

Desafios sobre o desenvolvimento de jogos Web: um estudo prático

Thiago Jabur Bittar¹, Luanna Lopes Lobato^{2,3}, André Ricardo Cintra⁴, Danilo Augusto Peres⁴ e Rodrigo Pedra Brum⁴

¹ Universidade de São Paulo, ICMC/USP
69121 São Carlos, SP, Brasil
jabur@icmc.usp.br, {anurb, destino, pedra}@grad.icmc.usp.br

² Universidade Federal de Pernambuco, UFPE/CIn
Recife, PE, Brasil
lll@cin.ufpe.br

³ Universidade Federal de Goiás, DCC/UFG
Catalão, GO, Brasil

⁴ Aptor Software- São Carlos, SP, Brasil

Abstract. *This paper describes the experiences in the development of two interactive educational games on the Web in the chemistry and nanotechnology domains. The goal is to use the information and communication technologies to bring the students a fun way to learn scientific concepts. With the availability and dissemination of games to schools throughout the country could see was interesting results in terms of use of methodologies for Web development and user interaction computer to guide the production and improvement of educational games.*

Keywords: *Games, Education, Web.*

1 Introdução

Com a evolução das tecnologias de informação e sua facilidade de disponibilidade na Web, as pessoas estão, cada vez mais, utilizando novos recursos em seu cotidiano, especialmente na área de entretenimento e serviços. No entanto, percebe-se que os métodos educacionais não tiveram o mesmo ritmo de transformação tecnológica para a interação com usuários [1].

De acordo com Conati (2002) os jogos estão sendo integrados na educação aos poucos, sob a forma de um novo paradigma de inovação para se ensinar. Esse paradigma é conhecido como *Game-Based Learning*, que utiliza jogos como meio de convergência para conteúdos educacionais [2].

Os jogos eletrônicos, em geral, vêm evoluindo bastante e hoje representam uma das formas mais populares de entretenimento para todas as faixas etárias. Assim sendo, pode-se afirmar que é um desperdício não usá-los como forma de interação na educação [3].

Neste contexto, a utilização de jogos interativos na Web, incorporando conteúdos educacionais em seus enredos, tem se mostrado uma solução viável para o desafio de tornar os métodos de ensino cada vez mais atrativos aos olhos dos usuários. Proporciona-se, assim, uma ambientação interativa e desafiadora com o material educativo, que traz estímulo ao raciocínio podendo haver interação colaborativa com outros jogadores.

O uso de mídias tecnológicas além de oferecer novos recursos pode aproximar os alunos e, se utilizadas com metodologias adequadas, auxilia em um problema histórico da educação: a dificuldade de aprendizado. As experiências descritas nesse artigo apontam, nesse sentido, para um uso eficiente e agradável da tecnologia a fim de trazer bons resultados na educação. As escolas têm começado a reconhecer a relevância cultural e acadêmica dos jogos na vida acadêmica dos estudantes.

Por definição um jogo é uma atividade que envolve algumas regras, as quais podem ser exercitadas por uma ou mais pessoas, principalmente para o entretenimento [4]. A idéia é que a partir de inferências mentais produtivas o jogador chega a novas conclusões e é recompensado por algum mérito de ranking, elevação de nível ou fase de competição.

Com uso de tabuleiros, dados e peças, as pessoas já tem usado a abordagem de jogos no contexto educacional, apesar dessa não ter sido utilizada em seus mais amplos caminhos. Como exemplo pode-se citar o Beer Game, no qual se exercita a gestão de uma cadeia produtiva de cervejas [4]. A tecnologia aborda recursos interessantes, como a possibilidade de uso de sons, imagens com colaboração e processamento de respostas às interações.

Na Web tem-se a possibilidade de realização de competições entre jogadores em diferentes intervalos de tempo (de forma assíncrona) ou mesmo de forma síncrona, em que os usuários podem jogar entre si em um mesmo ambiente virtual.

Este artigo está organizado em 7 seções. Na Seção 2 apresenta-se uma apresentação e visão geral sobre os jogos desenvolvidos. Na 3 pode ser vista a abordagem metodológica que foi aplicada para desenvolvimentos dos jogos. Na Seção 4 são abordadas algumas considerações educacionais. Já na 5 são analisados trabalhos relacionados ao contexto, com o posicionamento desta pesquisa. Na Seção 6 são apontados os principais resultados obtidos. Finalmente, na 7, são apresentadas discussões de conclusão e diretrizes para trabalhos futuros.

2 Apresentação dos Jogos Desenvolvidos

O desenvolvimento dos dois jogos, apresentados a seguir, resultou da parceria entre uma empresa do segmento de softwares Web e um órgão de pesquisa, desenvolvimento e difusão de conhecimento: o Centro Multidisciplinar para o Desenvolvimento de Materiais Cerâmicos (CMDMC) que é um dos 11 centros de excelência da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e mais recentemente, em março de 2009, se integrou ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Materiais em Nanotecnologia (INCTMN).

2.1 Chemical Sudoku

“*Suuji wa dokushin ni kagiru*” ou “os dígitos devem permanecer únicos” é o nome completo do Sudoku, um tradicional jogo japonês que virou mania dos fãs de passatempo de todo o mundo. A regra é simples, basta inserir os elementos nas linhas e colunas sem que se repitam, porém isso exige um raciocínio significativo.

Uma adaptação desse milenar jogo oriental foi proposta no *Journal of Chemical Education* [5], em que se utiliza a idéia original, porém, os elementos a serem ordenados não são algarismos, e sim símbolos químicos. Isso faz com que, além de ter divertimento, o jogador possa despertar interesse e aprender química enquanto joga.

No entanto essa primeira adaptação foi feita para o jogo em papel e, então, como melhoria optou-se por transpor o jogo para a Web, com o incremento de novos recursos que podem ser utilizados. Assim desenvolveu-se o Chemical Sudoku, que tem por objetivo estimular o raciocínio lógico e apresentar conceitos da tabela periódica de maneira lúdica e interativa.

Para isso, o jogo foi desenvolvido dando ênfase à interatividade e enfoque multimídia, por exemplo, ao se selecionar o elemento desejado pode-se ouvir a pronúncia e ver a grafia do nome dele em português. Dessa maneira, o jogador pode associar as siglas aos elementos se divertindo. O Chemical Sudoku também possui um ranking de pontuação, que é outro fator atrativo e estimulante. Na Fig. 1 pode se observar uma tela do jogo, a qual apresenta uma tabela com os símbolos já posicionados em linhas e colunas e informações de controle para se jogar.

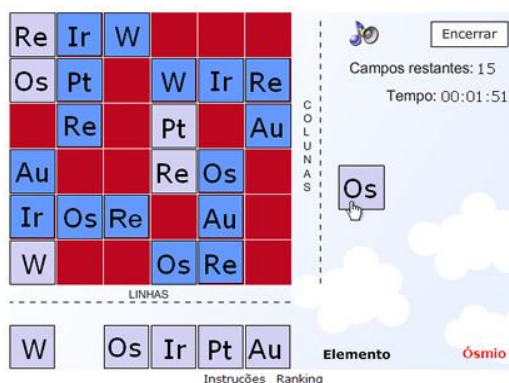


Fig. 1. Tela do jogo educativo Web Chemical Sudoku

Na interação, apresentada na figura, o elemento Ósmio (Os) está sendo movimentado. Como cenário de fundo do jogo são utilizadas nuvens se movimentando no céu. Músicas clássicas são complementos dos sons da interação e podem ser desligadas a qualquer momento a partir de um símbolo gráfico no topo ao lado do botão de encerramento do jogo. Os símbolos mais escuros representam aqueles que são fixos no Chemical Sudoku.

O público alvo dessa versão do jogo são crianças e estudantes jovens e isso influenciou no desenho da interface com cores vivas e com uma versão de 6 linhas, de menor dificuldade se comparado ao jogo completo de 9 linhas. No entanto, pessoas de qualquer idade podem se divertir e aprender química com o jogo, sendo exigida muita

concentração do jogador para se encaixar os elementos nos lugares corretos no menor tempo possível.

A união entre o divertimento e o aprendizado é uma alternativa muito interessante para aqueles que têm dificuldade no estudo ou aprendizado da química (estudantes de ensino médio, por exemplo) e também um ótimo incentivo para despertar o interesse pelo assunto em questão. Além da química outra habilidade que pode se desenvolver enquanto brincam é o raciocínio lógico, muito exigido pelo jogo.

Assim, para que o jogo possa ser vencido o jogador tem que colocar o raciocínio em ação e, de maneira construtiva, realizar exercícios de lógica e achar a solução para as diversas situações que podem ser enfrentadas. Dessa forma é feita uma influência para exercitar o raciocínio, não somente em lógica, mas também em rapidez. A idéia é estender cada vez mais o Chemical Sudoku com fórmulas e outros símbolos químicos.

O jogo é, dessa forma, uma significativa opção de divertimento educativo e pode ser acessado gratuitamente através do site¹ do órgão de pesquisa CMDMC.

2.2 Quebra-cabeça de Nanotecnologia

Com objetivo de aproximar a comunidade do mundo nanométrico desenvolveu-se o jogo Quebra-cabeça de Nanotecnologia, o qual desafia os jogadores a juntarem peças no menor tempo possível, formando imagens científicas microscópicas.

Dentre os vários tipos de quebra-cabeça, foi escolhido para implementação o *Jigsaw Puzzle*. Nessa tipologia, cada peça é embaralhada de forma diferente, representando uma pequena parte de uma figura, que deve ser formada para a conclusão do jogo.

Na Fig. 2 é mostrada a tela do jogo no nível de dificuldade média.

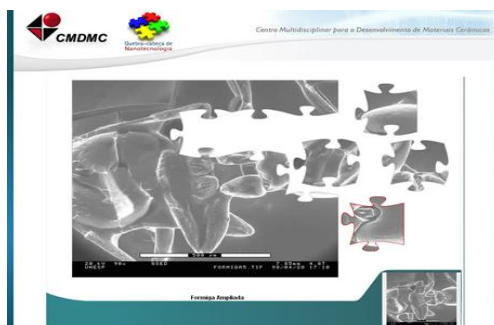


Fig. 2. Tela do jogo educativo Web Quebra-cabeça de Nanotecnologia

A interação com as imagens microscópicas e legendas explicativas leva o jogador a se familiarizar com os conceitos de Nanotecnologia, antes só apresentados em livros ou outros materiais educativos tradicionais. Requisito importante atendido nesse

¹ <http://www.cmdmc.com.br/sudoku>

quebra-cabeça on-line é que há a possibilidade de controle de tempo e número de pontos, permitindo competição com outros jogadores assincronamente.

A área de trabalho do quebra-cabeça foi dimensionada para acondicionar a figura preenchida e mais um espaço lateral em que se trabalha as peças, importante no caso do usuário querer formar a imagem por partes, útil, sobretudo no modo maior de dificuldade. Abaixo da figura tem-se um painel explicativo, com legenda, e a direita uma miniatura da imagem a ser formada.

Este jogo educativo também permite utilização gratuita e está acessível pelo site do órgão de pesquisa².

O Quebra-Cabeça foi desenvolvido utilizando componentes de software multimídias e processamento gráfico de imagens para seu “corte” em peças de forma aleatória. Outra preocupação foi a leitura das imagens ser dinâmica para que pudessem ser inseridas novas fotos ao longo do tempo. Assim, almeja-se atingir maior jogabilidade com jogos sempre diferentes e interatividade no manuseio das peças.

3 Metodologia para desenvolvimento

Os jogos foram desenvolvidos em etapas, a partir do contato entre diversos pesquisadores, educadores e público alvo, para se aglutinar diferentes pontos de vista e ampliar as formas de difusão de conhecimento. Assim, o desenvolvimento centrado no usuário [6] foi uma das técnicas usadas para se controlar todo o processo de desenvolvimento. Os usuários foram sendo questionados, a partir da apresentação de fases do trabalho, quanto à qualidade do que estava sendo produzido.

Uma equipe multidisciplinar com pedagogos e psicólogos foi consultada para a criação dos jogos. Em relação aos aspectos psico-pedagógicos, envolvidos no jogo, verificou-se que a interação em diferentes sentidos cognitivos, simultaneamente, como visão (pelas formas e cores), audição (pelo som) e tato (movimento do mouse) facilita o aprendizado com memorização dos elementos químicos.

A primeira etapa foi a definição do que se deseja ensinar e em qual tipo de jogo irá ser feita a composição de regras e interação.

Como tipologias mais comuns podem ser citados jogos de lógica, ação e RPG (*role-playing game*). A partir da definição do escopo geral foi iniciada a identificação dos requisitos, em que, nesse nível de abstração, todas as regras e comportamentos do jogo devem ser registrados.

Com toda a documentação de escopo, foi então desenvolvida a interface estática, que além da definição de todos os elementos gráficos deve-se atentar para os relacionamentos inter-eventos. Nessa interface foram dispostos os elementos de forma separada e seus relacionamentos, a dinamicidade foi detalhada em texto com os movimentos que cada objeto no cenário poderia realizar. Essa programação dinâmica então foi cuidadosamente implementada por uma equipe de animadores e programadores a partir dos desenhos estáticos. É como o caso das nuvens no Chemical Sudoku que sempre se movimentam suavemente no fundo.

² <http://www.cmdmc.com.br/quebra-cabeca>

Para a viabilidade técnica do jogo é importante também a preocupação com a persistência dos dados, para que se possa ter um controle de acesso ao jogo e de pontuação, para tanto foi modelada e constituída uma base de dados relacional.

Um requisito importante que foi verificado é o tempo de descarga do jogo, de modo a otimizar o início do desafio ao usuário. O cálculo de pontos do Quebra-cabeça de Nanotecnologia foi feito conforme pode ser visto na fórmula da Fig. 3.

$$n = \text{round}(m - \Delta t) * i$$

Onde:

n: número de pontos a ser calculado
round(): função que arredonda os valores
m: número máximo de pontos
 Δt : tempo gasto em segundos
i: índice de dificuldade

Fig. 3. Fórmula de cálculo de pontos do Quebra-cabeça de nanotecnologia

A fórmula é aplicada no momento em que o jogador completa a montagem de uma imagem no jogo. O jogo atualmente está instanciado da seguinte maneira: $m = 15000$, definindo o máximo de pontos de um jogo e a dificuldade em $i = 0.3$; Fácil / $i = 0.7$; Médio / $i = 1.0$; Difícil.

Uma diferença marcante dos jogos, na questão da pontuação, é que no Chemical Sudoku o usuário pode terminar o jogo a qualquer momento, sendo, ainda, feito um cálculo de quantos erros e acertos o mesmo possui até o momento.

Na Fig. 4 é mostrada a arquitetura simplificada dos jogos desenvolvidos. Na camada de visualização utilizou-se a tecnologia Flash, para enriquecer a interação, e também foi possível utilizar *ActionScript* [7] como forma de programação. Na Fig. 5 pode ser vista parte do código que está instanciando e adicionando ações aos *listeners*, que são mecanismos que registram eventos ao longo do tempo e controlam ações nos componentes que compõem o Quebra-Cabeça de Nanotecnologia.

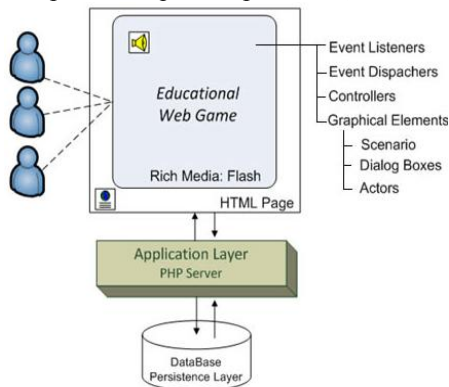


Fig. 4. Arquitetura dos jogos desenvolvidos

```

1 listListener = new Object();
2 listListener.controller = this;
3 listListener.change = function(eventObject){
4     listListener.controller.picChanged();
5 }
6 pictList.addEventListener("change", listListener);
7 puzzleListener = new Object();
8 puzzleListener.controller = this;
9 puzzleListener.done = function(eventObject){
10     puzzleListener.controller.puzzleDone();
11 }
12 myPuzzle.addEventListener("done", puzzleListener);

```

Fig. 5. Listeners para controlar todas as ações nos componentes do jogo

4 Considerações Educacionais

Com a metodologia centrada no usuário [6], verificação de acessos e pontuações bem como análise das técnicas computacionais de modularização proporcionada pela utilização de componentes, foi possível identificar aspectos educacionais em diferentes elementos dos jogos. Alguns desses aspectos são relatados como considerações educacionais nesta seção.

4.1. Percepção e retenção dos conceitos educacionais

A percepção é um dos fatores de grande importância na interação no jogo, além do desafio a ser proposto ao jogador, a apresentação não pode ser esquecida. Deve ser reforçada a percepção com uso de cores e formas em eventos atrativos com a apresentação do conteúdo educativo embutido na interação em questão.

Podem ser feitos testes de conhecimento para se garantir a percepção e retenção: é análogo como atualmente são as provas e exames dos métodos cognitivos convencionais em aula. Ao final de etapas devem ser revisados conceitos e perguntado ao usuário sobre algo visto.

Na execução de alguma tarefa o usuário deve ter noção do que está sendo feito ou solicitado. Por exemplo, no quebra-cabeça quando uma peça é selecionada seu contorno fica vermelho, mostrando bem o foco ao usuário.

Mas não só visualmente a percepção e retenção podem ser trabalhadas, estudos indicam que o uso de interfaces multimodais é interessante e reforça o que está sendo visto graficamente. Isso acontece no Chemical Sudoku em que há a pronúncia, marcação e apresentação do nome do elemento químico que o usuário está arrastando.

4.2. Ranking de Pontuação e Níveis de dificuldade

O ranking é um mecanismo de estímulo para os usuários jogarem mais. No entanto deve ser feito de maneira que dê o mérito ao jogador da maneira mais justa possível. Não trazendo sensação de constrangimento aos demais e estimulando-os a cada vez mais conseguirem jogar melhor.

São vários jogos diferentes do Chemical Sudoku e o ranking é constituído da soma das melhores pontuações do jogador, motivando-o a jogar diferentes Sudoku's, manipulando diversas simbologias químicas. O jogador é reconhecido em outras rodadas pelo cadastro de seu e-mail no início de cada seção.

Nesse tipo de domínio a parte de linha do tempo é fundamental sendo levado em consideração como índice para cálculo de pontos. Para tanto, como pôde ser visto anteriormente, são contabilizados tempos iniciais e finais de uma determinada interação para se influenciar na contabilização dos pontos.

O ranking também deve ser feito de maneira comparativa com a ordenação dos pontos de determinadas categorias de usuários e em um determinado período, por exemplo: "listagem dos melhores jogadores do mês".

A oferta de prêmios é uma boa forma de se estimular a competição entre os jogadores e com isso manter o ranking sempre em atividade.

Em relação aos níveis de dificuldade, esses são muito importantes e são ajustados pelo usuário no início do jogo. A escolha do nível de dificuldade é feita tendo-se destaque ao componente para escolha de dificuldade que faz uma alusão a botões coloridos, sendo o botão verde para dificuldade igual a nível fácil, azul para nível médio e vermelho para difícil.

Na prática, a alteração do nível de dificuldade faz com que o quebra-cabeça tenha mais peças a serem manipuladas e se muda o índice no cálculo do ranking, dando mais valor ao menor tempo para uma imagem que foi formada no nível mais difícil.

4.4. Instruções de jogo

A apresentação de instruções sob a forma de textos e gráficos é fundamental para esclarecer o usuário das regras e a forma de interação que se dará no decorrer do jogo. Devem ser apresentadas com clareza e precisão, enfocando como será feita a sua pontuação e participação em ranking, se for o caso.

4.5. Dinâmica de variância e extensibilidade

Uma questão importante nesse domínio é que um mesmo jogo deve se portar de diferentes formas para que o usuário volte a jogar com outro desafio.

Esse é o conceito de extensibilidade, em que a partir de regras definidas e parâmetros que podem contemplar até mesmo a aleatoriedade, novas disposições do mesmo jogo são instanciadas. Para tanto, tecnicamente são utilizadas tecnologias de parametrização e persistência para se estender os jogos como utilização de XML e integração com Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBDs).

No quebra-cabeça a cada jogo são sorteadas novas figuras que são “cortadas” de maneiras diferentes. Atualmente o quebra-cabeça conta com 65 imagens distintas.

5. Trabalhos Relacionados

Jørgensen (2004) relata que os campos de IHC, usabilidade e jogos existem há décadas, entretanto sem uma integração significativa. O segmento de jogos computacionais explodiu na última década, tendo hoje, regularmente, uma larga proporção da população que joga regularmente. Ainda de acordo com o mesmo autor, a indústria de jogos nos Estados Unidos tem vivenciado um crescimento rápido e economicamente representativo [1].

Um dos maiores impulsos ao mercado de jogos está sendo a possibilidade de cada vez mais pessoas estarem online agora em um novo paradigma de interação com múltiplos jogadores simultâneos em diversas partes do mundo [1].

Uma demonstração da importância da interação do usuário em jogos pode ser vista com o advento do console de vídeo-game Nintendo Wii, em que a forma de interação foi privilegiada em seu projeto com reconhecimento de movimentos a partir de seu

controle inovador Wii Remote. Ao compararmos seus recursos com os principais concorrentes do mercado percebe-se claramente essa questão, os jogos são mais simples com processamento de imagens 3D menos avançado, mas com essa nova forma de interação [8].

Contrastando com a situação do desenvolvimento de software em que atualmente a percepção da preocupação com IHC é maior, percebe-se que as primeiras publicações em relação à criação de jogos não têm dado ênfase aos aspectos de interação com o usuário [1].

6. Resultados

Nesta seção são apresentados os resultados da utilização do game desenvolvido. Além disso, são apresentados também números sobre a repercussão do mesmo, o que possibilitou a obtenção de considerações importantes para o desenvolvimento de novos jogos.

O Chemical Sudoku foi avaliado no período de 10 de maio de 2008 à 27 de fevereiro de 2009. Nesses quase 10 meses, 21.850 jogos foram feitos em 1.425 instituições diferentes de 789 cidades diferentes. O jogo ainda teve repercussão internacional, abrangendo 22 países – como, por exemplo, Portugal, México, Argentina, Espanha, Chile, França e Japão. O tempo médio gasto pelos usuários para finalização do jogo foi de 4 minutos.

Questionados alguns alunos sobre a eficácia dos jogos eles disseram que o jogo auxilia para identificação das siglas da tabela periódica. Um fator responsável pelo apoio a esse aprendizado é a repetição sonora e a apresentação do nome do elemento de cada símbolo.

Outro jogo em análise foi o Quebra-cabeça de Nanotecnologia. A utilização desse jogo foi observada durante o período de 04 de julho de 2008 a 27 de outubro de 2008, onde foram feitos 15.210 jogos em 894 instituições diferentes. Os usuários estavam distribuídos por 670 cidades de 18 países diferentes, tendo o tempo médio de jogo para finalização do jogo sido de 3 minutos.

Uma surpresa aos envolvidos com os jogos é que mesmo após o período de divulgação e premiações os dois ainda continuam atraindo muitos usuários. Isso pode ser comprovado pelo relatório Google Analytics, mostrando de acordo com a Fig. 6 que de abril a maio de 2009 os dois foram os conteúdos mais acessados do site.



Fig. 6. Relatório Google Analytics do período de 5 de abril a 5 de maio de 2009

7. Conclusões

Neste artigo, além de apresentar os jogos educacionais, focou-se em delinear considerações educacionais como resultado e estímulo para que novos jogos educativos sejam criados, sobretudo na Web, os quais possam proporcionar uma maior facilidade de disseminação de conhecimento entre os usuários.

De acordo com a equipe de apoio e difusão de conhecimento da instituição envolvida a novidade de uso dos jogos na Web trouxe significativos resultados: “Os jogos são um ótimo complemento de atividades que já conduzimos em escolas de ensino médio e fundamental”, retrata o coordenador da equipe que está motivado a desenvolver novos jogos desse tipo.

No entanto algumas melhorias ainda são previstas, como a investigação e desenvolvimento de um framework de componentes para jogos na Web, o qual contemple questões de usabilidade, acessibilidade, performance, carga cognitiva e formalização de possíveis padrões para o domínio.

Pretende-se ainda desenvolver uma plataforma única em que o usuário possa ter uma conta para todos os jogos disponíveis, que estarão cadastrados em um ambiente de um sistema de jogos online.

Referências

1. Jørgensen, A. H. 2004. Marrying HCI/Usability and computer games: a preliminary look. In Proceedings of the Third Nordic Conference on Human-Computer interaction (Tampere, Finland, October 23 - 27, 2004). NordiCHI '04, vol. 82. ACM, New York, NY, 393-396.
2. Conati, C. Probabilistic Assessment of User's Emotions in Educational Games. Journal of Applied Artificial Intelligence, "Merging Cognition and Affect in HCI", 2002.
3. Rocca, J. D., Hunike, R., Spector, W., and Zimmerman, E. 2002. Game development, design and analysis curriculum. In ACM SIGGRAPH 2002 Conference Abstracts and Applications (San Antonio, Texas, July 21 - 26, 2002). SIGGRAPH '02. ACM, New York, NY, 16-16.
4. Kramer, W. What is a game?, 2000, Available from: <http://www.thegamesjournal.com/articles/WhatIsaGame.shtml>.
5. Saecker, Mary. Chemistry Sudoku Puzzle, Journal of Chemical Education, vol. 83, number 4, April, 2006
6. Norman, D. A. 2005. Human-centered design considered harmful. interactions 12, 4 (Jul. 2005), 14-19. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1070960.1070976>
7. Crawford, S. and Boese, E. 2006. ActionScript: a gentle introduction to programming. J. Comput. Small Coll. 21, 3 (Feb. 2006), 156-168.
8. Schou, T. and Gardner, H. J. 2007. A Wii remote, a game engine, five sensor bars and a virtual reality theatre. In Proceedings of the 2007 Conference of the Computer-Human interaction Special interest Group (Chisig) of Australia on CHI: Design: Activities, Artifacts and Environments (Adelaide, Australia, Nov. 28 - 30, 2007). OZCHI '07, vol. 251. ACM, New York, NY, 231-234.