

Conceitos e Ferramentas de Apoio ao Ensino de Xadrez nas Escolas Brasileiras

Alexandre Direne , Luis Bona ,
Fabiano Silva , Gabriel dos Santos ,
André Guedes , Marcos Castilho ,
Marcos Sunyé , Celso Hartmann ,
Pedro de Andrade Neto , Samuel de Mello ¹ ,
Jaime Sunyé Neto , Wilson Silva ²

¹ Departamento de Informática – UFPR,
Centro Politécnico, Jardim das Américas,
CEP: 81.531-980 – Curitiba – PR

²Centro de Excelência do Xadrez,
Universidade do Esporte do Paraná,
Rua Pastor Manoel Virgílio de Sousa, 1310 - Tarumã
CEP: 82.810-400 – Curitiba – PR

alexnd, bona, fabiano @inf.ufpr.br, xadrez@cex.org.br

Abstract. *This paper describes concepts and software tools aimed at supporting Chess tutoring in Brazilian public schools. The context of Educational Technology applied here is based on Free Software, allowing both authoring of courseware material and computer-based learning by experimentation and competition. Most computer-based systems for Chess tutoring assume that the human user is a Chess master, not a learner. We describe details of the tools as well as their catalogue of Chess configurations, built in real environments of Chess tutoring in the school practice. The project is developed in collaboration with Federal agencies as well as the Paraná State government.*

Resumo. *Este artigo descreve conceitos e ferramentas de software destinadas a apoiar o ensino de Xadrez nas escolas públicas brasileiras. O contexto de Tecnologia Educacional aqui aplicado é o de ferramentas baseadas em Software Livre, capazes de permitir tanto a autoria do material eletrônico de um curso quanto o aprendizado por experimentação e competição. A grande maioria dos sistemas para o ensino de Xadrez assume que o jogador humano é um especialista e não um aprendiz. São descritos alguns detalhes das ferramentas assim como seus catálogos de posições construídas em ambientes realistas da prática do Xadrez nas escolas. O projeto vem sendo desenvolvido em cooperação com os Governos Federal e Estadual do Paraná.*

1. Introdução

Este artigo descreve, de forma bem genérica, conceitos e ferramentas de software em uma linguagem acessível aos participantes do WIE–2004. Uma versão bem mais aprofundada dos aspectos científicos e tecnológicos está sendo preparada para ser submetida para o SBIE–2004.

O objetivo geral deste projeto de pesquisa e desenvolvimento é de utilizar o estado-da-arte em termos de Tecnologia Educacional baseada em Software Livre e suas áreas associadas (principalmente a Psicologia Cognitiva e a Inteligência Artificial) para melhorar a qualidade do ensino de Xadrez nas escolas públicas brasileiras que atuam nos níveis fundamental e médio. Neste contexto, “melhoria” significa tanto uma redução no tempo médio necessário a um indivíduo para que este aprenda a jogar Xadrez quanto um aumento na capacidade de analisar posições do tabuleiro e de definir táticas/estratégias de jogo. A iniciativa vem sendo conduzida sob a forma de um projeto piloto em parceria entre as seguintes entidades: (a) o Departamento de Informática da Universidade Federal do Paraná (UFPR); (b) o Governo Federal por meio dos Ministérios da Educação e dos Esportes; (c) o Governo do Estado do Paraná por meio de sua Secretaria de Educação e do Centro de Excelência em Xadrez do Estado do Paraná.

O projeto piloto é de natureza interdisciplinar e conta com o apoio de especialistas em diversas áreas. Os conceitos abordados pela equipe de autores deste artigo se limitam apenas às especialidades de Xadrez e Ciência da Computação. Esta parte do projeto piloto tem o título de PROTEX (Projeto de Tipificação do Ensino de Xadrez).

Os objetivos específicos deste projeto são os de:

- Realizar a manutenção permanente do atual servidor de rede de computadores do Centro de Excelência em Xadrez (www.cex.org.br) e garantir a disponibilidade de seu código aberto para acesso mundial, na forma de Software Livre aperfeiçoado, sob a coordenação do projeto internacional Chessd no provedor SourceForge – www.sf.net).
- Produzir um módulo complementar de cadastramento de alunos das escolas públicas brasileiras na forma que um registro de avaliação de rendimento escolar detalhado que seja mantido para cada aluno, em conjunto com o funcionamento do servidor de rede citado acima.
- Produzir um novo módulo servidor de rede de computadores para o Xadrez, também baseado em Software Livre, que permita a sua expansão futura para gerir, de forma centralizada, todos os registros de alunos das escolas públicas brasileiras (este programa servidor irá substituir integralmente o servidor acima citado).
- Produzir o protótipo de **ferramenta de autoria** para que professores possam criar material de curso destinado à **tipificação do ensino de Xadrez**.
- Produzir o protótipo de um novo tutor automático destinado ao ensino de Xadrez. O sistema tutor será acoplado à ferramenta de autoria e abordará dois problemas distintos:
 1. O treinamento de aprendizes para que estes possam definir **aspectos heurísticos** de posições de Xadrez de forma sistemática e testar o poder de tais aspectos por meio de uma **competição automática** entre as heurísticas de outros aprendizes;

2. O treinamento de aprendizes para que estes possam efetuar diagnóstico eficaz de uma situação do tabuleiro e de definir uma estratégia apropriada de jogadas (especialmente quando a situação a ser identificada pode ser facilmente confundida com outra cujas jogadas diferem substancialmente).
- Testar os protótipos das ferramentas de autoria, de competição e de ensino com professores e estudantes das escolas em ambiente real.
 - Aperfeiçoar os protótipos à luz de resultados empíricos e produzir versões mais refinadas de tais ferramentas, que possam ser usadas por alunos das escolas públicas brasileiras.

O trabalho terá duração de dois anos e está previsto para terminar em dezembro de 2005. Ele conta com o envolvimento de professores/pesquisadores e alunos do Departamento de Informática da UFPR no sentido de alavancar a fase primária da construção dos módulos citados acima nos objetivos específicos, construir sub-protótipos derivados da interface e realizar o desenvolvimento dos softwares, deixando-os em estado final.

O projeto é relevante e requer vários esforços em linhas originais de produção de conhecimento interdisciplinar. As próximas seções deste artigo descrevem uma parte dos aspectos teóricos e práticos envolvidos no empreendimento.

2. Trabalhos correlatos

O ensino de conceitos visuais assistido por computadores ainda se encontra em estágios primários de desenvolvimento (Sharples, 1991). Por exemplo, em conceitos de Radiologia médica, a habilidade de classificar imagens, de identificar características visuais (ocultas ou não) e de descrever anomalias constitui uma parte crítica do treinamento de radiologistas. Pesquisadores da área de Inteligência Artificial têm feito esforços para produzir tutores para imagens médicas que se baseiam em projeto de sistemas apoiado por “modelos cognitivos” (Sharples, 1991), onde os requisitos do sistema computacional são derivados de uma fase anterior de análise fundamentada em teorias de *psicologia da cognição*. Tais teorias são provenientes da literatura sobre o ensino de conceitos em geral, combinada com a teoria de “protótipos” para a formação de tais conceitos (Mervis and Rosch, 1981) e estudos a respeito das diferenças fundamentais entre alunos iniciantes, de nível intermediários, e especialistas na interpretação tanto de imagens médicas quanto de posicionamento de peças em um tabuleiro de Xadrez (Lesgold, 1989).

Trabalhos mais recentes foram desenvolvidos na área de Ferramentas Automatizadas para Projeto de para Sistemas Tutores Inteligentes (STI), aplicados ao ensino de conceitos visuais apoiado por computador (Direne, 1993). Na medida do possível, a incorporação de resultados de pesquisa básica na área de imagens médicas (du Boulay 1988, 1992, Teather 1985, du Boulay 1987, Wills 1981, Morton 1984) tem sido tentado como forma de cobrir o grande espaço existente entre campos interdisciplinares de desenvolvimento. Tal cobertura pode ser atingida com base em semelhanças conceituais entre, por exemplo, o processo de ensino de Radiologia e de Xadrez (Lesgold, 1989).

Os estudos sobre diferenças entre iniciantes e especialistas sugerem que um indivíduo passa por diversos estágios durante a aquisição de conhecimento e competência na interpretação de jogadas de Xadrez. Iniciantes aprendem a associar características visuais com regiões de um tabuleiro e usam esta associação para guiar a classificação da

imagem do tabuleiro como membro de uma classe de situações (por exemplo, um ataque ao “Rei” que resulte em perigo de perda da “Rainha”). Na medida em que se tornam mais experientes, enxadristas desenvolvem uma abordagem mais sistemática para a análise de jogadas, baseando-se em métodos hipotético-dedutivos. Tais procedimentos podem ser resumidos em três passos: (1) uma passada-de-olhos rápida sobre o tabuleiro à procura de características comuns que indiquem um arranjo familiar de peças, (2) formar uma hipótese inicial a respeito da classe de situações a que o arranjo pertence, e (3) buscar *sistematicamente* novas características, mesmo não-visuais, que venham a reforçar ou desconfirmar a hipótese adotada. Mestres em Xadrez são capazes de usar a abordagem hipotético-dedutiva quando necessário (para justificar uma jogada) mas também desenvolvem com o tempo uma enorme habilidade para rápida comparação de padrões visuais que se baseia em um volumoso estoque de “*esquemas*” mentais. Ao contrário de iniciantes, os mestres usam esquemas mentais estruturais fortemente associados aos esquemas puramente visuais, e têm sólidas representações mentais da estrutura do tabuleiro em análise.

Os estudos sobre diferenças entre iniciantes e mestres indicam que enxadristas de nível *intermediário* de competência necessitam de assistência na identificação das características críticas de uma jogada, na formação de uma hipótese a respeito da classe de situações encontrada, e na indicação de evidências para confirmação da jogada pretendida.

A grande maioria dos sistemas altamente interativos desenvolvidos até o momento para o ensino de Xadrez assume que o jogador humano é sempre um especialista. Em outras palavras, estes sistemas não são capazes de identificar deficiências em um aprendiz para que, ao invés de atacá-lo, possam orientá-lo no sentido reconhecer situações diversas e ensiná-lo a reagir adequadamente. Os poucos protótipos de sistemas tutores conhecidos para este jogo (Magalhães Netto, 1995) são versões reduzidas que ainda carecem não só de fundamentos da própria área de Xadrez com relação a formas precisas para representação de jogadas mas também de extensos catálogos de posições construídas e testadas em ambientes realistas da prática do Xadrez nas escolas. Esta combinação de fatores em Informática Educativa é relativamente rara, mas alguns resultados anteriores já demonstraram sucessos parciais animadores. Tais resultados positivos são advindos de trabalhos em Sistemas Tutores e Inteligência Artificial aplicados à área de jogos educativos (Futtersack 1993, 1991, Burton & Brown 1979).

3. Conceitos e Ferramentas

Até o momento, enxadristas adquirem a habilidade de jogar, em grande parte, por intermédio de auto-orientação e por tentativas um tanto quanto desordenadas ao jogarem aleatoriamente com outros aprendizes em graus diferentes de competência. Considerando-se que a prática de Xadrez pode contribuir para uma melhoria do rendimento acadêmico de alunos, espera-se atingir também uma redução no tempo de treinamento deste jogo. Isto deve ser atingido por intermédio da exposição do aluno a um conjunto de configurações criadas pelo professor humano na fase de autoria, cujo conhecimento especializado é definido sob condições de *ensino tipificado* (ao invés de aleatório). Isto se aplica bem ao domínio de Xadrez pois a falta de material estruturado é grande, ao menos se comparado com a forte estruturação de conteúdos de outras matérias dos ciclos fundamental e médio.

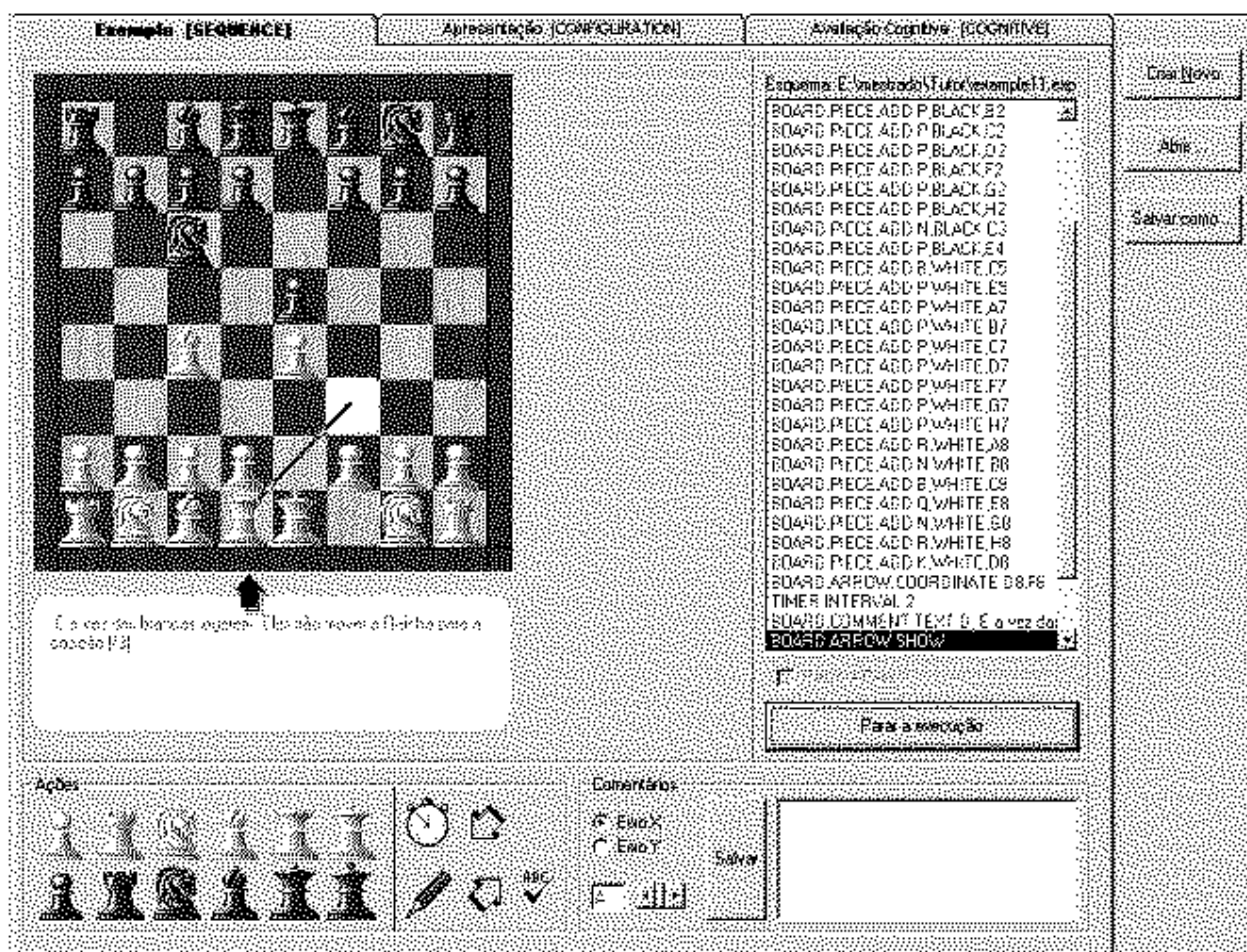
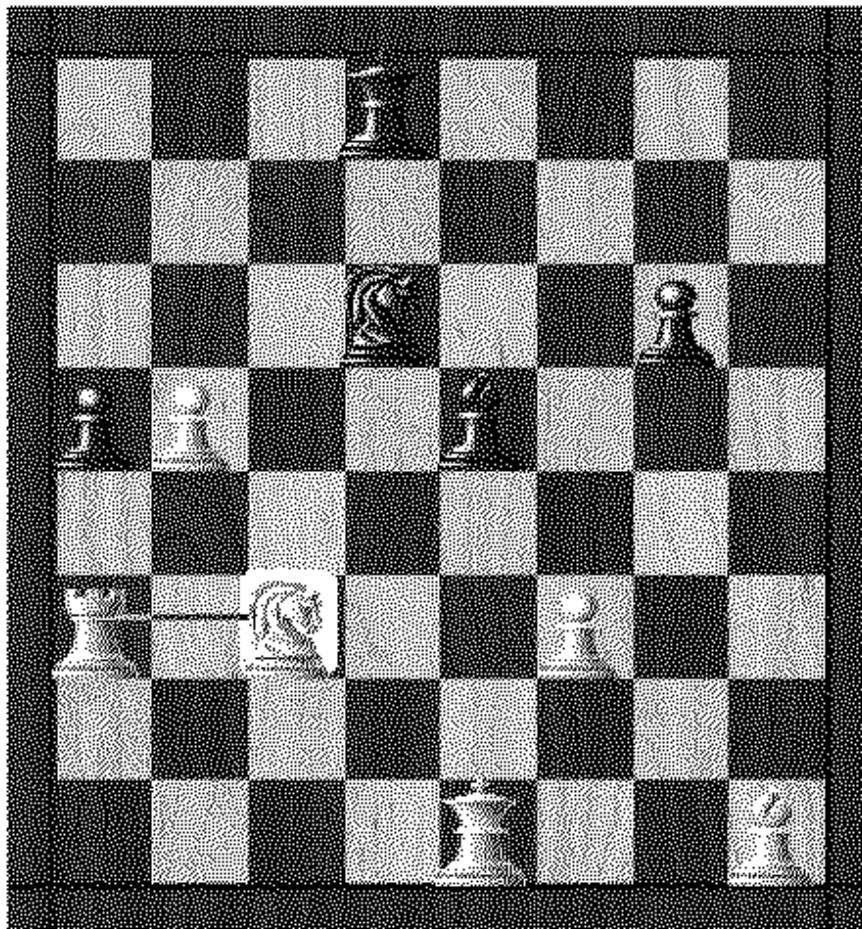


Figure 1: Interface do usuário da ferramenta de autoria.

3.1. Autoria de material de ensino

A ferramenta de autoria do PROTEX está em fase de implementação e muito dela já foi planejada e prototipada. Esta ferramenta permite a definição de classes de situações cujo código se destina a promover o *ensino tipificado* por cada capacidade de jogo que deve ser desenvolvida pelo aprendiz. Por exemplo, segundo os especialistas em ensino de Xadrez da equipe do PROTEX, uma das capacidades mais relevantes que precisam ser desenvolvidas por um jogador é a de detectar a *harmonia entre peças* de uma dada cor. Com isso, o processo de autoria deve iniciar com a definição de exemplos de configurações do tabuleiro nos quais a *harmonia entre peças* é claramente apresentada.

A Figura 1 apresenta a interface do usuário da ferramenta de autoria no momento da definição de uma configuração do tabuleiro. É importante ressaltar o fato de que a própria ferramenta de autoria, a partir dos exemplos de configurações fornecidas pelo autor, tenta lançar mão de parâmetros comuns entre tais exemplos e buscar mais configurações semelhantes em seu banco de dados de jogos passados. O banco de dados de jogos está em formato PGN (Portable Notation Game), e foi construído a partir de coleções de partidas comentadas do próprio Servidor de Xadrez do PROTEX, assim como de outras fontes de arquivos de jogos. Para isso, técnicas de Inteligência Artificial estão sendo usadas com o objetivo de delimitar os graus de incerteza com que uma configuração



O CAVALO da coordenada c3 está protegido pela TORRE da coordenada a3. Sem uma estratégia específica, isto resultará apenas em uma troca de peças.

Figure 2: Interface do usuário da ferramenta de ensino.

recuperada do banco de dados de partidas se assemelha a um exemplo definido pelo autor.

3.2. Ensino tipificado de conceitos de Xadrez

Da mesma forma que o material criado pelo autor conta com métodos de busca baseados em incerteza, a ferramenta de ensino também disponibiliza ao aprendiz tais recursos organizados por classe de capacidade a ser desenvolvida. Ao contrário do trabalho apoiado por um livro, o valor educacional de um tutor automático está no fato deste ser capaz de apresentar o material de ensino de forma altamente dinâmica, com base em uma gama de casos típicos e atípicos onde a variação dependerá da reação de cada aluno diferente. Adicionalmente, a facilidade advinda de uma relação tutorial um-para-um (um aluno para uma máquina) também demonstra vantagens educacionais que podem, inclusive, ter o efeito benéfico de desafogar tutores humanos de algumas de suas obrigações mais rotineiras.

Os tutores automáticos aqui propostos darão suporte aos treinandos de Xadrez no diagnóstico estruturado de situações de jogo e na padronização de estratégias a serem propostas por professores humanos por meio do uso do material produzido com a ferramenta de autoria. A Figura 2 apresenta a interface do usuário da ferramenta de ensino no momento onde o tutor comenta uma proposta de jogada feita por um aluno hipotético. A

própria ferramenta de ensino é capaz de apresentar curtos comentários gerados como fragmentos de texto que correspondem a uma comparação internamente computada por meio de algoritmos de busca heurística, também da Inteligência Artificial. Adicionalmente, ao invés de gerar configurações artificialmente, a ferramenta de ensino pode apresentar situações semelhantes, mesmo que à custa de uma mudança do contexto da jogada presente.

3.3. Competições de diferentes abordagens heurísticas

Além das ferramentas de autoria e ensino, está em fase avançada de concepção e implementação um módulo de competição de heurísticas de jogadas. A competição é escalonada para rodar periodicamente no Servidor de Xadrez do PROTEX. O escalonador de competição utiliza um só algoritmo padrão de busca para gerar adversários automáticos, sendo que cada um deles só difere nos parâmetros heurísticos definidos pelos alunos e professores da própria comunidade de ensino-aprendizagem que utiliza o Servidor.

É esperado que, depois de cada campeonato, com o tempo, os alunos consigam adquirir conhecimento também pelo efeito de entender em que pontos sua abordagem de valoração de peças e posições difere de outras que obtiveram melhores classificações na competição. Para permitir que qualquer usuário da comunidade de ensino-aprendizagem possa participar das competições de heurística, foi criada uma linguagem de fácil uso para a definição de parâmetros heurísticos. A linguagem é de natureza textual e visual, promovendo uma modalidade de interação com o Servidor que se assemelha àquela de uma planilha eletrônica.

Tal linguagem de definição de parâmetros heurísticos é chamada de MUDHE (Meta-linguagem de Usuário para a Definição de HEurísticas). Por meio dela, o Servidor permite que sejam descritos os elementos que definem aspectos de vantagem material ou de organização geométrica das peças. Alguns exemplos de parâmetros heurísticos que a linguagem MUDHE permite definir são:

- número de peões em uma dada linha/coluna;
- valor relativo do cavalo (ou de qualquer outra peça) perante as demais peças;
- valor relativo de uma peça multiplicado por sua distância ao centro do tabuleiro.

Note que este último exemplo permite que uma abordagem tradicionalmente definida de forma subjetiva no mundo de Xadrez, como o conhecido “domínio de centro”, possa ser objetivamente definido por meio da linguagem MUDHE.

4. Representação do conhecimento

A representação de conhecimento proposta para a ferramenta de autoria e os tutores de Xadrez gerados é baseada em formalismos clássicos de Inteligência Artificial. Esta representação também foi utilizada para modelar o conhecimento do domínio de especialidade, incluindo diretrizes tutoriais de escolha de exemplares representativos de uma explicação, os quais são baseados em teorias estatísticas de incerteza e classificação de jogadas. A base de conhecimento deste domínio formará um espaço de pontos onde cada ponto representa um arranjo do tabuleiro e onde uma região do espaço representa uma classe de situações a ser discutida em sessões tutoriais.

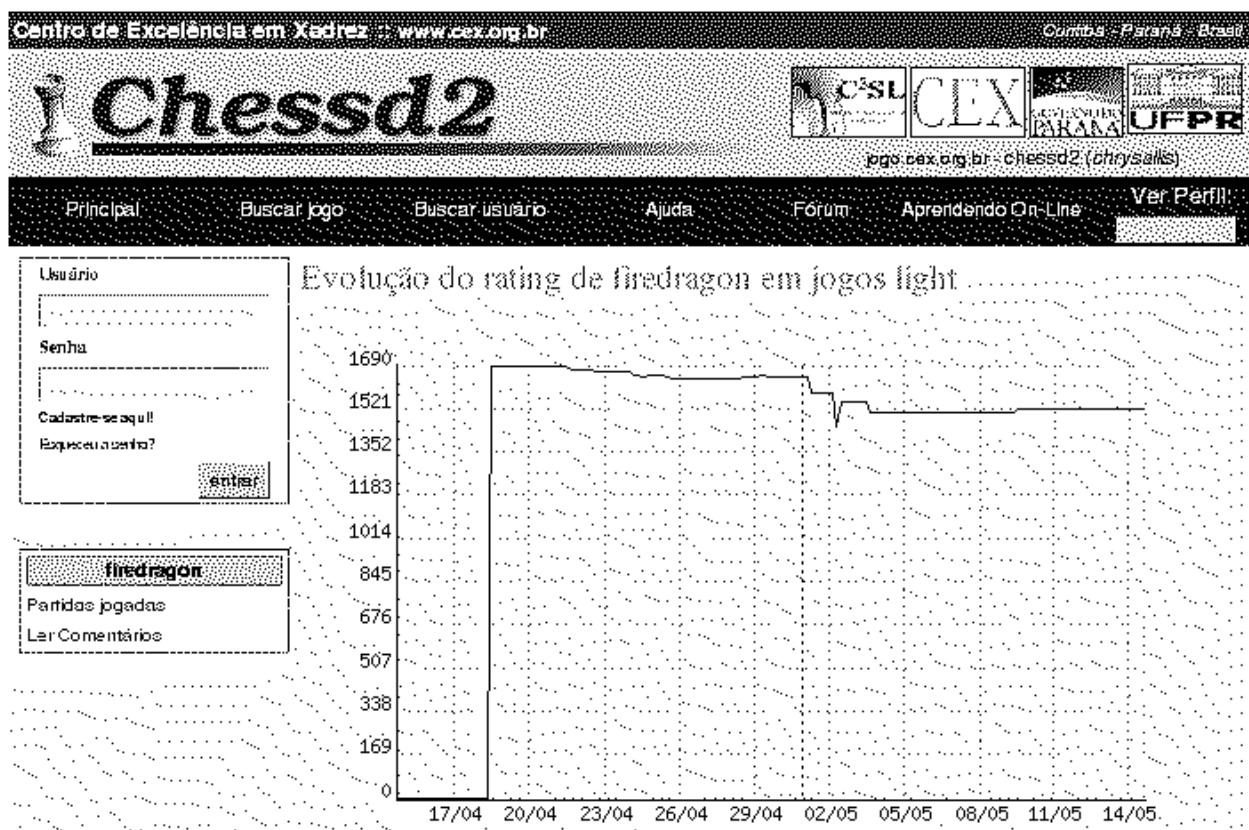


Figure 3: Interface do usuário do servidor de Xadrez – módulo gráfico de desempenho do aprendiz.

As bases de conhecimento de arranjos e descrições de arranjos estão sendo arquivadas com o auxílio de ferramentas de software existentes no sistema RUI (Direne, 1997; Direne, 1993) e no sistema SAEX (Schafer e Direne, 2000), também denominadas ferramentas de projeto. Tais ferramentas aceleram significativamente o processo de criação de material de ensino pois suas interfaces funcionam como meios onde a linguagem de comunicação é de muito alto nível de abstração. Em outras palavras, detalhes pequenos como os de formato de arquivamento e recuperação ficam transparentes ao autor de curso.

A linguagem para descrições de arranjos em um tabuleiro é derivada também do sistema RUI, a qual é detalhada e suficientemente complexa para modelar diversas características visuais em forma de atributos que podem expressar posições de peças durante um jogo. A partir de um arranjo e da descrição do arranjo, o tutor será capaz de guiar diálogos baseados em estudo de casos. Esperamos que isto venha a direcionar o aprendiz a uma situação de conhecimento cada vez mais detalhado e completo em relação à linguagem do enxadrista com experiência.

5. Conclusão e trabalhos futuros

Até o momento, o projeto PROTEX se destinou à concepção e implementação de ferramentas de software para permitir (1) a autoria de material de curso eletrônico; (2) a aquisição de diferentes capacidades de jogo por meio da tipificação do ensino de Xadrez; (3) a aprendizagem por experimentação e competição de parâmetros heurísticos do jogo.

A eficácia das ferramentas depende de um acervo de classes de posições de tabuleiros (e estratégias de jogadas associadas) o qual vem sendo construído há vários anos, anteriormente mesmo ao PROTEX, com o apoio de especialistas em Xadrez. Um subconjunto estratégico destas situações está sendo incorporado pelo sistema Servidor para permitir que um estudante possa “inspecionar” este espaço de situações representadas por suas estratégias e praticar jogadas baseadas em estudo de caso.

Porém, são muitos ainda os desafios futuros de pesquisa e desenvolvimento. A meta definitiva dos Governos Federal e Estaduais é a de criar registros sobre o progresso acadêmico dos alunos das escolas públicas na mesma medida em que estes tiverem acesso a recursos computacionais que os envolvam em tarefas lúdicas, guardando ainda o potencial de desenvolvimento cognitivo e intelectual. Esperamos que seja possível atingir maior precisão de tais registros de desempenho por meio da correlação entre os rendimentos acadêmicos e aqueles das capacidades do Xadrez.

Em se montando o perfil de capacidades dos aprendizes de Xadrez, esperamos criar uma evidência a mais que correlaciona e reforça os dados de desempenho acadêmico de um aluno. A Figura 3 apresenta a interface do usuário de um dos módulos do Servidor do PROTEX por meio do qual é possível ter acesso direto ao banco de dados de desempenho de um aluno no jogo de Xadrez ao longo do tempo. Este e outros bancos de dados estão em franca formação para que sejam aumentadas as chances de identificar evidências pedagogicamente relevantes sobre o progresso acadêmico nas escolas públicas.

6. Referências Bibliográficas

Burton, R. R. & Brown, J. S. (1979) An Investigation of Computer Coaching for Informal Learning Activities, *International Journal of Man-Machine studies*, 11, 5–24

Schafer, H. & Direne, A.I.(2000). Conceitos e ferramentas para apoiar o ensino de Xadrez através de computadores. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE2000), 2000, Maceió. Editora da UFAL, 2000. p. 97–104.

Direne, A.I. (1997). Authoring intelligent systems for teaching visual concepts. *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)*. , v.8, n.1, p.44 - 70, 1997.

Direne, A.I.(1993) Methodology and Tools for designing Concept Tutoring Systems, *Proceedings of the World Conference on Artificial Intelligence in Education*, Edinburgh, 58–65.

du Boulay, G.H., Teather,D., Morton,B.A., Wills,K.M. e Plummer,D. (1987) BRAINS — A Computer Advisor System to aid in C.T. Scan Interpretation and Cerebral Disease Diagnosis, *J. Neuroradiology*, 29, 196–199.

du Boulay,G.H., Woods,A.J., Teather,D., Teather,B.A., Wills,K.M. e Plummer,D. (1988) Towards an Advisor for MRI. *Neuroradiology*, 30, 245–251.

du Boulay,G.H., Field,B., Teather,B.A., Teather,D. e Plummer,D. (1992) The Ex-
traction of Expert Knowledge for MR Image Acquisition from the Published Literature.
Rivista di Neuroradiologica (to appear).

Futtersack, M. & Labat, J.M. (1993) Dynamic and Interactive Pedagogical
Pedagogical Planning: The QUIZ Example, *Proceedings of the World Conference on
Artificial Intelligence in Education*, Edinburgh, 306–313.

Futtersack, M. & Labat, J.M. (1991) QUIZ: A Distributed Intelligent Tutoring
System, *Proceedings of the Internationsl Conference on the Learning Sciences*, Evanston.

Lesgold, A., Rubinson, H., Feltovich, P., Glaser, R. Klopfer, D. e Wang, Y. (1989)
Expertise in Complex Skill: Diagnosing X-ray Pictures. In M. Chi, R. Glaser e M. Farr
(eds.) *The Nature of Expertise*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.

Magalhães Netto, J. F. (1995). Um Tutor Inteligente para o Ensino de Xadrez.
Dissertação de Mestrado, COPPE-Sistemas/UFRJ - Março de 1995. Orientadora: Ana
Regina Rocha; Co-orientador: Geraldo B. Xexéo.

Mervis, C.B. e Rosch, E. (1981) Categorisation of Natural Objects. *Annual
Review of Psychology*, 32, 89–115.

Morton,B.A., Teather,D. e du Boulay,G.H. (1984) Statistical Modelling and
Diagnostic Aids. *Med.Decis.Making*, 4, 3, 339–348.

Sharples, M. (1991) Computer-Based Tutoring of Visual Concepts: from Novice
to Expert. *Jnl. Computer Assisted Learning*, 7, 123–132.

Teather,D., Morton,B.A., du Boulay,G.H., Wills,K.M., Plummer,D. e Inno-
cent,P.R. (1985) Computer Assistance for C.T. Scan Interpretation and Cerebral Disease
Diagnosis, *Statistics in Medicine*, 4, 31–315.

Teather,D., Teather,B.A., Wills,K.M., du Boulay,G.H., Plummer,D., Isherwood,I.
e Gholkar,A. (1988) Evaluation of Computer Advisor in the Interpretation of CT images
of the Head. *Neuroradiology*, 30, 511–517.

Wills,K.M., du Boulay,G.H. e Teather,D. (1981) Initial Findings in the Computer-
Aided Diagnosis of Cerebral Tumours using C.T. Scan Results. *Brit. Jnl. Radiology*, 54,
948–954.