

Templates Cérebro-Mente – Um Modelo Diagramático Aplicado a Jogos Inteligentes

Carla Verônica M. Marques
Carlo Emmanoel T. de Oliveira
Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e
Pesquisas Computacionais (NCE)
Cidade Universitária –
Rio de Janeiro – RJ - Brasil
carlaveronica@nce.com.br
carlo@nce.ufrj.br

Claudia L. R. da Motta
Christiana V. B. Barreira
Diana A. Cuesta
Programa de Pós-Graduação em
Informática
Cidade Universitária –
Rio de Janeiro – RJ - Brasil
claudiam@nce.ufrj.br
christiana.barreira@ppgi.ufrj.br
diana.cuesta@ppgi.ufrj.br

Ângela M. N. Mendonça
Instituto de Educação Governador
Roberto Silveira
Duque de Caxias – RJ - Brasil
angelamendonca@prof.
educacao.rj.gov.br

ABSTRACT

The advances in Neurosciences revealed the educational phenomenon under new aspects. This paper is part of researches on Computational Neuropedagogy. This interdisciplinary area interlinks Neurosciences to Biological and Human Sciences and Technology for the benefit of Education, departing from studies with neurophyopedagogical games in concrete material towards the digital implementation of intelligent games which can analyze the player's path to promote cognitive jumps along his learning process. It brings an ongoing study about innate brain-mind preformations used in the construction of human thought, inferred and graphically represented in diagrams called mind-brain templates. These templates suggest mathematical patterns applied by brain areas and psychic functions to optimally operate and structure actions and interpretations that may be the basis for the construction of computational sieves to analyze the player's step-by-step along a digital game. The paper presents the firstfruits of this study, the experience of a research group with some neurophyopedagogical games and the templates for the elaboration of an experimental sieve, and the application of this sieve in an experiment with one of these games in elementary school students, which attested a preliminary result with the incidence of brain-mind templates on the participants' solutions.

RESUMO

O avanço das Neurociências revelou o fenômeno educativo sob novos aspectos. Este trabalho se insere nas pesquisas de Neuropedagogia Computacional. Esta área interdisciplinar entrelaça as Neurociências às Ciências Biológicas e Humanas e à Tecnologia em prol da Educação, partindo de estudos com jogos neuropsicopedagógicos manipuláveis, rumo à implementação digital de *games* inteligentes, capazes de analisar o percurso do jogador para promover saltos cognitivos em seu processo de aprendizagem. Trata-se de um estudo em andamento acerca de pré-formações inatas utilizadas na construção do pensamento

humano, inferidas e representadas graficamente em diagramas, aqui denominados *templates* cérebro-mente. Esses *templates* sugerem padrões matemáticos aplicados pelas áreas cerebrais e funções psíquicas para operar e estruturar ações e interpretações de forma otimizada, que podem ser a base para a construção de crivos computacionais para análise do passo a passo de um jogador em um jogo digital. Apresenta-se neste trabalho as primícias deste estudo, a experiência de um grupo de pesquisadores com alguns jogos neuropsicopedagógicos e os *templates* para elaboração de um crivo experimental, e a aplicação deste crivo em um experimento com um dos jogos em crianças do Ensino Fundamental, cujo resultado preliminar evidenciou a incidência dos *templates* cérebro-mente nas soluções apresentadas pelos participantes.

General Terms

Experimentation, Human Factors, Theory.

Keywords

Templates cérebro-mente, jogos neuropsicopedagógicos, crivo.

1. INTRODUÇÃO

Cientistas afirmam que o conhecimento é construído a partir de estruturas cognitivas inatas [4, 5, 11, 14, 15, 10], que são pré-instaladas ao longo do processo evolutivo filogenético e ontogenético humano. Essas estruturas cognitivas são responsáveis por operações de alta complexidade matemática que um bebê já é capaz de realizar por si só ainda nos primeiros meses e/ou anos de seu desenvolvimento: ver em 3 dimensões, calcular a distância dos objetos para alcançá-los, aprender a linguagem falada, dentre outras.

Essa linha de teóricos tenta provar que de alguma forma a Ontogênese (desenvolvimento do indivíduo) se relaciona com a Filogênese (história da evolução da espécie), defendendo que operações complexas como essas levaram milhões de anos para se desenvolver na espécie humana ao longo da evolução. Dessa forma, seria impossível ao ser humano desenvolvê-las em tão poucos meses/anos a contar do nascimento [4, 13]; elas devem vir pré-instaladas. A ciência, no entanto, ainda não pode comprovar essa teoria porque essas estruturas mentais inatas não podem ser detectadas por observação experimental diretamente observável, deixando em aberto questões, como: Como são essas estruturas? Como se formam? Que padrões elas apresentam?

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

Conference'10, Month 1–2, 2010, City, State, Country.
Copyright 2010 ACM 1-58113-000-0/00/0010 ...\$15.00.

O atendimento psicológico a crianças vítimas de abandono e violência [12] por cerca de 20 anos na Associação Brasileira de Problemas de Aprendizagem (ABRAPA), conduziu a um banco de dados na área de neuropsicologia cognitiva. Foi assim possível a inferência de certos padrões de raciocínio utilizados pelas crianças para estruturar e operar dados, informações e interpretações, representando-os graficamente por meio de diagramas. Estes diagramas de representação do raciocínio, denominados aqui *templates* cérebro-mente, fazem parte desse repertório inato de formação por trazerem em si regras universais de construção do pensamento humano.

O pensamento diagramático, ou seja, o raciocínio por meio de diagramas, utilizando os *templates* cérebro-mente tornou-se, então, a diretriz para uma metodologia de intervenção lúdica e metacognitiva, por meio da qual se obteve sucesso na habilitação cognitiva de crianças em situação de risco social em tratamento na ABRAPA. Essa metodologia vem sendo aplicada por meio de um acervo de cerca de 1000 jogos neuropsicopedagógicos manipuláveis inspirados nesses *templates* [10, 11, 2, 8] e utilizados para promover saltos cognitivos por ativação da metacognição [17].

Essa bem sucedida experiência intuitiva e pragmática e os avanços das Neurociências deram origem às pesquisas em Neuropedagogia Computacional no Mestrado de Informática da Universidade Federal do Rio de Janeiro, vislumbrando os benefícios de sua aplicação na Educação. A Neuropedagogia Computacional é uma área interdisciplinar que entrelaça as Neurociências às Ciências Biológicas e Humanas e à Tecnologia em prol da Educação. A partir de estudos com jogos neuropsicopedagógicos manipuláveis, desenvolvidos para o estudo dos esquemas cerebrais de organização do raciocínio, procede à implementação digital de jogos inteligentes, ou *games* inteligentes, capazes de analisar o percurso do jogador a fim de promover saltos cognitivos em seu processo de aprendizagem. O estudo acerca dos *templates* cérebro-mente faz parte dessa linha de pesquisa.

O trabalho está organizado nas seguintes seções: a seção 2 aborda a fundamentação teórica relacionada a *templates* e raciocínio diagramático; a seção 3 apresenta os jogos neuropsicopedagógicos e os *games* inteligentes; a seção 4 apresenta o Jogo de Vygotsky; a seção 5 relata a experiência do grupo de pesquisadores com esse jogo; a seção 6, o experimento; e a seção 7 apresenta as considerações finais acerca do trabalho e trabalhos futuros.

2. TEMPLATES E O PENSAMENTO DIAGRAMÁTICO

Template é um modelo ou padrão de apresentação visual de conteúdo cuja representação gráfica possui regras implícitas que tornam mais rápido e fácil o entendimento dos dados que serão inseridos nos espaços a eles destinados. Há *templates* para diversas aplicações: para edição de documento, elaboração de apresentações e trabalhos acadêmicos, formatação de arquivos, confecção de trabalhos manuais (como bordado, moldes de costura, etc.), construção de *websites* e *blogs*, etc.

Na engenharia, a tradução do termo em inglês *template* é gabarito, uma técnica de representação precisa e detalhada dos elementos constituintes de um engenho utilizada para assegurar a construção otimizada de soluções da área [18]. Nas palavras do autor: "a utilização de representações chamadas de gabaritos (ou *templates*) mostraram-se convenientes, uma vez que permitiram a criação de

verdadeiros jogos de montar ou quebra-cabeças" [18, p. 22], ao ponto dessa precisão e detalhamento tornarem possível a construção até mesmo de uma fábrica a partir de um só gabarito.

Os diagramas são utilizados desde a Grécia Antiga como ferramentas para demonstrar teoremas e formular heurísticas para descobertas matemáticas. Nos últimos séculos, porém, a lógica formal se superpôs aos diagramas como prova formal de referência. No entanto, C. S. Peirce inaugurou um raciocínio diagramático utilizando diagramas lógicos [3] "de suporte teórico e prático... para integrar a matemática formal com a semântica e semiótica" [6, p. 223, tradução nossa] para fins científicos.

Para Peirce, "as relações lógicas expressas em quase todos os gráficos mais simples excedem qualquer leitura única e definitiva" [6, p. 235, tradução nossa]. Gangle [7] ratifica elencando três vantagens do raciocínio diagramático: a) é icônico, pois as relações representadas nos diagramas podem ser percebidas a partir das próprias relações entre os elementos do diagrama; b) é eficiente, já que os diagramas são capazes de condensar informações e múltiplas relações e níveis relacionais; e c) é multilateral, válido para qualquer contexto.

Desde os anos 90, o potencial gráfico computacional vem impulsionando a redescoberta dos diagramas como ferramentas visuais de grande valor matemático. Allwein *et al* [1] lançaram um programa computacional, chamado *Hyperproof*, que ensinava alunos a resolução de problemas pelo raciocínio dedutivo a partir da combinação de sentenças e diagramas, com base nas teorias de Venn, Euler e Peirce. A Faculdade de Educação da Universidade da Carolina do Norte¹ desde 2008 aponta a utilização de diagramas de Venn e Euler como uma técnica de mais alta ordem de pensamento para os professores ensinarem seus alunos a compreender e construir relações cada vez mais complexas nas áreas de conhecimento estudadas.

Os *templates* ou diagramas cérebro-mente utilizam tanto a representação em diagramas de Venn, Euler, como também de modelos computacionais de estruturas de dados (Figura 1). Eles representam possíveis padrões cognitivos de operação e organização de dados, cujas regras são conteúdo-processos provavelmente instalados no psiquismo e utilizados inconscientemente nas operações do cotidiano.



Figura 1. Exemplos de *templates* cérebro-mente em implementação digital disponível aos usuários da Plataforma ActivUFRJ².

¹ "*Higher order thinking with Venn diagrams*". Disponível em: <http://www.learnnc.org/lp/pages/2646>

² <http://activufrj.nce.ufrj.br/homepage>

Portanto, os diagramas cérebro-mente fornecem regras universais ou generativas, que podem ser reaplicadas na resolução de problemas de conhecimento variados em sua natureza, mas originalmente de forma inconsciente, ou seja, por Metacognição Fraca. Entretanto, a tomada de consciência desses padrões diagramáticos promove a construção otimizada do pensamento capaz de provocar saltos cognitivos e conduzir o indivíduo à Metacognição Forte [18].

3. DOS JOGOS NEUROPSICOPEDAGÓGICOS AOS GAMES INTELIGENTES

Os jogos neuropsicopedagógicos são jogos manipuláveis, a maioria em madeira, utilizados na metodologia lúdica-terapêutica de Marques [10] foram desenvolvidos com base nos *templates* cérebro-mente para investigar os esquemas cerebrais na organização do raciocínio. O propósito inicial é identificar na criança as possibilidades de *templates* cérebro-mente que ela conhece/possui (área de força) e os que ela não conhece/possui (área de fraqueza). Partindo do pressuposto que os *templates* cérebro-mente representam regras universais para construção do pensamento, a ausência de alguns deles deixará lacunas que podem impedir o desenrolar natural do processo de aprendizagem do indivíduo porque existe uma classe de problemas relacionados a esses templates que a criança não conseguirá dar conta de resolver.

Por isso, a partir desse mapeamento dos pontos de força e de fraqueza da criança, procede-se à recuperação dos últimos a partir dos primeiros, com vistas aos saltos cognitivos necessários à habilitação cognitiva global. Ao contrário do foco tradicional nas dificuldades, foca-se nas possibilidades da criança para, a partir da identificação do seu potencial, levá-la à superação de suas dificuldades pela inovação de seus esquemas mentais.

Para oportunizar inovação, os jogos neuropsicopedagógicos oferecem infinitas possibilidades de solução. Nenhuma regra é explicitamente comunicada ao jogador, porque o que importa é o percurso de suas próprias possibilidades e tomadas de decisão com vistas à descoberta da(s) regra(s), que é registrado como a sua “assinatura cognitiva”. Nesse sentido, esses jogos permitem construções ilimitadas deixando ao sujeito a decisão de parar de jogar... algo infinito, não saturado... onde nunca se ganha ou perde, contudo há ganho até onde se construiu” [9, pp. 9-10].

Os jogos neuropsicopedagógicos em versão digital são denominados *games* inteligentes porque são dotados de crivos científicos computacionais que orientam a coleta e a análise dos dados para possibilitar “a captura refinada da cognição” [2], e as ações sequentes para conduzir o indivíduo à inovação dos esquemas mentais e à metacognição de forma otimizada e automatizada. O formato digital dos *games* inteligentes torna possível sua distribuição em rede³ e a coleta em larga escala de forma síncrona ou assíncrona.

³ Os *games* inteligentes implementados e disponíveis no link <http://activufjr.nce.ufrj.br/api/> coletam dados em rede desde 2012 [2].

4. JOGO DE VYGOTSKY

4.1. Descrição do jogo conceitual

O jogo de Vygotsky possui um design metacognitivo e manipulável que dispensa regras pré-determinadas e possibilita à criança a liberdade de manusear as peças do jogo segundo sua imaginação e seu raciocínio, podendo criar suas próprias regras. Vygotsky [19] assinala que “*sempre que há uma situação imaginária no brinquedo, há regras – não as regras previamente formuladas... mas aquelas que têm sua origem na própria situação imaginária*”. Nesse sentido, a imaginação no jogo, segundo o teórico, é um meio para desenvolver o pensamento abstrato.

4.2. Descrição do jogo material

Para corresponder à fundamentação teórica, o jogo foi desenvolvido a partir de peças móveis. O jogo metacognitivo e manipulável denominado “Jogo do Vygotsky” possui as seguintes peças (Figura 2): 1 Peça Central circular cinza (Tabuleiro ou Ringue de Sumô), 4 Peças cinzas iguais (Setas), 1 Círculo Laranja com furo no meio, 23 peças com formas e quantidades diferentes, que podem ser agrupadas por cor: vermelhas (5), azuis (4), amarelas (6); verdes (4) e brancas (4). As formas das peças variam entre: círculos, semicírculos, triângulos, quadrados, trapézios e hexágonos. O tamanho e a espessura das peças não são uniformes.



Figura 2. Peças do Jogo de Vygotsky.

Todas as peças do jogo podem ou não ser utilizadas pela criança durante o jogo. Ela é quem vai determinar quais peças utilizar, quer sejam as partes do tabuleiro, ou as peças menores. Essa liberdade fará toda a diferença na escolha dos *templates* para a construção do percurso individual e soluções de cada criança.

5. EXPERIÊNCIA DO GRUPO DE PESQUISADORES COM O JOGO DE VYGOTSKY E OS TEMPLATES MENTE-CÉREBRO

Deparar-se com um jogo sem regras pré-estabelecidas é uma experiência no mínimo intrigante. A experiência com o Jogo de Vygotsky pelo grupo de pesquisadores pode ser narrada em 4 fases. Primeiramente, a resistência ao novo paradigma proposto pelo jogo. O grupo ficou admirado diante da infinitude de suas possibilidades mas, por outro lado, frustrado por não saber o que fazer nem por onde começar.

A 2ª fase se deu quando houve a iniciativa de começar a explorar os componentes do jogo, analisando o material, as formas, as cores, as peças, etc. Nessa análise, o grupo sentiu-se instigado pelas próprias peças do jogo a descobrir como jogar: o *design* metacognitivo do tabuleiro remete a um alvo; as setas convidam à classificação em grupos; a variedade de cores, formas e formatos (espesso e fino, grande e pequeno) das peças trazem à mente

noções geométricas (lados, ângulos, formas, etc.) e da teoria dos conjuntos.

As primeiras tentativas de jogada iniciaram a 3ª fase, na qual forma registradas algumas soluções. A última fase teve início quando se pensava ter esgotado as possibilidades do jogo. Iniciou-se, então, um processo reflexivo sobre os percursos percorridos, os *templates* cérebro-mente utilizados e o aparecimento das descobertas (Quadro 1).

Quadro 1. Alguns dos *templates* cérebro-mente identificados a partir das tentativas de solução dos integrantes do grupo de pesquisadores.

TEMPLATE	REGRAS	SOLUÇÃO
<p>Lista com acesso aleatório</p> 	<p>Inserção das peças do jogo no centro do tabuleiro em sequência aleatória.</p>	
<p>Pilha, o acesso inverso</p> 	<p>As peças foram embaralhadas no centro. Formaram-se pilhas e peças do maior para o menor de mesma forma.</p>	
<p>Complemento</p> <p>Conjunção</p> <p>Universal</p> 	<p>Reuni-se no centro de forma aleatória as peças afim de que formem uma figura/objeto. Todas as peças se tocam e tentam ser contíguas.</p>	

A partir dos registros dos pesquisadores ao longo dessa experiência, elaborou-se um crivo experimental para análise das soluções propostas para o jogo segundo o uso das possibilidades dos *templates* cérebro-mente. Esse crivo foi testado em um experimento narrado na seção a seguir.

6. EXPERIMENTO

Visando aprofundar as descobertas de aspectos relevantes acerca dos *templates* cérebro-mente nas possíveis soluções do jogo do Vygotsky, foi realizado um estudo experimental em um instituto de educação da cidade do Duque de Caxias - RJ. Essa instituição permitiu o acesso a suas instalações e a um grupo de estudantes formado por três meninas entre dez e onze anos.

O objetivo do experimento foi capturar as regras generativas, implícitas nas soluções dadas em cada tentativa de jogada dos participantes. Foi feito o registro da percepção tanto dos registradores quanto dos participantes, a fim de se identificarem as ações, regras e *templates* cérebro-mente relacionados a cada solução, para posteriormente proceder-se à elaboração do crivo computacional a ser aplicado na versão digital do Jogo de Vygotsky.

6.1. Metodologia

O experimento que compõe esta pesquisa foi estruturado em três etapas: 1) preparação do experimento; 2) realização do experimento; e 3) análise de resultados. Durante as etapas, foram usados instrumentos de coleta de dados, como diários de campo e gravações audiovisuais, devidamente autorizados pelos responsáveis das crianças participantes.

A aplicação do jogo seguiu a técnica do Fio Condutor, elaborada por Marques *et al* (2009) para aplicação dos *games* inteligentes com o propósito de promover avanços cognitivos. Em pesquisa mais avançada, Lemos *et al* [8], em seu Modelo Teórico Fractal Microgenético, relatam que a “*técnica do Fio Condutor ativa o processamento evolutivo-reflexivo da cognição provocando a metacognição*” (p. 3).

Esta técnica possui sete fases de aplicação, alternando entre ação e interpretação, para levar o indivíduo da metacognição fraca (inconsciente), pela qual se faz uso de regras sem o conhecimento das mesmas, para a metacognição forte [Seminério, 1999], na qual o indivíduo é capaz de reconhecer e expressar as regras utilizadas. No entanto, neste experimento, que priorizava o registro de soluções, foram aplicadas somente as três primeiras fases da técnica, com a finalidade de sustentar a motivação dos participantes ao longo da manipulação do jogo. Dessa forma, garantiu-se que os jogadores fossem além da exploração inicial e da primeira solução encontrada.

6.2. Descrição das Etapas

Na preparação do experimento, foram elaborados diários de campo para serem usados na aplicação, estruturando-os em duas seções.

A primeira sessão contempla as informações básicas do participante, do aplicador e do registrador. A segunda se destina ao registro das fases da aplicação do jogo.

A realização do experimento foi direcionada pela aplicação das três primeiras fases do Fio Condutor [Marques *et al*, 2009; Lemos *et al*, 2012; 2014], a saber:

- **Fase 1:** início do jogo, no qual o jogador tem seu primeiro contato com o jogo e é solicitado a manipular o jogo livremente, sem explicitação de regras;
- **Fase 2:** o aplicador solicita ao jogador que explique o que fez na Fase 1.
- **Fase 3:** divide-se em dois momentos:
 - **Fase 3a:** o jogo volta à configuração de peças inicial e é solicitado ao jogador que jogue o jogo de uma forma diferente da jogada na Fase 1.
 - **Fase 3b:** o aplicador solicita ao jogador que explique o que fez na Fase 3a.

A Fase 1 e a Fase 3a foram designadas para oportunizar ao registrador o registro de sua percepção de pelo menos duas tentativas de jogada. Já a Fase 2 e a Fase 3b serviram à coleta dos registros da percepção dos próprios participantes nas suas tentativas de jogada. Esta etapa foi realizada em três tempos diferentes, um para cada participante, a fim de evitar o contato entre eles. Foi também indicado um aplicador diferente para a aplicação de cada participante, mas com a colaboração dos outros aplicadores.

Na primeira aplicação do jogo, a aluna forneceu três soluções. Dessa forma, o diário de campo teve que ser adequado, sendo registradas na Fase 3b as percepções da aluna na sua segunda tentativa, e as percepções tanto do registrador quanto da aluna na sua terceira tentativa.

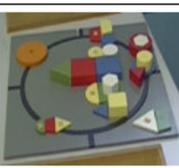
Já nas aplicações seguintes foram registradas apenas as duas tentativas de solução previstas. O registro que consta na Fase 3b é, portanto, a solução final proposta pelo participante, com a qual se deu por satisfeito.

Os diários de campo foram gerados pelos aplicativos e registradores a partir de relatórios das soluções apresentadas por cada participante, número de tentativas, gravação audiovisual e fotos (geradas a partir do *print* de imagens escolhidas na filmagem) das interações das alunas com o jogo. Todo esse material foi utilizado na etapa de análise.

6.3. Análise do experimento

Com base nas observações e registros, observou-se que no experimento 01 (Quadro 2), a aluna expôs três soluções para o problema apresentado, que em princípio parecem diferentes, mas verifica-se que os *templates* cérebro-mente seguem uma mesma linha de construção.

Quadro 2: Análise do Experimento 01.

	<ol style="list-style-type: none"> Colocar no centro do tabuleiro as peças em forma de círculo um acima do outro formando uma estrutura tipo torre. Colocar um quadrado embaixo dos círculos / Colocar um triângulo acima dos círculos. Colocar de outro lado da estrutura um quadrado e um trapézio / Colocar de outro lado da estrutura um hexágono, três triângulos e dois trapézios. 	<ol style="list-style-type: none"> LIFO. DEQUE. ASSOCIAÇÃO.
	<ol style="list-style-type: none"> Aos lados de um quadrado fazer duas estruturas (torres) de círculos. A um lado colocar dois círculos grandes e um menor / De o outro lado colocar um círculo grande e três menores. Acima da linha que divide uma das setas encaixar as seguintes peças: Dois triângulos / Um triângulo e um semicírculo / Dois hexágonos, um acima do outro. 	<ol style="list-style-type: none"> LIFO. ASSOCIAÇÃO
	<ol style="list-style-type: none"> Na linha que divide duas setas e o tabuleiro central colocar: Dois círculos, um acima do outro (C5,C6) / Acima de C5, colocar a ponta de um triângulo. Em uma seta colocar ou encaixar um trapézio e um triângulo. Na linha que divide o tabuleiro central de uma seta colocar juntos, um trapézio, um semicírculo e um triângulo. 	<ol style="list-style-type: none"> CADEIA, entradas internas. ASSOCIAÇÃO. MULTIMAPA.

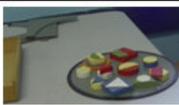
Iniciando sua construção pelo centro do tabuleiro, o participante amplia a montagem de forma bidimensional, utilizando as formas geométricas, em direção à extremidade do círculo.

Quadro 3: Análise do experimento 02.

SOLUÇÕES	REGRAS	TEMPLATES
	<ol style="list-style-type: none"> Agrupar as peças nos vértices do tabuleiro usando o critério de quantidade. Utiliza critérios diferentes para distribuir os grupos de peças nos vértices e no círculo do tabuleiro. 	<ol style="list-style-type: none"> CONJUNTO NEGAÇÃO
	<ol style="list-style-type: none"> Agrupar as peças nos vértices do tabuleiro usando o critério de cor. Utiliza critérios diferentes para distribuir os grupos de peças nos vértices e no círculo do tabuleiro. 	<ol style="list-style-type: none"> CONJUNTO NEGAÇÃO

No experimento 02 (Quadro 3), o aluno realiza agrupamentos (conjuntos) nas duas tentativas. Em ambas, o conjunto de peças é separado em grupos por algum critério (quantidade ou cor). As demais peças que sobraram, e que poderiam pertencer a um dos grupos existente, o aluno nega as características das peças e as agrupa em outro grupo, abdicando dos critérios anteriores. Já no experimento 03 (Quadro 4), observa-se que o aluno utilizou parte do tabuleiro e aplicou a noção de conjunto nas duas tentativas. Os grupos foram formados com peças com algum tipo de associação (cor, forma ou complemento por semelhança).

Quadro 4. Análise do experimento 03.

SOLUÇÕES	REGRAS	TEMPLATES
	<ol style="list-style-type: none"> No topo do tabuleiro central colocar dois quadrados juntos. Junto a um quadrado, colocar três triângulos um acima do outro. 	<ol style="list-style-type: none"> ASSOCIAÇÃO CONJUNTO.
	<ol style="list-style-type: none"> Foram criados vários conjuntos de peças diferentes. 	<ol style="list-style-type: none"> ENUMERAÇÃO.

Os resultados encontrados mostram que o crivo de avaliação experimental evidenciou a identificação dos *templates* cérebro-mente utilizados por cada participante em suas jogadas a partir das regras generativas das operações realizadas pelo mesmo. Isso torna possível não só o registro do passo a passo da solução, mas também revelam seu percurso particular na construção de seu raciocínio para cada tentativa de solução.

As regras generativas contidas e representadas graficamente nesses *templates* (conjunto, negação, associação, enumeração, etc.) permitem identificar os padrões de raciocínio utilizados para análise do raciocínio diagramático apresentado pelos participantes. Esses *templates* podem ser, portanto, a base para a criação de crivos computacionais de análise das jogadas de um jogador em um jogo em sua versão digital (*game* inteligente).

A versão digital do jogo de Vygotsky a ser implementada pode utilizar, por exemplo, as *tags* cor, largura altura e forma em cada peça. O crivo computacional pode avaliar as combinações das *tags* presentes em cada agrupamento de peças e pontuar a

probabilidade de cada *template* ter sido usado na construção do grupo. Por exemplo, se todos em um grupo têm a cor vermelha então o *template* intercessão é 100%. Se nenhuma *tag* é repetida num grupo, o *template* enumeração é 100%.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Apresentou-se neste artigo um estudo sobre possíveis padrões cérebro-mente inatos, utilizados pelo indivíduo para construção do pensamento humano aplicados a jogos neuropsicopedagógicos manipuláveis, dotados de uma inteligência metacognitiva, bem como a experiência de um grupo de pesquisadores com um desses jogos – o Jogo do Vygotsky – e os *templates* cérebro-mente, além de um experimento com esse mesmo jogo.

Os *templates* são modelos lógicos genéricos que podem ser representados por modelos matemáticos. Estes modelos podem ser a base para a criação de crivos computacionais de análise das jogadas no jogo em versão digital. Um possível crivo computacional pode avaliar as combinações de *tags* presentes em cada grupamento de peças e pontuar a probabilidade de cada *template* ter sido usado na construção do grupo.

Como trabalhos futuros, o aprofundamento desta pesquisa requer implementação computacional do jogo manipulável utilizado, bem como experimentos com populações diversas e ampliação de fundamentação teórica interdisciplinar. Desta forma, almeja-se tornar explícitas muitas operações cognitivo-linguísticas não diretamente observáveis no comportamento, para inferir conhecimentos novos extraídos de informações emergentes e passíveis de serem interpretadas quando submetidas ao entendimento do paradigma proposto pela ciência dos sistemas complexos.

8. REFERÊNCIAS

[1] Allwein et al. 1996. *Logical Reasoning with Diagrams*. Oxford University Press.

[2] Barreira, C. V. B. et al. 2012. Jogo da Trilha Topológica: Um Game Inteligente em Ação. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 23., 2012, Rio de Janeiro. Anais.. ISSN 2316-6533.

[3] Caterina, G. e Gangle, R. (2010) Consequences of a Diagrammatic Representation of Paul Cohen's Forcing Technique Based on C.S. Peirce's *Existential Graphs* in L. Magnani et al. (Eds.): *Model-Based Reasoning in Science & Technology*, SCI 314, pp. 429–443. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[4] Chomsky, N. (2006) *Linguagem e Mente*. UNESP. São Paulo.

[5] _____. 2008. *Arquitetura da Linguagem*. Bauru: EDUSC.

[6] Gangle, R. 2007. *Collective Self-Organization in General Biology*. Gilles Deleuze, Charles Peirce, and Stuart Kauffman. *Zygon*, ISSN 0591-2385, vol. 42, no. 1, pp. 223-239, março.

[7] _____. 2008. Renovating Philosophical Practice through Diagrammatic Reasoning. *World Congress of Philosophy (WCP 2008)*, 22., 2008, Seoul. Proceedings, vol. 4.

[8] Lemos, M. K. et al. 2012. Modelo Fractal das Microgêneses Cognitivas: uma metodologia para a mediação metacognitiva em jogos computacionais. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 23., 2012, Rio de Janeiro. Anais.. ISSN 2316-6533.

[9] _____. 2014. Fio Condutor Microgenético: uma técnica para a mediação metacognitiva em jogos computacionais. *Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE)*, v. 22, n. 1. DOI: 10.5753/RBIE.2014.22.01.1,

[10] Marques, C. V.; Oliveira, C. E. T.; Motta, C. L. R. (Org.). [et al.]. 2009. *A Revolução Cognitiva: um estudo sobre a teoria de Franco Lo Presti Seminário*. Instituto de Matemática. Núcleo de Computação Eletrônica. Relatório Técnico 04/09. Rio de Janeiro.

[11] Mendonça, A. M. N. 2011. *Mediação Metacognitiva como Estratégia de Intervenção: uma experiência com jogos digitais*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

[12] Oliveira, C. E. T., Marques, C. V. M., Moll, J. N. N. 2008. A Neurocognitive Protocol System to Support Health and Care of Abused Children. *International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies - BIOSTEC*, pp. 127-132.

[13] Reis, L. B. 2009. *Filosofia da Linguagem e Teoria Social em Noam Chomsky*. *Revistas Eletrônicas - Filogênese*, v. 2, nº 2, pp. 111-126. Disponível em www.marilia.unesp.br/filogen. Acesso em 10 junho de 2014.

[14] Seminário, F. L. P. 1980. *Infra-estrutura e sistêmica da cognição humana: fatores ou linguagens?* *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, vol. 32, n. 1, jan/mar, 1980 - bibliotecadigital.fgv.br. Disponível em <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/abp/article/viewFile/18339/17099>. Acesso em 20 de junho de 2014.

[15] _____. 1983. *A Natureza Sistêmica das Linguagens na Cognição Humana: uma visão kerigmática do real*. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, v. 35, n. 1, jan/mar, 1983. Disponível em <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/abp/article/viewFile/18881/17627>. Acesso 20 de junho de 2014.

[16] Seminário, F. L. P.; Anselmé, C. R.; Chahon, M. 1999. *Metacognição: um novo paradigma*. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, Rio de Janeiro, v. 51, n. 1.

[17] Shimamura, A. P.; Metcalfe, J. 1994. *Metacognition: knowing about knowing*. Cambridge, Massachusetts.

[18] Torres, I. 2007. *Um Formalismo Relacional para o Desenvolvimento de Arranjo Físico Industrial*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. 205f. 2007.

[19] Vygotsky, L. S. 1998. *Pensamento e linguagem*. Martins Fontes, São Paulo. 2ª ed.