
Definição Formal de Táticas de Xadrez por Meio da Autoria Incremental de Conceitos Heurísticos

Alexandre Feitosa^{1,2}, Alexandre Direne², Fabiano Silva², Luis de Bona², André Guedes², Marcos Castilho², Marcos Sunyé², Laura García²

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Avenida Alberto Carazzai no 1.640, Cornélio Procópio – PR - CEP 86.300-000

²Universidade Federal do Paraná - C3SL - Departamento de Informática
Caixa Postal 19.081, Curitiba – PR – CEP 81.531-980

alexandrefeitosa@utfpr.edu.br, prdcoord@c3sl.ufpr.br

Abstract. *The paper presents the research results about a formal and incremental definition of heuristics knowledge for games. Firstly, a critical analysis of the existing concepts, intrinsic to heuristic knowledge formalization in games, took place, including temporal-, spatial- and material-advantage aspects, which also considered symmetry across de players. Secondly, a heuristics definition language, called DHJOG, was proposed. The language allows the complete formalization of heuristic knowledge so that it can be applied in simulated two-player matches. The definition of heuristic parameters is based on the formalisms of Production Rules and Finite State Machines. Finally, a prototype authoring tool was implemented and now serves as a means to validate the DHJOG language in Chess training centres.*

Resumo. *O artigo apresenta os resultados da pesquisa sobre a definição formal e incrementável de conhecimentos heurísticos de jogos. Primeiramente, foi realizada uma análise crítica dos conceitos existentes e inerentes à formalização de conhecimentos heurísticos de jogos, incluindo fundamentos como vantagem espacial, temporal e material, os quais foram cuidadosamente observados inclusive sob seus aspectos de simetria em relação aos jogadores. Na segunda etapa, foi especificada uma linguagem para a definição de heurísticas de jogos, chamada DHJOG. Essa linguagem permite a formalização completa destes conhecimentos heurísticos e o uso da especificação criada para alimentar um simulador de partidas de dois jogadores. A definição de parâmetros heurísticos se fundamenta em Regras de Produção e Máquinas de Estados Finitos. Finalmente, um protótipo de ferramenta de autoria foi implementado e serve agora como meio para a validação da linguagem DHJOG em escolas de Xadrez.*

1. Introdução

Os jogos heurísticos, como *Xadrez* e *Go*, se distinguem dos chamados “jogos de azar” por não possuírem nenhuma componente aleatória em seu contexto de planejamento do movimento das peças no tabuleiro. O ensino de jogos heurísticos é normalmente realizado através de aulas expositivas, onde o instrutor apresenta as regras básicas de

movimento das peças e, o quanto antes, conduz estudos de casos contextualizados sobre partidas reais ou hipotéticas. Nesse processo, o aluno é levado a desenvolver habilidades para identificar, relacionar, e valorar as possíveis vantagens que podem ocorrer durante uma partida. Tais vantagens são organizadas em 3 grandes classes: (a) material; (b) espacial; (c) temporal. A de natureza material se refere aos pesos relativos entre os diferentes tipos de peças ao passo que a espacial considera a posição das peças no tabuleiro, ambas em um dado instante da partida. A terceira vantagem sintetiza elementos de evolução da partida (fases), sempre contabilizada em relação ao jogador e seu oponente, assim como nas duas primeiras classes.

A adoção de táticas específicas por parte do jogador, derivadas das classes citadas, pode acelerar a conquista de uma partida. Todavia, é possível identificar vários problemas nessa abordagem de ensino. Primeiramente, muitos conceitos sobre táticas de como atingir vantagens são tratados de maneira subjetiva e entrelaçada, sem um formalismo claro que os separe nas três grandes classes citadas acima. Por exemplo, no Xadrez existe a tática de dominar o centro do tabuleiro na abertura do jogo, mas não existe nenhum formalismo que deixe claro para o aprendiz iniciante quando uma partida está na fase de “abertura,” quais casas constituem o “centro” do tabuleiro e de que forma uma região pode ser considerada “dominada.”

Em segundo lugar, mesmo que o aprendiz analise registros de partidas onde um lance tenha sido informalmente adotado, ele terá dificuldade em identificar a tática que o jogador aplicou mentalmente durante o jogo para decidir o quão plausível era o lance que lhe conferiu a vantagem. A prática mostra que a perícia desta percepção de táticas específicas só é alcançada depois da análise exaustiva de várias partidas e do uso das citadas táticas em um número muito grande de competições (centenas, ou até milhares).

Em terceiro, a validação do aprendizado apenas através da participação em competições é um processo impreciso pois, ao final de cada partida, apenas se constata a vitória, o empate ou a derrota do aprendiz. Um instrutor poderá, acompanhando a partida, perceber quais técnicas o aprendiz tentou utilizar, mas não conseguirá, de forma precisa, enumerar os parâmetros assumidos mentalmente na decisão de cada um dos lances. Tal quadro de imprecisão e falta de formalismos oferece dificuldades aos instrutores na composição de explicações destinadas à correção de postura.

Por último, essa abordagem didático-pedagógica não direciona o aprendiz a entender explicitamente o conceito-chave de heurística e não o estimula a formalizar suas decisões, adotadas passo-a-passo durante a condução das partidas. Tais limitações se devem em muito à falta de linguagens e ferramentas que permitem aos especialistas, instrutores e aprendizes descrever formalmente seus conhecimentos heurísticos sobre um jogo, o que facilitaria muito a troca desses conhecimentos especificados entre os membros da comunidade. Em boa parte, a escassez de estudos científicos nesse campo se deve à dificuldade de se conceber *representações externas* (RE) que sejam de fácil assimilação por parte de usuários leigos, principalmente crianças sem conhecimentos de Inteligência Artificial, para que sejam *autores* de parâmetros heurísticos.

Este trabalho apresenta novos conceitos e ferramentas de software para a definição (*autoria*) formal e incremental de conhecimentos heurísticos de jogos. Ele também serve de base para o projeto e desenvolvimento de mecanismos mais genéricos que apóiam a aprendizagem de conceitos em diversas disciplinas do currículo escolar

(Matemática, Física, etc.) por fazerem uso de parâmetros heurísticos como um meio para estimular competências de finalidade educacional (Qin *et alli.*, 1995).

2. Resenha literária

Várias pesquisas e sistemas foram desenvolvidos utilizando jogos no processo educacional. As ferramentas existentes atualmente para o ensino de jogos se preocupam apenas em apresentar suas regras básicas e, logo em seguida, enfrentar o aprendiz humano como um adversário artificial. Fora do mundo comercial, também não foram encontrados na literatura de pesquisa, trabalhos que enfocam a aprendizagem livre (Netto, 2005), a formalização e a validação de conceitos heurísticos. Um dos poucos exemplos desse último foi o estudo realizado por Gadwal *et. alli.* (2000), que foi dirigido ao apoio do ensino de táticas específicas do Xadrez, mas não dos conceitos heurísticos explícitos do jogo.

Em campos paralelos aos da pesquisa em jogos educacionais, o conceito de representação externa (RE) foi definido como o uso de técnicas para descrever, organizar e apresentar conhecimento ao usuário. A utilização de diagramas, textos e gráficos são exemplos clássicos do uso de técnicas de representação externa. Autores como Zhang (2001) mostram como é importante o uso adequado de REs para facilitar a solução de problemas complexos. O benefício mais evidente do uso de representações externas (RE) é o de facilitar o processo de memorização, reduzindo a carga cognitiva necessária para se realizar uma tarefa. Todavia, essa ainda não é a sua característica fundamental. Uma RE pode possuir as seguintes propriedades (Zhang, 2001): (a) prover informações que podem ser usadas diretamente sem nenhuma interpretação ou formulação explícita; (b) fixar comportamento cognitivo; (c) mudar a natureza das tarefas a serem realizadas, podendo torná-las mais fáceis ao usuário.

Swidersk (2001), por sua vez, propõe a criação de uma ferramenta de controle de conteúdos educacionais em sistemas hiperídia. Esta ferramenta possibilita ao usuário controlar quais tipos de mídias são mostrados (vídeo, som, texto, etc.) e qual nível de detalhamento das REs deve ser aplicado na apresentação. Dessa forma, o aprendiz pode acomodar a interface ao seu nível de conhecimento e às suas preferências. Se ele for um usuário iniciante, pode escolher o acesso a menos detalhes sobre um conteúdo e utilizar mídias mais simples, como o vídeo. A partir do momento em que ele se sentir confortável com o tema, pode querer aprofundar os estudos. Para isso, ele altera a interface para apresentar mais informações e para utilizar REs mais complexas, como diagramas, textos e fórmulas.

Nos estudos feitos por Ainsworth & Labeke (2004), sucedidos pelos de Major *et.alli.* (1997), é discutida a importância do uso de várias formas de RE em ambientes de aprendizagem, as quais foram chamadas de MRE (*Múltiplas Representações Externas*). O referido trabalho descreve o sistema *Calques3D* para apoio ao ensino de conceitos geométricos. Nesse sistema existem diferentes formas de RE que são utilizadas para apresentar o mesmo conhecimento, só que por abordagens diferentes. Por exemplo, por meio do *Calques3D*, é possível criar uma figura geométrica e analisá-la através de uma visão 3D, de uma visão 2D, pela lista de figuras geométricas que a compõem, ou ainda pelas fórmulas matemáticas que a descrevem. Isto permite que o aprendiz tente utilizar a RE que mais se adapta à sua capacidade cognitiva atual.

Também se dedicando às pesquisas em MREs, Joolingen (1999) apresentou um estudo realizado sobre o uso de REs em um ambiente colaborativo de ensino, onde os aprendizes podem modelar e simular modelos matemáticos. Ele utilizou neste sistema três tipos de REs: gráfica (na forma de um grafo), textual (fórmulas matemáticas) e dinâmico-visual (um gráfico de execução do modelo). Durante os experimentos realizados, a RE de natureza dinâmico-visual estava acessível a todos os aprendizes para que pudessem validar os modelos criados. Foi observado que apenas os aprendizes que utilizaram a representação textual conseguiram efetuar comparações entre a simulação esperada e o gráfico da representação dinâmico-visual.

3. Conceitos fundamentais para a definição de heurísticas

3.1. A linguagem *DHJOG* e a valoração heurística

Nos diversos contextos de um jogo, cada tipo de peça poderá ter uma importância maior ou menor para um jogador, de acordo com a visão que ele tem de como a peça pode ajudá-lo a conquistar a vitória. Tal importância é definida atribuindo-se a cada tipo de peça um valor inicial. Por exemplo, no Xadrez, o Peão poderia valer 1, a Torre 2, o Cavalo 4, etc. O valor escolhido deve levar em consideração as características e comportamentos da peça, comparando-a sempre com os demais tipos existentes, de forma independente de situações específicas do jogo. No Xadrez, um Peão sempre é considerado uma peça mais fraca do que uma Dama, pelas suas limitações de ação. Tal constatação pode ser atingida rapidamente por meio de uma competição artificial.

A partir dos estudos realizados neste trabalho sobre os parâmetros heurísticos existentes em uma situação de jogo e a relação entre eles, foi definida uma linguagem para a definição de heurísticas de jogos, chamada *DHJOG*. Ela é formada por vários componentes distintos (etapas, estimativas, primitivas, etc..) que possibilitam a formalização de uma ampla gama de conhecimentos heurísticos de um jogo. Em particular, a *DHJOG* possui vastos recursos de primitivas lógico-matemáticas com grande expressividade e formalismo. Os tipos de primitivas disponíveis são: (a) aritméticas; (b) geométricas; (c) lógicas; (d) algébricas.

3.2. Níveis de expressividade da linguagem *DHJOG*

As funcionalidades para a formalização de parâmetros heurísticos de jogos disponíveis na linguagem *DHJOG* foram agrupadas em níveis de expressividade. Quanto maior o nível, mais conhecimento é necessário ao Autor e mais recursos da linguagem estarão disponíveis para serem utilizados. As principais vantagens resultantes desta abordagem são (a Tabela 1 traz os níveis de expressividade criados para a linguagem *DHJOG*):

- permite-se realizar uma análise profunda sobre os elementos da linguagem, a relação entre eles, o grau de complexidade, e de expressividade de cada um;
- o autor iniciante pode, desde o primeiro momento, utilizar a linguagem para a criação de heurísticas simples de um jogo e acompanhar o desempenho dessas heurísticas em partidas automáticas;
- a ferramenta de edição de heurísticas permite que o usuário acomode a interface ao seu conhecimento e experiência na criação de heurísticas, possibilitando melhor utilização da aplicação tanto para usuários iniciantes quanto para avançados.

Nível		Descrição da Expressividade Permitida
1	Iniciante	Neste nível o aprendiz praticará a alteração dos valores iniciais de cada tipo de Peça.
2	Básico	Neste nível o aprendiz poderá definir regiões e criar Heurísticas de Valor de Peça.
3	Intermediário	Neste nível o aprendiz poderá criar Heurísticas de Valor de Jogo.
4	Pleno	Neste nível o aprendiz poderá definir novas Etapas e criar os critérios de transições entre elas (Heurísticas de Transição de Etapas).
5	Avançado	Neste nível o aprendiz poderá alterar as Expressões de Cálculo Heurísticos de cada Etapa criada.
6	Especialista	Neste nível o autor poderá alterar e codificar novas funções internas.

Tabela 1 – Níveis de Expressividade da Linguagem *DHJOG*

4. Ferramenta de autoria de heurísticas

Nesta seção iremos discutir as técnicas e representações externas adotadas no desenvolvimento do protótipo da ferramenta de autoria de heurísticas que utiliza a *DHJOG*.

4.1. Adaptação de Interface ao Nível de Conhecimento do Usuário

Na linguagem *DHJOG*, foram especificados níveis de expressividade. Cada nível indica uma faixa de conhecimento heurístico, de esforço cognitivo e de elementos de formalização heurística. Quanto mais alto o nível, maior conhecimento e experiência são necessários ao aprendiz (autor) e maior será o poder de representação heurística disponível. O autor, no momento da criação de um novo conjunto de parâmetros heurísticos, deverá definir qual nível de expressividade pretende utilizar na edição. A interface da ferramenta irá adaptar-se para prover apenas funcionalidades compatíveis ao nível de expressividade selecionado. Essa adaptação incluirá ações como ocultar, exibir ou adaptar as funções do sistema e as representações externas utilizadas dentro no nível.

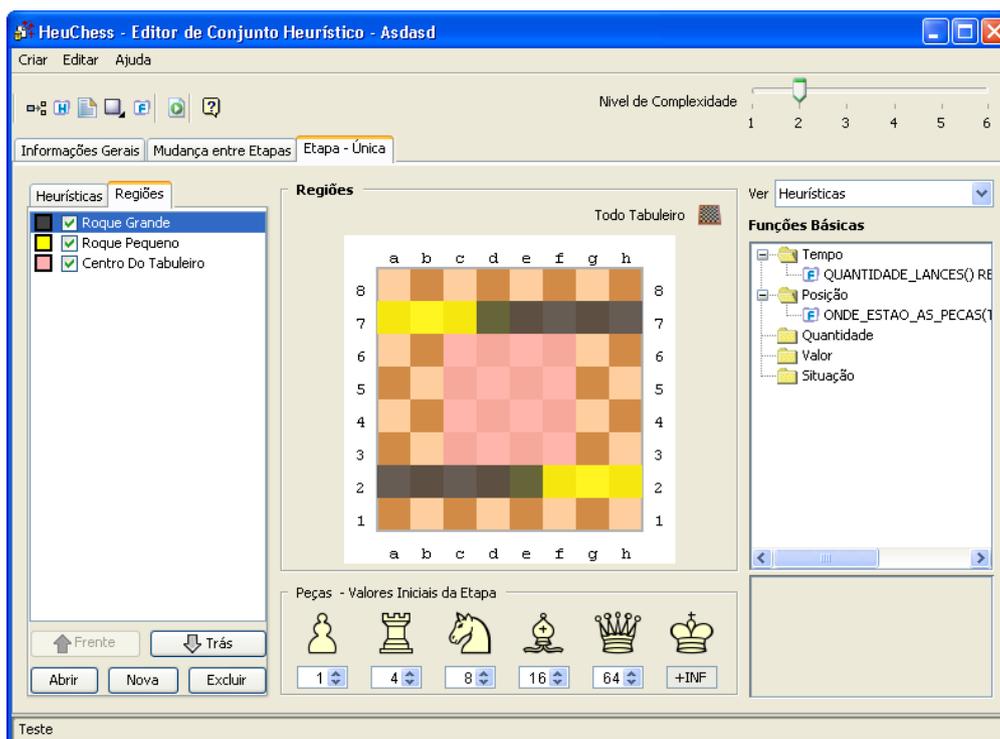


Figura 1 – Tela de Edição de Etapas e de Visualização de Regiões

A interface do editor apresenta no seu canto superior direito um item chamado “Nível de Complexidade”, o qual exibe o nível de expressividade da linguagem *DHJOG* atualmente em uso. O termo complexidade foi utilizado em detrimento do termo expressividade por ser mais compreensível aos usuários iniciantes. A Figura 1 apresenta a interface do Editor de Heurísticas e o item discutido.

O autor poderá, a qualquer momento, alterar o nível de complexidade do conjunto de parâmetros heurísticos atualmente aberto no editor. O simples fato de alterar este nível fará primeiramente com que a interface questione o usuário sobre essa ação e caso ele confirme a intenção de fazê-la, a interface será adaptada para contemplar o novo nível de expressividade selecionado. Isto possibilita que o aprendiz possa avançar para o próximo nível no instante em que se sentir confortável com o conhecimento estudado até o momento.

4.2. Utilização de Facilitadores de Tarefas - *Wizards*

A formalização de heurísticas de jogos usando a linguagem *DHJOG* é um processo que compreende a especificação de vários elementos, tais como: conjunto de parâmetros heurísticos, etapa, anotação, função e região. A ferramenta de autoria de heurísticas possui interfaces para auxiliar o autor no processo de criação, alteração e exclusão desses itens. Tais interfaces foram projetadas com o enfoque de direcionar o usuário durante toda a realização da tarefa, especificando um caminho a ser seguido, oferecendo apenas as opções de ações válidas para o contexto atual e validando automaticamente as entradas feitas pelo usuário. Interfaces que seguem esta linha de desenvolvimento são comumente chamadas de “*Wizards*”.

4.3. Definição Visual de Regiões

Na linguagem *DHJOG* é possível especificar uma lista de posições de jogo chamada “região.” Esta lista pode ser utilizada como parâmetro para funções de identificação de contextos. Na ferramenta de autoria foi criada uma interface específica para a definição visual de regiões. Nessa interface, o autor poderá utilizar ferramentas que seguem o padrão de aplicações de editoração gráfica, tais como:

- *Retângulo* (permite desenhar um retângulo no tabuleiro onde as casas que estão inclusas nesta figura serão pertencentes à região);
- *Lápis* (permite marcar casas do tabuleiro, uma a uma, como se fossem pontos, sendo que cada casa marcada está incluída na região);
- *Borracha*: (apaga uma casa marcada pela ferramenta lápis ou um retângulo desenhado no tabuleiro, eliminando as casas da região definida);
- *Seleção* (permite selecionar uma figura desenhada no tabuleiro, um retângulo ou ponto, e movê-la para outra posição).

Como é possível criar várias regiões a serem utilizadas pelas heurísticas formalizadas, foi necessário também projetar um mecanismo que permite ao usuário verificar quais regiões foram definidas até o momento. A técnica escolhida segue o mesmo princípio das ferramentas de editoração gráfica para que seja de fácil uso pelos jovens. É apresentada ao autor a figura de um tabuleiro de Xadrez onde as regiões definidas são desenhadas sobre ele, cada qual com uma cor específica. Como é possível a existência de regiões que se sobrepõem, cada região é desenhada usando o efeito de semi-transparência. Isso permite ao usuário a opção de movimentá-las para frente (cima) ou para trás (fundo) e de defini-las como visíveis ou não (vide Figura 1).

4.4. Diagrama de Transição entre Etapas

No momento da criação do conjunto de parâmetros heurísticos, uma etapa padrão será associada automaticamente a ele. De acordo com o progresso da assimilação de conhecimento por parte do aprendiz sobre a definição de parâmetros heurísticos, ele poderá aumentar o nível de expressividade a ser utilizado. Quando o nível for igual ou superior a quatro (“pleno”), ele poderá definir novas etapas para o conjunto de parâmetros e regras de transições entre elas.

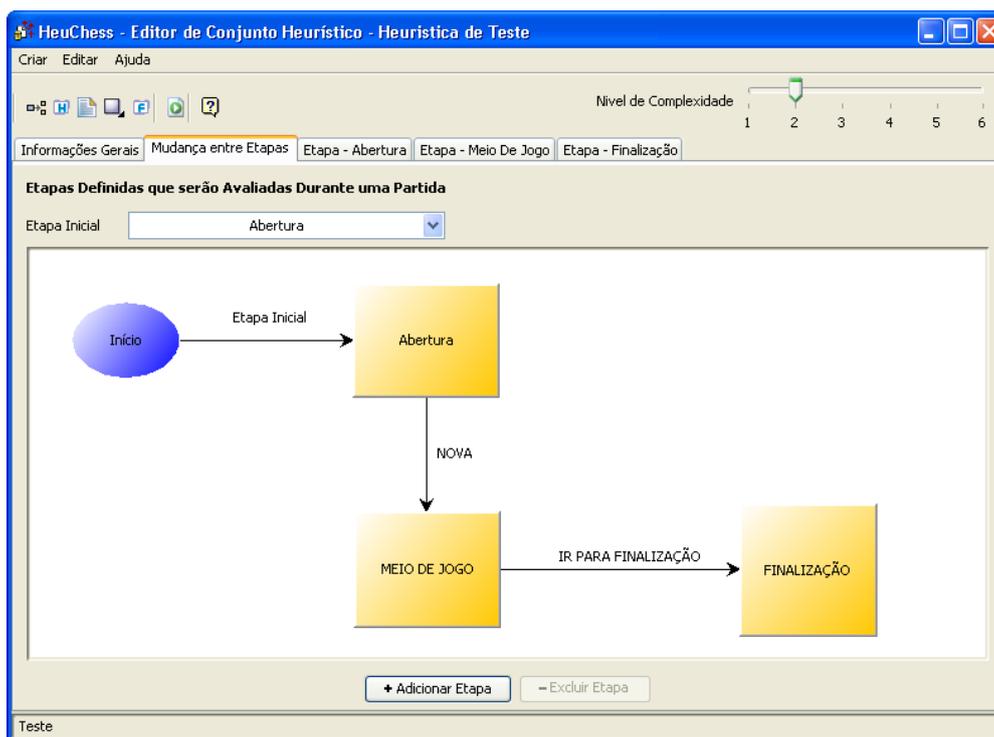


Figura 2 – Diagrama de Transições entre Etapas

Com o intuito de facilitar a compreensão desses conceitos, foi definida uma aba específica no editor para conter elementos de representação externa das transições definidas entre as etapas. Esta representação é na forma de um diagrama de Máquina de Estados, onde temos um símbolo para indicar o estado inicial (elipse), setas para indicar as transições (a ponta da seta indica o estado destino), e vértices que indicam os estados possíveis (retângulos). A Figura 2 apresenta a aba de mudança entre etapas

4.5. Geração Automática de Codificação Heurística

O processo de formalização de conhecimento heurístico de jogo utilizando a linguagem *DHJOG* resulta em vários elementos codificados, os quais são: parâmetros, regiões, valores iniciais de peça, e funções de identificação de contexto. A ferramenta de autoria de heurísticas deixa transparente para o usuário o processo de geração destas codificações. Um aprendiz iniciante não precisa ter contato com a representação intermediária da linguagem *DHJOG*, sendo que apenas as representações externas de mais alto nível são utilizadas num primeiro momento. A Figura 3 apresenta a especificação de uma heurística de valor de peça, na aba principal da tela de edição do parâmetro heurístico.

Ao alcançar o nível quatro (pleno) de expressividade, serão disponibilizadas ao aprendiz as abas para a visualização da codificação gerada pela ferramenta. Isto permitirá ao usuário associar as alterações feitas em um elemento heurístico com as alterações geradas na sua codificação. Entender o processo (sintaxe e semântica) da implementação destes elementos é um pré-requisito fundamental para se atingir o nível seis (especialista). Nesse nível, o autor poderá alterar e criar funções de identificação de contextos. A Figura 4 apresenta uma aba de código gerado com a implementação da heurística de valor de peça apresentada na Figura 3.

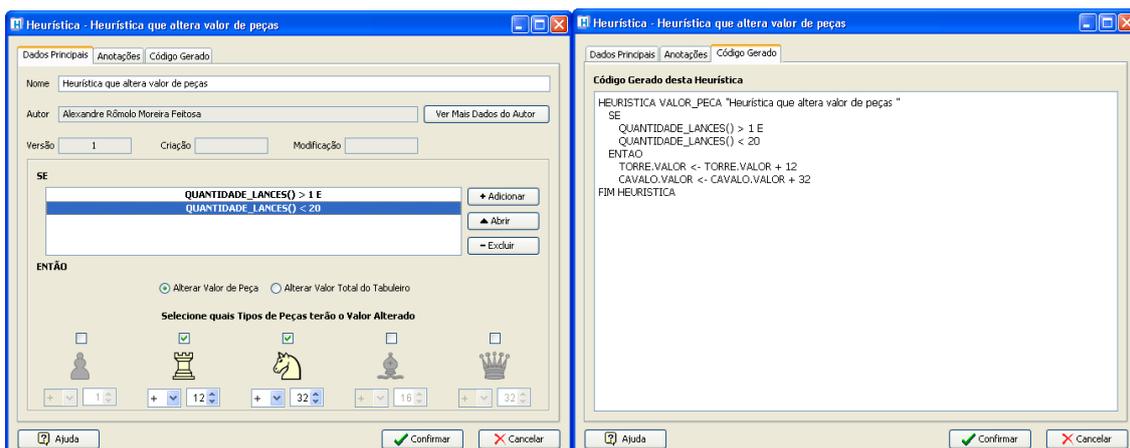


Figura 3 – Aba Principal

Figura 4 – Aba Código Gerado

5. Conclusão e trabalhos futuros

Apresentamos neste trabalho conceitos e ferramentas que propiciam a definição formal e incrementável de conceitos heurísticos de Xadrez. Este estudo está integrado a um projeto de apoio computacional ao ensino de Xadrez nas escolas brasileiras (Martineschen *et. all.*, 2006). Após os estudos realizados durante o levantamento bibliográfico sobre esse assunto e os temas correlatos, ficou constatado que não existem trabalhos semelhantes com a abordagem de ensino, e nem sobre o uso da formalização de conhecimento heurístico de jogos com benefício direto para disciplinas do currículo escolar.

Como trabalho futuro, já foi iniciado o projeto de um assistente inteligente que possa monitorar o aprendiz durante o uso dos recursos do sistema, auxiliando-o no processo de compreensão e melhoria do desempenho dos parâmetros heurísticos do Xadrez. Isso é feito por meio da oferta de novas representações externas na interface de autoria que facilitam a descoberta de conhecimento motivada pelo aprendiz. Por exemplo, um gráfico dinâmico decompondo a ativação de cada parâmetro heurístico na avaliação de situações de jogo deverá funcionar como uma ferramenta de depuração para complementar o ambiente e autoria e aprendizagem.

Referências

- AINSWORTH, S., Labeke, N. (2004). *Multiple forms of dynamic representation*. Learning and Instruction, 14(3):241.255, 2004.
- MARTINESCHEN, D., Direne, A., Bona, L., Silva, F., Castilho, M., Guedes, A., Sunyé, M. (2006) Alternância entre competição e colaboração para promover o aprendizado por meio de heurísticas de jogos. Anais do WIE2006 - Workshop sobre Informtica na Escola, p. 1-10. Campo Grande.
- GADWAL, D., Greer, J. E., McCalla, G. (2000). *Tutoring bishop-pawn endgames: An experiment in using knowledge-based Chess as a domain for intelligent tutoring*. Relatório Técnico, Department of Computational Science, University of Saskatchewan, Canadá.
- JOOLINGEN, W. R. van, (1999). *Cognitive tools for discovery learning*, International Journal of Artificial Intelligence in Education, 10, 385-397.

-
- MAJOR, N, Ainsworth, S. and Wood, D. (1997). *REDEEM: Exploiting symbiosis between psychology and authoring environments*. International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED), 8, 317-340.
- NETTO, J. F. M., Tavares, O. L., Menezes, C. S. (2005). *Um Ambiente Virtual para Aprendizagem de Xadrez*. Workshop - Jogos Digitais na Educação (XVI SBIE), 2005, Juiz de Fora - MG. Anais do XVI SBIE (versão digital).
- QIN, Z., Jhonson, D. W e Jhonson, T. J. (1995). *Cooperative versus competitive efforts and problem solving*. Reviews of Educational Research, 65, 129-143.
- SWIDERSK, Z., Parkes, A., (2001). *A Volume Mechanism for Content-Based Control of Multimedia*, em AI-ED 2001, Workshop External representations in AIED, San Antonio, Texas.
- WILLIAMS, B. (2001). *The Role of External Representations in Intelligent Tutoring System authoring: Supporting localised decision making in a complex and evolving global context*. Workshop External representations in AIED, San Antonio, Texas.
- ZHANG, J. (2001). *External Representations in Complex Information Processing Tasks*. Encyclopedia of Library and Information Science, Marcel Dekker, New York.