

Modelo fractal das microgêneses cognitivas: uma metodologia para a mediação metacognitiva em jogos computacionais

Myriam Kienitz Lemos¹, Cláudia Lage Rebelo Motta², Carla Verônica Marques³,
Carlo Emmanoel Tola Oliveira⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Informática – Universidade Federal do Rio de Janeiro
(PPGI/UFRJ)

Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Rio de Janeiro – RJ – Brazil

²Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais (NCE) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - Rio de Janeiro – RJ - Brasil
myriamkitz@gmail.com, {claudiam, carlaveronica, carlo}@nce.ufrj.br

***Abstract.** The research aims to develop a theoretical model of fractal microgeneses cognitive basis for a conceptual model to be instantiated in two computer games belonging to the mathematical sciences. The games, the axes of the epistemic count and measure, cover logical structure and various school contents. The study proposes to problem solving as a neuropsychopedagogical strategy to promote metacognition.*

***Resumo.** A pesquisa tem como propósito desenvolver um modelo teórico fractal das microgêneses cognitivas para a fundamentação de um modelo conceitual a ser instanciado em dois jogos computacionais pertencentes às ciências matemáticas. Os jogos, dos eixos epistêmicos do contar e do medir, abrangem estruturas lógicas e conteúdos escolares diversos. O estudo propõe a resolução de problemas como estratégia neuropsicopedagógica para promover a metacognição.*

1. Introdução

A possibilidade de potencializar a capacidade do ser humano em gerar mais conhecimento é fundamental em períodos de grandes mudanças. De acordo com Borges (2011), “o conhecimento adquirido pelo ser humano tem sido utilizado para resolver problemas e enfrentar novas situações e desafios. A solução de problemas reais e complexos requer cada vez mais conhecimento diferenciado e multidisciplinar”.

Neste contexto, apresenta-se uma revisão teórica sobre as microgêneses cognitivas (Inhelder 1996), de bases *piagetianas*, articulada às teorias da metacognição (Seminário 1999; Shimamura 1996).

Considerando-se o funcionamento da cognição sob a ótica de um sistema complexo, propõe-se estudar o modelo matemático que fundamenta a articulação entre as microgêneses e a metacognição, que descreva o algoritmo predominante do funcionamento da cognição humana.

O estudo abarca o desenvolvimento e a aplicação de uma metodologia que embasa jogos computacionais que tem por objetivo promover avanços cognitivos. O modelo conceitual “Fio Condutor Microgenético” resulta da análise da Elaboração

Dirigida (Seminário 1987), das microgêneses cognitivas e da conexão com a técnica do Fio Condutor (Marques 2009), cuja proposição é promover a metacognição e a aceleração cognitiva.

2. Referencial Teórico

De acordo com Moreira (2008), “muitas estruturas ou processos naturais têm propriedades similares às dos fractais, em particular a simetria de escala, e que podem, portanto, ser descritos por eles, pelo menos em determinados domínios”. Kromer (1999), levanta indícios de que redes neurais são baseadas em algoritmos fractais:

Em princípio, todas as trajetórias podem ser interpretadas como representações simbólicas de neurônios. Uma iteração de um algoritmo fractal nos moverá de Z_n para $z(n+1)$, como também, um neurônio em qualquer ponto Z_n , numa rede pode enviar sua atividade ao longo de seu axônio (seguindo a respectiva trajetória) para o ponto $z(n+1)$ da rede neural. (Tradução livre)

Infere-se a partir desta afirmação, que as respostas do jogador às situações-problema, apresentadas pela ludicidade dos jogos, devam ser postuladas em modelo fractal e modelo não-fractal alternadamente. Isto propicia a identificação e a avaliação de grandezas dos processos cognitivos sucessivos e simultâneos, expressivos nas respostas do jogador. O engenho computacional aqui a ser desenvolvido, será capaz de realizar a captura cognitiva refinada, a partir dos dados coletados, que demonstrarão o recrutamento de mecanismos internos do pensamento, próprios da representação das dimensões fractais da lógica, que conduz às soluções de problemas diversos.

As microgêneses cognitivas abordam uma dupla análise da concepção construtivista da psicologia: a estrutural e a funcional. Busca-se alcançar os mecanismos funcionais subjacentes aos procedimentos da criança, no momento da resolução de problemas específicos, quando aplica seus conhecimentos a contextos particulares e utiliza estruturas assimilativas encontradas ao longo de sua atividade adaptativa. O sujeito experimenta livremente a interação com os objetos e anuncia quando considera o término da tarefa.

O acesso a processos finos de transição foi possível pelo fato de os sujeitos serem confrontados diversas e seguidas vezes com situações de aprendizagem, introduzindo uma dimensão temporal que proporcionou o estudo das modificações ocorridas. As experiências também permitem ao sujeito exercer um controle sobre os resultados de sua própria ação seja pela confrontação de esquemas preditivos com os observáveis, seja em certos conflitos que intervêm entre esquemas nas diferentes avaliações que eles engendram. (Inhelder e Caprona 1996)

Nas microgêneses cognitivas a interpretação é compreendida como um processo interno, vivenciado pelo sujeito e externalizado ou não. Ou seja, a interpretação pode ou não ser observável. Portanto é possível “não-agir” e ainda assim interpretar. Os jogos computacionais permitem o registro dos não observáveis durante o tempo de reação (tempo contabilizado a partir da apresentação do estímulo até o momento inicial da primeira resposta), por meio da captura das ações tomadas pelos indivíduos na resolução de problemas.

A teoria metacognitiva (Shimamura 1994), ressalta a importância da proposição de problemas nos quais a memória ao ser ativada, resgata e recupera informações armazenadas semanticamente. As situações-problema que introduzem variações e/ou imprevisibilidade provocam a quebra de paradigmas e viabilizam a formação de esquemas inovadores. No processo o sujeito toma consciência de como pensa.

Marques (2009) avança e expande as pesquisas depreendidas por Seminário ao fundamentar-se no metaprocesso e na Elaboração Dirigida e desenvolver a técnica do Fio Condutor - um metaprocesso de *INPUT* de algoritmos genéticos cognitivos, que alterna fases de ação e interpretação ao longo de sete momentos de aplicação e mediação. Cada fase tem como objetivo levar o sujeito gradativamente à passagem da metacognição fraca à metacognição forte (Seminário 1999) indicados através da análise da velocidade e da aceleração na aquisição das regras generativas inerentes aos conhecimentos, observáveis na comparação de resultados entre as diferentes fases. Desta forma a aplicação da técnica impacta em ganhos não apenas de conhecimentos, mas, sobretudo da metacognição – a consciência do saber como se sabe.

3. O Modelo Teórico Fractal Microgenético

O Modelo Teórico Fractal Microgenético demonstra o processamento cognitivo ativado na resolução de um problema. A técnica do Fio Condutor ativa o processamento evolutivo-reflexivo da cognição provocando a metacognição. O processamento da dimensão fractal microgenética da cognição é definido por quatro fases.

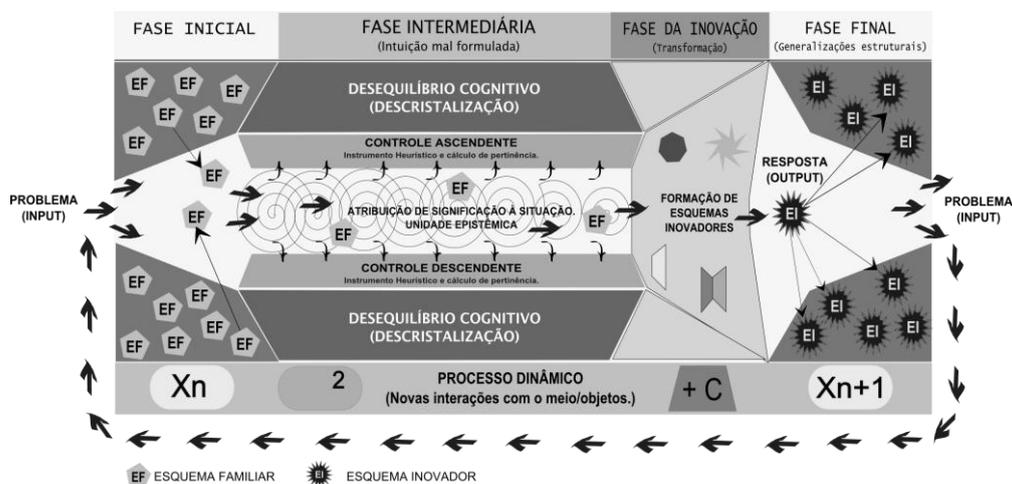


Figure 1. Processamento Fractal Microgenético

Fase Inicial (X_n): ocorre uma seleção dos esquemas familiares mais “adequados” à solução de um problema. **Fase Intermediária (2):** desequilíbrio cognitivo deflagrado pela impossibilidade de resolução do problema apenas com os esquemas familiares recrutados. Descristalização dos esquemas para que os instrumentos heurísticos realizem o cálculo de pertinência e a seleção das unidades epistêmicas. **Fase da Inovação (+C):** por meio da inferência na interação com o problema novo. Migração dos fragmentos de esquemas familiares e pela cibernética dos objetos. **Fase Final (X_{n+1}):** construção das generalizações estruturais e regras generativas. Formação de novos esquemas familiares. Fase Inicial de um novo processamento evolutivo, iterativo e recursivo (Kromer 1999).

4. O Modelo Conceitual – metodologia dos jogos computacionais

A partir da revisão teórica desenvolveu-se o Fio Condutor Microgenético que agrega os estudos das microgêneses cognitivas à técnica do Fio Condutor. Entendido como uma metaestrutura potencializadora da evolução metacognitiva, promove o pensamento reflexivo e evolutivo empoderando o indivíduo na aquisição das regras subjacentes aos conhecimentos e ativa o processamento da dimensão fractal microgenética da cognição.

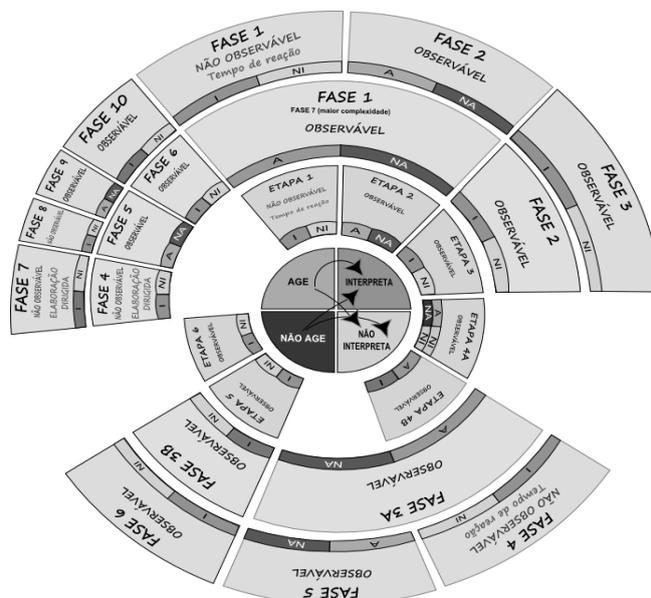


Figure 2. Correlação Conceitual das bases teóricas do Fio Condutor Microgenético

A partir do centro, a figura mostra as correlações conceituais da Elaboração Dirigida, com as microgêneses cognitivas e a técnica do Fio Condutor, resultando no Fio Condutor Microgenético. A metodologia prevê dez fases distintas instanciadas nos jogos computacionais: Fase 1- *INPUT* de um problema. A ação do sujeito é não observável. Pré-teste. Fase 2 – *OUTPUT*– de ação observável, com ou sem interpretação. Metacognição fraca. Fase 3 – *OUTPUT* provocado para que o sujeito expresse o que fez por meio de um tipo de linguagem. Abordagem intencional da metacognição. Fase 4 – similar a Fase 1, porém com um problema diferente. Fase 5 – como na Fase 2. Fase 6 – similar à Fase 3, porém incentiva-se a expressão por meio de outra linguagem (esquemas, templates). Metacognição forte. Fase 7 – Elaboração Dirigida. Metacognição forte. Perguntas intencionais. Fases 8, 9 e 10 têm a mesma essência das três primeiras Fases. Apresentam-se problemas novos com o mesmo nível de complexidade. Pós-teste. O indivíduo sempre avança nas fases, o que proporciona a tomada de consciência de sua aprendizagem a partir da variabilidade de problemas, considerando as áreas de força e fraqueza.

5. Os jogos computacionais do contar e do medir

Os dois jogos computacionais pertencem à área das ciências matemáticas. Abrangem estruturas cognitivas lógico-matemáticas e conteúdos escolares diversos pertinentes aos eixos epistêmicos do conhecimento no âmbito do contar (quantidades) e do medir (métricas). Serão aplicados em 600 crianças, de 9 a 11 anos (4º e 5º anos do Ensino Fundamental), de onde será extraída a amostra de 120 participantes.

Quadro 1. Dados de distribuição da amostra

INSTITUIÇÃO PÚBLICA		INSTITUIÇÃO PARTICULAR	
MENINOS	MENINAS	MENINOS	MENINAS
150	150	150	150
4º e 5º ANOS (9 a 11 anos)		4º e 5º ANOS (9 a 11 anos)	

6. Considerações Finais

Os fatores motivadores da pesquisa ficam evidentes ao se constatar o descompasso entre os avanços tecnológicos, as descobertas científicas e a educação imposta pela escola formal. Desenvolver jogos computacionais com objetivos neuropsicopedagógicos, fundamentados em um modelo matemático coerente com a natureza do funcionamento cerebral e as funções cognitivas, contribui para a quebra de paradigmas possibilitando a criação de novas metodologias de aprendizado. A metacognição constitui-se em um caminho que apresenta resultados significativos para que futuras gerações tenham saltos cognitivos e condições de gerenciar e produzir conhecimento de qualidade em níveis mais altos de abstração.

7. Referências Bibliográficas

- Borges, Marcos R. S. “Conhecimento coletivo”, *in* Mariano Pimentel e Hugo Fuks (orgs.), *Sistemas Colaborativos*. Rio de Janeiro: Campus/SBC, pp. 186-205, 2011.
- Inhelder, Bärbel[et al.]. *O Desenvolver das descobertas da criança: pesquisa acerca das microgêneses cognitivas*. Trad. Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- Kromer, Thomas. *Spatial Neural Networks Based on Fractal Algorithms Biomorph Nets of Nets of...* Zentrum für Psychiatrie, Münster klinik Zwiefalten, G. Deutschland. 1999. Disponível em: <http://www.fractal.org/Life-Science-Technology/Publications/Fractal-Neural-Networks.htm> Acesso em 12.11.2010.
- Marques, Carla Verônica; Oliveira, Carlo E.T. de; Motta, Cláudia (Org.). [et al.]. *A Revolução Cognitiva: um estudo sobre a teoria de Franco LoPresti* Seminário. Instituto de Matemática. Núcleo de Computação Eletrônica. Relatório Técnico 04/09. Rio de Janeiro. 2009.
- Metcalfe, Janet; Shimamura, Arthur P. *Metacognition: knowing about knowing*. Cambridge, Massachusetts. 1994.
- Moreira, Ildeu de C. “Fractais”, *in* H. Moysés Nussenzveig, (org). *Complexidade e caos*. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/Copea, p.55, 2008.
- Seminário, Franco LoPresti. [et al.]. *Elaboração Dirigida: um caminho para o desenvolvimento metaprocessual da cognição humana*. Rio de Janeiro: Instituto Superior de Estudos e Pesquisas Psicossociais. Cadernos do ISOP, nº 10, Rio de Janeiro, Ed. FGV, 1987.
- Seminário, Franco LoPresti; Anselmé, C. R.; Chahon, M. *Metacognição: um novo paradigma*. Arquivos Brasileiros de Psicologia, RIO DE JANEIRO, v. 51, n. 1, 1999.