

# 02

## Games Inteligentes: Investigação Científica por Jogos Computacionais

Carla V. M. Marques<sup>1</sup>

Carlo T. Oliveira<sup>1</sup>

Cláudia L. Motta<sup>1</sup>

Christiana V. Barreira<sup>1</sup>

### Resumo

Games Inteligentes são jogos digitais dotados de uma inteligência computacional capaz de potencializar a investigação científica dos aspectos da cognição humana. Nesse intuito, este artigo apresenta o game inteligente Trilha Topológica, cuja análise da primeira coleta computacional de dados originou os estudos preliminares de uma pesquisa sobre o egocentrismo cognitivo nos dias atuais.

### Abstract

Intelligent Games are digital games that are endowed with a computational intelligence able to boost scientific investigation on the aspects of human cognition. For that purpose, this article presents the intelligent game Topological Track whose analysis of its first computational data collection led to the preliminary studies of a research concerning the cognitive egocentrism nowadays.

---

<sup>1</sup>Instituto Tércio Pacitti de Pesquisas e Aplicações Computacionais  
Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE/UFRJ)  
Caixa Postal 2324 – 20.001-970 – Rio de Janeiro – RJ – Brasil  
christiana.barreira@ppgi.ufrj.br,  
{carlaveronica,carlo,claudiam}@nce.ufrj.br

## 1. Introdução

*Games* inteligentes são jogos computacionais com propósito científico. Esses jogos são denominados *inteligentes* por serem dotados de uma inteligência computacional que orienta a coleta de dados do percurso do jogador de modo a oportunizar novas descobertas científicas sobre aspectos da cognição humana e o funcionamento microgenético do cérebro. O estudo científico desses dados envolve o desenvolvimento de crivos (estratégias de análise com base neurocientífica) e intensa mineração de dados (*data mining*) por meio de análise bayesiana em engenhos computacionais autoaprendentes (*machine learning*).

Os *Games* Inteligentes são estudados e desenvolvidos no Curso de Extensão Games Inteligentes e na linha de pesquisa de Neuropedagogia Computacional do Mestrado de Informática, ambos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Os primeiros desses games foram apresentados ao público pela primeira vez, ainda em fase experimental, na exposição “Estação Futuro – Jogos Metacognitivos”, que integrou a agenda de eventos da Rio +20, no Planetário-RJ, em junho de 2012.

Participantes de ambos os sexos e de várias idades, classes sociais, raças, nacionalidades, níveis escolares e profissões jogaram os *games* expostos e alimentaram por quase um mês o servidor *online* do NCE/UFRJ. O banco de dados resultante desse evento computou cerca de 2000 registros, contendo a ficha de cadastro do jogador e informações coletadas a partir de cada jogada em todos os jogos por ele jogados. Este artigo apresenta as primeiras descobertas acerca desses dados, a partir do comportamento humano analisado no jogo da Trilha Topológica, com especial foco no nível de maturação social dos participantes.

## 2. Games Inteligentes

A pesquisa dos *Games* Inteligentes originou-se nos estudos e na metodologia de intervenção lúdica-terapêutica por meio de jogos neuropsicopedagógicos de Marques (2009), utilizados há 20 anos com sucesso na habilitação cognitiva de crianças em situação de risco social, em tratamento na Associação Brasileira de Problemas de Aprendizagem (Abrapa). Nos últimos anos, jogos de outros cientistas, como Inhelder (1996), e outros jogos com fins psicoterapêuticos, também vêm sendo adaptados para serem acrescentados ao universo da pesquisa.

Um jogo neuropsicopedagógico tem como propósito investigar os esquemas mentais utilizados na solução de problemas e possibilitar sua inovação, com vistas à promoção de saltos cognitivos (LEMOS *et al.*, 2014). Para isso, não possuem regras explícitas nem soluções pré-determinadas, mas oferecem ao jogador um ambiente aberto a infinitas possibilidades de jogadas e soluções, para que ele mesmo descubra como jogá-lo. Dessa maneira, esse tipo de jogo muda o foco nos acertos e erros dos jogos educativos para as possibilidades do jogador ao longo de seu percurso no jogo, que se traduzem nas tomadas de decisão para construção de suas soluções pessoais, cujo registro e análise ficam a cargo de aplicadores humanos, segundo o(s) crivo(s) teórico(s) que embasa(m) o jogo.



Figura 1. Alguns jogos neuropsicopedagógicos do acervo de Marques (2009).

Os *Games* Inteligentes resultam da implementação digital de jogos neuropsicopedagógicos por meio de um processo científico que procura tanto preservar suas características principais (fundamentos teóricos, *design*, etc.) como ampliar suas possibilidades. A matematização dos crivos teóricos e sua automatização em crivos computacionais, por exemplo, dispensam o registro manual de aplicadores e “orientam a coleta e a análise dos dados [...] e as ações sequentes do jogo para conduzir o indivíduo à inovação dos esquemas mentais e à metacognição de forma otimizada e automatizada” (MARQUES *et al.*, 2014, p. 924). Além disso, o formato digital dos *games* inteligentes também oportuniza a distribuição dos jogos em rede<sup>1</sup> e a coleta de dados em larga escala, de forma síncrona ou assíncrona.

## 3. Trilha Topológica do Jogo Neuropsicopedagógico ao Game Inteligente

O jogo escolhido para este estudo foi a Trilha Topológica, desenvolvido originalmente por Bärbel Inhelder, discípula de Piaget, e sua

<sup>1</sup>Os primeiros *games* inteligentes implementados estão disponíveis no link <http://activufrj.nce.ufrj.br/api/> e coletam dados em rede desde 2012.

equipe de pesquisadores, para observar como os jogadores organizavam seus procedimentos para deslocamento espacial. Para se tornar um *game* inteligente, esse jogo foi adaptado e implementado computacionalmente pelos autores deste artigo conjuntamente com colaboradores do Mestrado em Informática (PPGI/UFRJ). Inhelder *et al.* (1996) apresenta a descrição e a aplicação desse jogo que, na sua versão manipulável original, apresenta ao jogador regras explícitas para deslocamento em um tabuleiro quadriculado, utilizando peças de traçado de caminho, tudo confeccionado em cartolina (vide modelo na Figura 2). As regras para construção do caminho são apresentadas ao jogador antes do início do jogo e podem ser rerepresentadas quantas vezes ele solicitar ao aplicador.

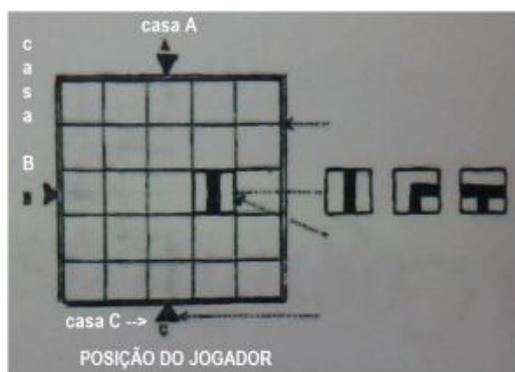


Figura 2. Jogo da Trilha Topológica em sua versão original (INHELDER *et al.*, 1996, p. 66).

O jogo da Trilha Topológica de Inhelder interessa-se por “examinar a forma pela qual procede um sujeito quando é convidado a ligar, através de uma estrada, três casas situadas na periferia de uma superfície quadriculada” (1996, p. 65). Para a montagem do caminho, o jogador dispunha de três tipos de peças, representando segmentos de um sistema de caminhos (retilíneos, em ângulo reto e em “T”), que devem ser alinhadas de acordo com o quadriculado do tabuleiro e conectadas sem rupturas, ou seja, o caminho construído deve ser contínuo, sem interrupções (OLIVEIRA *et al.*, 2012), conforme exemplos de soluções na Figura 3.

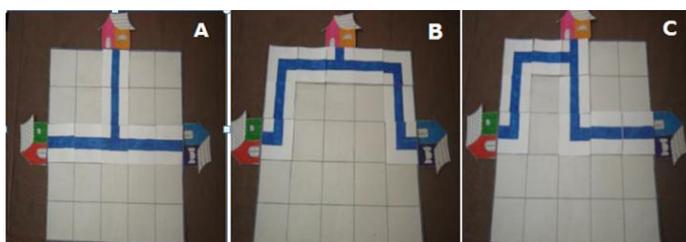


Figura 3. Solução Ótima (A) e outras soluções aceitáveis (B e C) para o Jogo da Trilha Topológica (OLIVEIRA *et al.*, 2012, p. 112).

Após o estudo científico do jogo original, prosseguiu-se à confecção do jogo em material concreto para iniciar a fase de aplicação com crianças de 4 a 9 anos de idade. Durante essa fase, percebeu-se que a mudança da posição do jogador em relação às casas, originalmente no lado da casa C (Figura 2), para a posição oposta à casa B, no lado sem casas (Figura 4), ampliava a investigação científica de Inhelder.



Figura 4. Registro de experimento, com destaque na nova área descoberta para estudo

Nessa nova posição do jogador, algumas *crianças* construíram o caminho a partir de si mesmas, conforme mostrado na Figura 4, acima. Elas iniciaram a colocação das peças no *quadrante “morto”*, onde não há casas, em direção às casas, deixando aparente a manifestação do egocentrismo cognitivo, segundo o princípio de centração de Piaget. Essa observação provocou a implementação digital do jogo com essa nova disposição espacial, a fim de verificar, posteriormente pela coleta de dados, a hipótese formada.

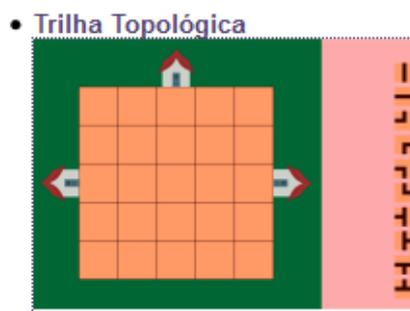


Figura 5. Game inteligente Trilha Topológica (versão computacional)

#### 4. Egocentrismo

O conceito referencia o princípio de centração de Piaget (1996), segundo o qual o indivíduo egocêntrico

é incapaz de diferenciar seu “eu” dos outros e, por consequência, só consegue ver o mundo a partir de sua própria perspectiva. Piaget e Inhelder (1967) aprofundaram o estudo afirmando que o egocentrismo infantil é um obstáculo a ser ultrapassado para que o pensamento da criança se torne lógico. Nesse sentido, deduz-se que a maturidade do ser humano vem do desenvolvimento cognitivo, e este pressupõe a diminuição crescente do egocentrismo para que ocorra a evolução do pensamento lógico-formal.

Os experimentos de Newcombe e Huttenlocher (1992) questionaram a visão de Piaget e Inhelder acerca do desenvolvimento da criança em relação à perspectiva espacial. Ainda assim, registraram certa manifestação egocêntrica de seus participantes, dentre outros aspectos, atestando que alguns demonstraram dificuldade de percepção da visão de outro ponto de referência que não o deles mesmos, denominado *ponto estratégico original*.

Numa disposição em padrão diamante (losango) de 4 objetos simétricos sobre um tabuleiro de madeira de 30cm, as crianças participantes em um desses experimentos submeteram-se a dois tipos de tarefa: seleção de figuras e perguntas sobre um item do tabuleiro. Em ambas, primeiro, a criança devia informar sua visão do conjunto, ou parte dele, a partir do seu local de observação do experimento (ponto estratégico original), e, em seguida, tomando como referencial um outro ponto ao redor do tabuleiro, determinado pelo avaliador.

Para fins de avaliação, o erro do avaliado foi definido como “egocêntrico” ou não, caso a resposta errada estivesse correta em relação à visão do sujeito a partir de sua própria posição ou não. Os resultados, em geral, apontaram *performance* alta dos avaliados quanto à visão do ponto estratégico original. Em contrapartida, ao tomar como referencial outro ponto estratégico, houve queda no nível de *performance*.

Apesar da crítica dos experimentos à sua teoria, considera-se para o presente artigo o pressuposto de Piaget e Inhelder (1967), em que *o sujeito denuncia seu egocentrismo por tomar sua própria posição espacial como referência para decisões e respostas diante de situações-problema*. Consideramos também para a pesquisa em andamento *a evolução do egocentrismo ao longo dos estágios de desenvolvimento cognitivo*, segundo Piaget (PIAGET *et al.*, 1996; LEFRANÇOIS, 2013).

## 5. Análise dos resultados

O primeiro passo foi excluir da coleta os dados relativos aos outros *games* inteligentes jogados, limitando-se o banco de dados desta pesquisa aos registros dos jogadores relativos ao Jogo da Trilha, e que o tivessem efetivamente jogado, ou seja, com registros de dados de reais jogadas do referido jogo. Em seguida, fez-se uma pesquisa neste conjunto de registros à procura de jogadores que houvessem manifestado egocentrismo, ao colocar peças no *quadrante “morto”* em algum momento do jogo.

Estimou-se também uma pontuação em relação à frequência de peças colocadas no referido quadrante, para traçar uma faixa de perfis cognitivos: do não-egocêntrico (*score* = 0) ao mais egocêntrico (*score* = 20), e por fim, retratar o resultado por meio de histogramas. Idades e sexos também foram considerados a fim de ampliar as possibilidades de análise.

A pesquisa no banco de dados coletado na Rio +20, com relação ao Jogo da Trilha Topológica, possibilitou o delineamento inicial de um estudo científico acerca do critério de Proximidade, que avalia o egocentrismo piagetiano na atualidade. Os histogramas a seguir sugerem a existência de uma curva de evolução do egocentrismo que, apesar de, na sua quase totalidade, coincidir com o previsto por Piaget (1996), ao seu final denuncia uma alarmante alteração.

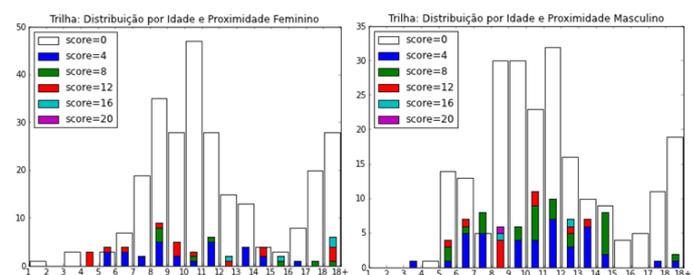


Figura 6. Histogramas pontuando o critério Proximidade por Idade e Sexo

A projeção gráfica dos dados segue os altos e baixos da manifestação egocêntrica no indivíduo, segundo as fases de desenvolvimento cognitivo descritas pelo teórico: é mais notória dos 2 aos 7 anos de idade, quando ele e o mundo são um só; regride um pouco por volta dos 7 aos 11 anos de idade, devido à socialização no meio escolar; na adolescência, volta a reincidir, ao atribuir grande poder a si e ao próprio pensamento; e a partir dos 17 anos de idade, tende a desaparecer, devido ao ingresso no mundo do

trabalho.

Em relação à última fase, no entanto, observa-se um dado novo: o final da curva de ambos os sexos sugere uma inesperada reincidência do egocentrismo na fase adulta, merecendo destaque a curva feminina, que se apresenta em aparente evolução reversa à curva masculina. Enquanto os homens parecem atingir uma maior maturidade na fase adulta, após um longo período extremamente egocêntrico; as mulheres adultas apontam um nível egocêntrico preocupante (com alta pontuação), após visível equilíbrio na infância e adolescência, tendo no modelo competitivo da sociedade atual uma possível explicação, o que poderá ser confirmado ou não após conclusão da pesquisa em andamento.

## 6. Considerações finais

Este trabalho apresenta os *Games* Inteligentes, que são jogos computacionais com propósito científico. Esses jogos são denominados *inteligentes* por serem dotados de uma inteligência computacional que orienta a coleta de dados do percurso do jogador, de modo a oportunizar novas descobertas científicas sobre aspectos da cognição humana e o funcionamento microgenético do cérebro.

Esse potencial científico dos *games* inteligentes foi demonstrado por meio do jogo da Trilha Topológica. Em sua versão original, esse jogo foi utilizado para observar como os jogadores organizavam seus procedimentos para deslocamento espacial. No entanto, evidenciou-se a possibilidade de se investigar o egocentrismo cognitivo na versão computacional. Tomando como referência as pesquisas de Piaget, a análise da 1ª coleta de dados do jogo revelou novas informações sobre o egocentrismo na atualidade: uma inesperada reincidência do egocentrismo na fase adulta, merecendo destaque a curva feminina, que se apresenta em aparente evolução reversa à curva masculina.

## Referências

INHELDER, B. *et al.* **O Desenrolar das Descobertas da Criança: um estudo sobre as microgêses cognitivas.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da Aprendizagem.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

LEMONS, M. K. *et al.* **Fio Condutor Microgenético:**

uma técnica para a mediação metacognitiva em jogos computacionais. **Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE)**, v. 22, nº 1. DOI: 10.5753/RBIE.2014.22.01.1, 2014.

MARQUES, C. V. *et al.* **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, 2009.

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.

NEWCOMBE, N.; HUTTENLOCHER, J. **“Children’s Early Ability to Solve Perspective-Taking Problems”**, **Developmental Psychology**, Vol. 28, No. 4, 635-643. Publishing Press, 1992.

OLIVEIRA, C. E. T. *et al.* **“Análise Cognitiva Estrutural, Funcional e Linguística de Procedimentos Lógicos Microgenéticos do Conhecimento, na Solução de Problemas”**, Relatório Técnico (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais (NCE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

PIAGET, J.; INHELDER, B. **The Child’s Conception of Space.** New York: Norton, 1967.

PIAGET, J. **Cinco Estudos de Educação Moral.** São Paulo: Casa do Psicólogo, 1996.