

Laboratórios de Informática com Software Livre para Atender Políticas Estaduais do Ensino Escolar

Marcos Castilho¹, Marcos Sunyé¹, Daniel Weingaertner¹, Luis de Bona¹, Fabiano Silva¹, Carlos Carvalho², Laura García¹, André Guedes¹, Alexandre Direne¹

C3SL – Centro de Computação Científica e Software Livre
¹Dep. de Informática / ²Dep. de Física – UFPR
Caixa Postal 19.081 – 81.531-990 – Centro Politécnico
Curitiba – PR – Brasil

prdcoord@c3sl.ufpr.br

Abstract. *This paper describes a software artefact wich aims at helping the chess master in teatching his/her skills to beginners. The rationale of such artefact emerged from past research claims that link the practice of Chess with the advantages of game playing for the development human logic reasoning abilities. Additionally, there are many complex problems in teaching and learning Chess. A literature review is presented, showing that only recently, some progress has been made in the field of Educational Games that support Chess training. However, even such novel contributions need more elaborate student and pedagogic models that embody capacities to diagnose learner actions and provide immediate feedback. A feasible solution for such problems and its application through the XadrEx prototype to a real world scenario are reported in this paper.*

Resumo. *Esse artigo apresenta um protótipo de software que tem por objetivo ajudar mestres enxadristas no ensino de suas habilidades aos iniciantes. A necessidade de tal protótipo partiu da constatação das vantagens do jogo de Xadrez no desenvolvimento do raciocínio lógico nos níveis de ensino fundamental e médio. Adicionalmente, há várias dificuldades no ensino e na aprendizagem de Xadrez. Uma busca na literatura existente foi realizada e verificou-se que só recentemente alguns resultados foram produzidos na área de jogos educacionais que apoiam o ensino de Xadrez na escolas. Todavia, tais resultados ainda carecem de um modelo pedagógico que diagnostique as ações do aprendiz ao longo de toda a partida e promova uma realimentação mais imediata às ações do aluno. É apresentada uma solução factível para tal problema assim como sua aplicação no mundo real por meio do sietema XadrEx.*

1. Introdução

O Projeto Paraná Digital (PRD) é uma iniciativa do Governo do Estado do Paraná (Brasil) para a expansão do parque computacional que atende às escolas públicas do Estado, com o intuito de oferecer ambiente computacional adequado aos estudantes e ferramentas educacionais aos corpos docente e discente.

Das 2.100 escolas estaduais, apenas 953 tinham laboratórios de informática equipados com até 20 computadores. Nessas escolas havia cerca de 18.500 máquinas, em boa parte consideradas obsoletas pelos padrões de mercado de software proprietário. De forma complementar, o seguinte contexto favorecia o projeto:

- 14 anos de experiência do Departamento de Informática (Dinf) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) na administração de laboratórios didáticos de informática;
- 12 anos de experiência do Dinf/UFPR no uso de ferramentas de Software Livre;
- Aproveitamento de base de fibras óticas públicas instaladas no Estado, que podiam ser usadas tanto na implantação do PRD quanto na sua manutenção;
- Experiência do Dinf /UFPR na geração de novas tecnologias associadas à diminuição dos gastos públicos, tanto em licenças de software quanto na diminuição dos gastos com máquinas, sua administração e manutenção.

Entre as metas principais do PRD, podem ser destacadas as seguintes:

- prover o acesso ao principal veículo eletrônico educacional do Paraná, o “Portal Dia-a-dia-Educação” (www.diaadiaeducacao.pr.gov.br, um ambiente colaborativo para o compartilhamento de experiências didáticas cobrindo os conteúdos oficiais das escolas estaduais de ensinos médio e fundamental);
- disponibilizar ao público em geral (estudantes, professores e funcionários das escolas) software básico de uso geral, como editores de textos, planilhas e navegadores e ferramentas de autoria;
- disponibilizar software educativo adequado para professores e alunos;
- garantir disponibilidade e longevidade máximas do laboratório.

O PRD se estendeu por 36 meses, tendo sido de responsabilidade da SEED (Secretaria de Estado de Educação do Paraná) e executado como uma parceria entre a SEED, a CELEPAR (Companhia Paranaense de Informática), a COPEL (Companhia Paranaense de Energia Elétrica) e a UFPR. O modelo implantado nas escolas foi baseado na arquitetura dos laboratórios de computação do Dinf/UFPR. Esta arquitetura, que vinha sendo refinada ao longo dos últimos oito anos, consiste em transformar os pontos de acesso dos usuários em terminais gráficos conectados a um único servidor de processamento. Isto é obtido pela adoção do sistema operacional GNU/Linux em conjunto com a aplicação consistente de uma filosofia de administração inovadora, que permite não apenas reduzir o custo de aquisição de hardware e minimizar o custo de aquisição de software, mas também e principalmente, permitir a redução de custos de administração da rede, resultando num expressivo aumento na melhoria da qualidade dos serviços. A filosofia deste modelo é descrita por Castilho *et. al.* (2001).

A rede Paraná Digital se diferencia da rede do Dinf/UFPR pelo grande número de servidores de processamento espalhados por todo o Estado do Paraná (2.100 ao todo). Foi criado, como parte do resultado do PRD, um laboratório similar ao do Dinf/UFPR em cada uma das 2.100 escolas do Estado, ou seja, um universo de aproximadamente 2.100 servidores a serem administrados. Considerando que cada um desses servidores controla uma rede interna à escola com mais de 20 pontos de trabalho por escola, há da

ordem de 44.000 computadores gerenciados em toda a rede. O grande desafio do Projeto consistiu no tratamento da solução original, prevista para um único laboratório local piloto, de forma a atender a esse novo universo com garantia de disponibilidade, qualidade e segurança.

2. Trabalhos correlatos

No Brasil, houve, nas últimas décadas, um número significativo de programas governamentais (de âmbitos municipal, estadual e federal) de laboratórios em escolas que não chegaram a bom termo. O resto do mundo também não viu um quadro diferente (Escócia, 2001). De acordo com relatórios de programas de governo, o histórico de fracassos deve-se, fundamentalmente, ao desprezo sobre o efeito de variáveis dinâmicas, ou seja, pela falta administração e a manutenção (centralizadas) do sistema implantado (Castilho et. al., 2001). Em outras palavras, os programas limitaram-se à aquisição de hardware e software sem prever, de maneira adequada, os recursos (físicos, lógicos e, sobretudo, humanos) necessários à continuidade do funcionamento adequado dos laboratórios após sua instalação. Esse panorama, especialmente crítico em instituições públicas, é agravado quando se consideram as escolas do interior, às quais chegam, normalmente, recursos insuficientes de todos os tipos.

Estudos recentes sobre inclusão digital demonstram que o uso de telecentros em comunidades pobres é aplicado por setores da sociedade cuja realidade é bem diferente pois a realidade de seus membros é a de possuir um nível básico de formação já concluído e um poder aquisitivo relativamente alto. Em um dos estudos (Sorj e Guedes, 2005-a; Sorj e Guedes, 2005-b), argumenta-se que uma política universal de acesso à Internet deveria ter como prioridade a montagem de uma sólida rede de computadores cujo objetivo principal é o educacional. Parece evidente nos dias atuais que a eficácia das tecnologias da informação e da comunicação devem ser exploradas dentro das escolas de níveis fundamental e médio para se reduzir a exclusão digital e a social. Inclusive, várias linhas de crédito estão disponíveis para tentar diminuir o custo de montagem de laboratórios em escolas públicas (Mundial, 2007).

Todavia, os desafios de se levar as tecnologias da informação e da comunicação às escolas não se restringem a uma decisão de cunho puramente social ou econômico-financeiro pois tais tecnologias formam um campo de conhecimento altamente dinâmico (Lytras, Pouloudi e Poulymenakou, 2002). Mesmo estudos conhecidos se anteciparam em delimitar quais as ferramentas finais mais apropriadas para a sala de aula (Shuell, 1992), mas desde então os aspectos intermediários entre o hardware e o software final ficaram praticamente sem nenhum apoio de pesquisas. Sendo assim, a preocupação com a administração e a manutenção do sistema parece ser o grande diferencial de espaço a ser preenchido por uma abordagem moderna em relação a trabalhos passados que enfrentaram problemas bem conhecidos, mas sem solução até bem pouco tempo.

3. Caracterização do Projeto PRD

3.1. Filosofia de gestão da rede estadual

O modelo de rede, denominado “Centralizado de intervenção mínima”, propõe que toda a rede de computadores das escolas seja gerenciada a partir de um Núcleo localizado na CELEPAR. Isto significou que qualquer intervenção nos computadores deveria ser feita

remotamente, ou seja, sem o deslocamento físico de membros da equipe até a escola. Este é um fator fundamental, dada a dimensão do estado do Paraná e devido à falta de mão de obra especializada em Linux no interior do estado.

Isto pressupõe que cada uma das 44.000 máquinas deveria ser configurada parcial ou totalmente a qualquer momento pela equipe a partir do Núcleo, garantindo segurança e padronização do sistema. Também pressupõe que a instalação inicial das máquinas seja dotada da capacidade de se comunicar com o Núcleo e de se reconfigurar automaticamente quando necessário.

Para isso, foi preciso construir uma rede de alto desempenho e alta disponibilidade. Optou-se por uma rede privada de fibras óticas da COPEL. Por questões de segurança, o contrato da rede deveria permitir que as escolas estivessem conectadas a duas redes lógicas, uma para os alunos e professores e outra para o sistema administrativo da escola. O serviço deveria ser seguro o suficiente para não permitir o acesso de usuários não-autorizados à rede administrativa. Isto determinou que cada escola tivesse um *firewall* para a sua rede interna.

O número de profissionais administradores deste Núcleo também deveria ser reduzido. Os objetivos foram de diminuir o custo de administração da rede, manter a homogeneidade do sistema, garantir segurança e disponibilidade continuadas, possibilitar auditorias e monitoramento do uso dos laboratórios. O Núcleo também precisaria ser protegido por um sistema de segurança moderno que deveria permitir o rastreamento de possíveis falhas, auditorias, controle de pacotes e quaisquer outras medidas de segurança que por ventura se fizessem necessárias.

Sendo de competência exclusiva do Núcleo, a administração dos laboratórios não poderia ser feita localmente na escola, a não ser nos casos determinados pela equipe de coordenadores do Núcleo. Os processos deveriam ser automatizados sempre que possível e deveriam garantir integridade, segurança e o completo funcionamento do sistema. Por este motivo optou-se por utilizar a distribuição Debian do GNU/Linux, que possui um avançado sistema de instalação e configuração de pacotes de software, além do fato dela já estar sendo utilizada no Dinf/UFPR há mais de oito anos.

3.2. O modelo de cada escola

Cada escola recebeu um laboratório contendo, em média, 20 terminais, que são chamados de “pontos de trabalho” neste documento. Os pontos de trabalho são máquinas por meio das quais os usuários obtêm acesso aos recursos do laboratório via uma interface gráfica de alta qualidade, baseada em janelas e com acesso aos programas a partir dos menus e ícones, como é comum nos sistemas atuais. Estes terminais foram conectados a uma servidora de processamento via uma rede de alto desempenho.

A servidora de processamento (ou servidora da escola) é também uma servidora de disco (onde os usuários podem armazenar seus dados). Sendo uma única máquina, facilita-se a gerência de rede, garante-se cópia periódica dos dados dos usuários e diminui-se o custo de gerência da rede. As servidoras de processamento têm as seguintes funções básicas:

- armazenamento das contas de todos os alunos, professores e técnicos da escola;

- armazenamento do sistema operacional dos terminais de acesso da escola;
- viabilização do acesso remoto, pelo Núcleo, para a manutenção e a administração remota do laboratório;
- disponibilização das aplicações necessárias nos terminais de acesso para os usuários da escola;
- detecção de falhas e recuperação automática.

Do ponto de vista funcional, cada laboratório se apresenta como uma entidade única. Os terminais são apenas veículos de acesso aos recursos oferecidos pelo servidor de processamento, ou seja, eles não fazem processamento local a não ser para controlar os recursos de rede e da apresentação gráfica na tela. O resultado é que o usuário tem a impressão de executar seus aplicativos no próprio terminal, quando, na verdade, toda a demanda de processamento é atendida pela servidora. Esta, por sua vez, deve ser uma máquina bem dimensionada para poder dar suporte a uma média de 20 usuários com acessos simultâneos.

Uma das principais vantagens deste modelo consiste em que, com um baixo custo, é possível melhorar a capacidade de desempenho da servidora de processamento provocando a melhoria do desempenho global de todo o parque computacional instalado na escola. Isto facilita a atuação de patrocinadores locais, como, por exemplo, as associações de pais e mestres, que podem comprar mais memória para a servidora de processamento ou mesmo uma máquina mais moderna para substituir tal servidora.

Outra grande vantagem é a baixa necessidade de manutenção dos terminais. Normalmente, eles só param de funcionar se houver um problema de hardware, que pode ser resolvido por técnicos de informática com baixo nível de especialização. Sebe-se componente com maior probabilidade de falha em um computador é o HD. Porém, os terminais não possuem HD pois realizam o *boot* remotamente na servidora. Por outro lado, a servidora de processamento é uma máquina com hardware moderno, conectado a um dispositivo de proteção contra falhas elétricas (*nobreak*) e fica instalado em sala protegida dos usuários e do calor, o que aumenta seu tempo de vida.

3.3. O multiterminal

Os computadores pessoais atuais possuem uma capacidade de processamento muitas vezes superior à demanda de muitos usuários. Isto é especialmente verdade no modelo adotado neste projeto, em que o processamento é feito na servidora, sendo os pontos de trabalho responsáveis apenas pelo gerenciamento do sistema de janelas. Tendo isso em vista, a equipe do PRD desenvolveu um sistema em que **apenas uma** CPU é ligada a dois ou mais conjuntos de **monitor + teclado + mouse + interface de som** (no **máximo a seis** conjuntos). Estes conjuntos operam de maneira independente, de forma que um mesmo computador pode ser compartilhado simultaneamente por dois a seis usuários.

Este sistema foi chamado de “multiterminal”. A definição do número de quatro terminais em uma UCP (tetraterminal) que acabou sendo adotada na solução do PRD deve-se exclusivamente às restrições físicas de tamanho das mesas e cabos. O sistema multiterminal baseia-se totalmente em Software Livre, podendo ser implementado em praticamente qualquer distribuição do sistema GNU/Linux. Não obstante, os experimentos foram realizados utilizando-se a distribuição Debian, que se tornou a

distribuição padrão do PRD. Os requisitos de hardware para o multiterminal também não diferem muito dos terminais especificados na primeira etapa da licitação, sendo que os terminais licitados foram transformados em multiterminais com a simples adição de novos monitores, teclados, *mouses* e placas de vídeo.

O desenvolvimento de um multiterminal pode ser dividido em duas áreas: software e hardware. Na área de software foi construído um núcleo do sistema operacional que satisfazia tanto às condições necessárias ao multiterminal (suporte a vários teclados e *mouses*) como ao suporte à carga remota do sistema operacional e à utilização do servidor de processamento. Além disso, foram criados os arquivos de configuração necessários à inicialização dos múltiplos terminais ligados em uma UCP.

Na área de hardware foram efetuados testes com diversos dispositivos (especialmente placas-mãe e placas de vídeo), a fim de estabelecer uma lista de equipamentos compatíveis com o sistema. Estes testes foram realizados no laboratório de desenvolvimento do Dinf/UFPR. Foram adquiridos e montados, para isto, dois laboratórios de tetraterminais, um que operava com a versão mais estável do sistema e era utilizado pelos bolsistas do projeto em suas atividades diárias, e outro que era utilizado para efetuar testes de hardware e de novas versões de software. Maiores detalhes desta arquitetura podem ser achados em **[aqui, uma citação bibliográfica será inserida futuramente para evitar a identificação dos autores deste artigo]**. Devidos às limitações de espaço deste artigo, são resumidamente mostradas as quatro interfaces externas de vídeos, *mouses* e teclados de um multiterminal na Figura 1, ao passo que a visão mais interna de configuração do hardware é mostrada na Figura 2.



Figure 1: Interfaces externas de um multiterminal.

Apesar de avançado, o desenvolvimento do multiterminal teve alguns desafios de extrema complexidade. Dentre os principais, podem ser citados o problema da incompatibilidade de diversos modelos de placas de vídeo, o super-aquecimento das placas de vídeo devido à proximidade entre elas e a dificuldade de configuração do software necessário ao seu funcionamento. A principal vantagem de um sistema multiterminal é a redução de custo por ele proporcionada sem nenhum prejuízo ao usuário. Neste sentido, pode-se observar que:

- o custo do equipamento para 4 usuários é 45% do custo eventual de 4 estações de trabalho compradas individualmente;

- o multiterminal exige quatro vezes menos cabos de rede e pontos de switch do que o laboratório tradicional correspondente;
- reduzindo-se o número de CPUs a um quarto, é reduzida automaticamente a probabilidade de falhas nas fontes de alimentação de energia ou no ventilador de refrigeração do processador;
- o custo de um ponto de trabalho no Projeto, após a licitação, foi de US\$ 430,00, já considerando o custo da servidora, dos terminais, das placas de vídeo, mouses e teclados, dos hubs USB, switches e cabeamento lógico e elétrico.

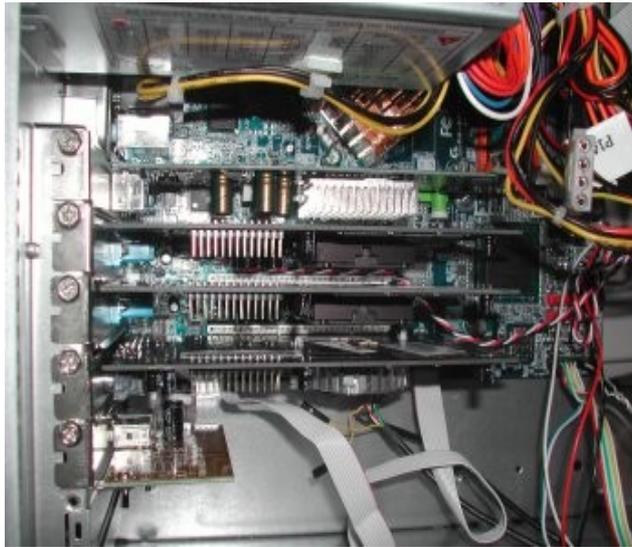


Figura 2: Visão externa da configuração de hardware.

4. Experimento piloto

As atividades mais importantes desenvolvidas para concretizar o PRD foram definidas com base em oito coordenadorias internas de um experimento piloto, a saber:

- administração dos laboratórios piloto;
- administração do laboratório de desenvolvimento;
- definição do modelo de segurança;
- projeto do ambiente para o usuário final;
- seleção de aplicativos pedagógicos;
- projeto multiterminais;
- treinamento e documentação.

O trabalho de cada coordenadoria foi desenvolvido como o apoio de aproximadamente dois bolsistas da UFPR, tendo sido recrutados dezessete alunos de Graduação e de Mestrado em Ciência da Computação. Ao longo do desenvolvimento do PRD, houve remanejamentos de bolsistas entre os diversos grupos de trabalho em função das demandas contextuais específicas de cada tema. Tais demandas provocaram uma fértil troca de conhecimentos que a alternância de grupos piloto ofereceu para a criação da configuração final do laboratório de desenvolvimento, já replicado na rede real.

5. Conclusões e trabalhos futuros

O Projeto Paraná Digital é um projeto inovador pois não se tem notícias de uma iniciativa de pesquisa e desenvolvimento deste tipo que atenda a um número tão significativo de escolas nem que garanta o funcionamento dos seus sistemas por manutenção remota. O alcance da solução gerada demonstra a pertinência da adoção das principais estratégias do PRD: a administração remota dos laboratórios, a infra-estrutura local de acesso nas escolas e o modelo multiterminal.

O PRD é estratégico pois além de ter permitido o alcance da meta de divulgação à totalidade do público para o qual foi planejado o Portal Dia-a-dia-Educação, garante à Secretaria de Educação do Estado do Paraná e à empresa de Informática pública estadual, a autonomia tecnológica necessária à viabilização e continuidade dos serviços e dos produtos gerados (todos são Software Livre, sem exceção!). Este projeto coloca o Estado do Paraná como polo tecnológico de excelência em Software Livre e como referência internacional na gestão tecnológica de laboratórios de ensinos fundamental e médio.

A efetivação do Projeto envolveu a parceria de diversos atores, cada um com seu papel bem-definido no contexto, e, como atividades principais, teve as discussões com as instituições parceiras, o repasse tecnológico, o desenvolvimento de software, a validação de hardware e software, a avaliação de modelos alternativos, a especificação de editais, a manutenção dos laboratórios piloto, a seleção e o treinamento de bolsistas, o treinamento de multiplicadores e a geração de documentação técnico-didática para os diferentes perfis de usuários. O atual projeto Paraná Digital foi concluído, tendo atingido todos os seus objetivos. Sua meta futura é a de pesquisar novos softwares de autoria para ampliar a produção de conteúdos didáticos abertos à comunidade escolar.

Referências Bibliográficas

- CASTILHO, M., CARMO, R., HEXSEL, R. Um Modelo de Gestão Eficiente de Recursos Computacionais. In Anais do II Workshop Sobre Software Livre, Porto Alegre/RS, 2001. Projeto Software Livre-RS.
- ESCÓCIA, GOVERNO DA. Digital Inclusion Strategy - Connecting Scotland's People. Publicado em 2001 (acesso em fevereiro de 2007) <http://www.scotland.gov.uk/Topics/Government/Open-scotland/17820/10759>.
- LYTRAS, M., POULOUDI, N, POULYMENAKOU, A. Dynamic e-learning settings through advanced semantics. The value justification of a knowledge management oriented metadata schema. International Journal on E-Learning, Vol. 1(4): pp: 49-61, 2002.
- MUNDIAL, BANCO. School-based Model - A Recipe for Sustainability?. (acesso em março de 2007) <http://info.worldbank.org/etools/docs/library/91628/telecentres/telecentres/index.html>.
- SHUELL, T., Designing Instructional Computing Systems for Meaningful Learning, in M. Jones, P. Winne (Ed.) Adaptive Learning Environments. Springer-Verlag, NY, 1992, pp. 19—54.
- SORJ, B., GUEDES, L. Digital Divide: conceptual problems, empirical evidence and policy making issues. In: LOVINK, Geert; ZEHLE, Soenke. (Org.). Incommunicado Reader. Amsterdam: Institute of Network Cultures, v. 1, p. 30-47, 2005-a.
- SORJ, B., GUEDES, L. Exclusão Digital: problemas conceituais, evidências empíricas e políticas públicas. Novos Estudos CEBRAP, São Paulo, v. 72, p. 101-117, 2005-b.