

# O uso de jogos como fator motivacional em cursos de computação

Luciano A. Digiampietri<sup>1</sup>, Diogo D. Kropiwiec<sup>2</sup>, Renato A. C. Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo (EACH-USP)  
03828-000 – São Paulo – SP – Brazil

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Campinas (IC-UNICAMP)  
CP 6176, 13084-971 – Campinas – SP – Brazil

{digiampietri, renato.alexey.silva}@usp.br, diogo@las.ic.unicamp.br

**Abstract.** One of the biggest challenges for any educator is how to motive her/his students. In order to face this challenge, this paper presents a set of system based on the use and development of computer games as a motivational factor for computer science students. These systems are being used in Information Systems undergraduate courses at University of São Paulo (USP). The main developed tools are presented here, highlighting how they are being used inside and outside the classroom in order to illustrate theoretical concepts, improving the understanding of some concepts and changing the dynamic of computer science teaching.

**Resumo.** Um dos maiores desafios para qualquer educador é motivar seus estudantes. Visando a enfrentar este desafio, este artigo apresenta um conjunto de sistemas baseados no uso e no desenvolvimento de jogos como fator motivacional para estudantes de computação. Estes sistemas estão sendo utilizados em algumas disciplinas do curso de Sistemas de Informação da Universidade de São Paulo (USP). São apresentadas as principais ferramentas desenvolvidas, com destaque a como elas estão sendo utilizadas dentro e fora da sala de aula para ilustrar conceitos teóricos, aprofundar o ensino de alguns conteúdos e mudar um pouco a dinâmica do ensino em computação.

## 1. Introdução

Nos últimos anos, os educadores de cursos ligados à computação têm enfrentado dois grandes desafios: aumentar a atratividade e manter os estudantes destes cursos motivados [Forte and Guzdial 2005, Guzdial 2003].

Após a grande procura por cursos ligados à computação ocorrida nos anos 90, observa-se uma constante queda no interesse por este tipo de curso. O número de candidatos por vaga nas principais instituições públicas de ensino no país está caindo em todos os níveis (técnico, graduação, mestrado e doutorado). Como exemplo, a Figura 1 ilustra a variação de candidatos por vaga no curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Campinas dos vestibulares para ingresso de 2000 a 2010[COMVEST ]. Nesta figura, pode-se observar que o número de candidatos por vaga caiu pela metade no período (de aproximadamente 39,4 candidatos por vaga em 2000 para 19,3 candidatos por vaga em 2010).



**Figura 1. Candidatos por vaga no curso Bacharelado em Ciência da Computação da Unicamp, entre 2000 e 2010**

A constante diminuição no número de candidatos por vaga em cursos de computação poder ser atribuída a dois aspectos principais. O primeiro aspecto é simplesmente numérico: nos últimos anos aumentaram o número de vagas para os cursos desta natureza, tanto as vagas nos cursos já existentes, como a abertura de dezenas de novos cursos em instituições públicas e privadas, o que resulta em estudantes prestando vestibular apenas nas instituições mais próximas de suas cidades natais. O outro aspecto está relacionado à desinformação dos alunos do ensino médio quanto ao conteúdo do curso, às possibilidades multidisciplinares e, também, às oportunidades no mercado de trabalho. A visão de que um profissional de um curso de computação desempenhará papéis enfadonhos, ficando o dia todo desenvolvendo tarefas, potencialmente desinteressantes, na frente do computador. Esta desinformação foi diversas vezes comprovada no evento Unicamp de Portas Abertas (UPA), no qual a universidade abre suas portas e apresenta alguns de seus projetos a estudantes do ensino médio. Nos estandes dedicados aos cursos de computação, é constante a surpresa desses alunos ao saber que todos os projetos apresentados (envolvendo os mais variados assuntos, incluindo biodiversidade, bioinformática, robótica, processamento de vídeos, etc) são projetos em computação.

Com relação aos graduandos em cursos de computação<sup>1</sup>, existem duas reclamações costumeiras por parte destes alunos: a dissociação entre as diversas disciplinas do curso, fazendo com que os alunos não percebam a sequência lógica entre os diversos conteúdos aprendidos; e a existência de disciplinas excessivamente teóricas, o que dificulta ao aluno entender a aplicabilidade, em problemas reais, dos conceitos aprendidos.

Quanto às críticas dos graduandos em cursos de computação, observa-se que muitas disciplinas costumam ser ministradas de maneira dissociada com o restante do curso e que em outras disciplinas o equilíbrio entre conteúdos práticos e teóricos não seja alcançado. Especialmente em universidades públicas, é comum a existência de matérias unicamente teóricas. Desta forma, um projeto que possibilite a aplicação prática dos di-

<sup>1</sup>Ciência da Computação, Sistemas de Informação, Análise de Sistemas, Engenharia de Computação, etc.

versos conceitos pode ajudar o aluno a assimilar o conteúdo teórico e servir como um facilitador na entrada deste aluno no mercado de trabalho. O domínio dos jogos tem um grande apelo entre os jovens podendo servir como base para o desenvolvimento, implícito ou explícito, dos conceitos teóricos e práticos da computação.

Este artigo apresenta um conjunto de estratégias baseadas no desenvolvimento de jogos que estão sendo adotadas com alunos do curso de Sistemas de Informação da Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP), para tentar enfrentar estes dois desafios. O principal enfoque está no segundo desafio, isto é, aumentar a motivação dos estudantes por meio do desenvolvimento de atividades práticas nas disciplinas de Introdução a Ciência da Computação, Algoritmos e Estruturas de Dados, Inteligência Artificial, Interface Humano-Computador e Engenharia de Software. O segundo desafio, de aumentar a visibilidade e aumentar a procura pelos cursos ligados a computação, é enfrentado como consequência do segundo, por meio da disponibilização dos sistemas desenvolvidos, de materiais de apoio e de palestras a serem apresentadas em feiras de profissões e, possivelmente, nas escolas de ensino médio.

O domínio “desenvolvimento de jogos” foi escolhido por diversos motivos: possuir interação com diversas disciplinas da computação; por ter um grande apelo aos estudantes; ser uma área em expansão no mercado de trabalho; e pela grande visibilidade que os jogos têm com os alunos do ensino médio.

Ainda com relação aos dois desafios apresentados, nossa unidade de ensino também desenvolve outras atividades motivacionais para o aperfeiçoamento no aprendizado de computação que serão brevemente descritas neste artigo. Além disso, este artigo apresenta as primeiras estatísticas comparando taxas de evasão entre os alunos que interagiram com as tarefas de desenvolvimento de jogos e aqueles que não o fizeram.

O restante deste artigo está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 sumariza alguns trabalhos correlatos, focando nos assuntos educação em computação e jogos na educação. A Seção 3 detalha os objetivos do desenvolvimento das diversas ferramentas propostas e apresenta as principais ferramentas desenvolvidas neste artigo. Segue-se uma breve discussão sobre os resultados do projeto na Seção 4. E por fim são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

## 2. Trabalhos Correlatos

Experimentos foram realizados tanto na área de Educação em Informática quanto em Jogos de Computadores para demonstrar que o uso de jogos em disciplinas introdutórias de cursos ligados à computação é benéfico para motivar os alunos e aumentar o aprendizado dos mesmos [Forte and Guzdial 2005, Clua 2008].

Jogos têm sido usados em algumas iniciativas como incentivo ao aprendizado para crianças, adolescentes, jovens e adultos [Distasio and Way 2007, Klawe 1999], bem como para auxiliar na reabilitação de pessoas que sofreram traumas físicos ou mentais [Corrêa et al. 2008]. Novos métodos de ensino surgiram, como o Aprendizado Baseado em Jogos. Atualmente, este método está sendo utilizado em diversos sistemas e existem eventos científicos inteiramente dedicados a esta metodologia [Burgos et al. 2008, Tan et al. 2007].

Estudos foram feitos recentemente para avaliar os resultados da utilização de soft-

wares educativos e para prover direções que devem ser consideradas pelos desenvolvedores a fim de maximizar o potencial de aprendizado dos alunos e facilitar o trabalho dos professores [Corrêa et al. 2008, Gomes 2008].

Enquanto a maioria dos trabalhos existentes voltados ao ensino de computação está focada no uso de jogos para o aprendizado de disciplinas introdutórias, nosso trabalho se destaca em três características: (i) o ambiente proposto visa a ajudar no aprendizado de disciplinas, desde as introdutórias como Algoritmos e Estruturas de Dados, até disciplinas mais específicas, tais como Inteligência Artificial, Engenharia de Software, Interface Humano-Computador e Tecnologias para Web; (ii) há a participação ativa dos alunos na especificação e no desenvolvimento do ambiente – além dos módulos básicos especificados e desenvolvidos pelos professores, o restante do sistema está sendo implementado de acordo com as sugestões dos alunos (e pelos alunos); (iii) o ambiente dá apoio a atividades científicas nas mais diversas áreas, como Inteligência Artificial, Segurança de Redes e Interfaces [Digiampietri and Kropiwiec 2008].

### 3. Ferramentas Desenvolvidas

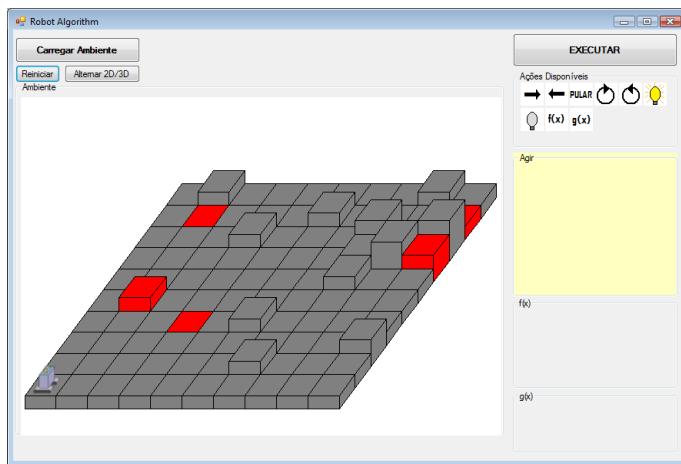
Ao longo dos últimos três anos muitas ferramentas foram desenvolvidas vinculadas a este projeto [Digiampietri and Kropiwiec 2008]. Nesta seção, são destacados os sistemas mais recentes, descrevendo como eles têm sido utilizados como ferramenta motivacional e para o aperfeiçoamento no aprendizado em computação.

A grande maioria das ferramentas já se encontra disponível na internet, no sítio do projeto<sup>2</sup>, juntamente com materiais de apoio. É importante destacar que as ferramentas desenvolvidas foram escritas em mais de uma linguagem de programação, utilizando uma variedade de tecnologias e conceitos, justamente para poderem ser utilizadas disciplinas com enfoques variados.

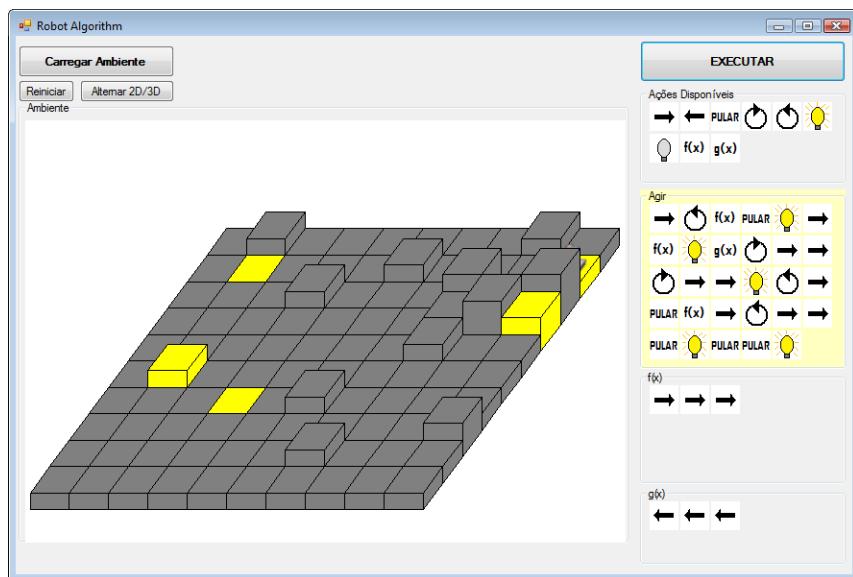
**Robot Algorithm:** este sistema está sendo utilizado em algumas disciplinas introdutórias (como Introdução a Ciência da Computação) para ensinar os alunos a desenvolver algoritmos simples. O sistema possui um robô que tem como objetivo chegar a todos os lugares vermelhos e acender a luz destes lugares. O robô pode executar sete tipos de ações: andar para frente, andar para trás, saltar a frente, rotacionar 90 graus no sentido horário, rotacionar 90 graus no sentido anti-horário, acender a luz e apagar a luz (Figura 2). Para atingir o objetivo o aluno poderá usar qualquer combinação das ações disponíveis – adicionando-as a caixa *Agir* da figura – limitado ao número total de 30 ações, além de poder chamar duas funções auxiliares:  $f(x)$  e  $g(x)$  que podem ter, respectivamente, 18 e 12 ações. Existe uma restrição adicional: de dentro do método  $g(x)$  não é possível chamar o método  $f(x)$ . A Figura 3 mostra uma das possíveis soluções para o problema apresentado na Figura 2. O *algoritmo* desenvolvido pelo jogador está nas três caixas a direita da imagem: *Agir*,  $f(x)$  e  $g(x)$ . Ao pressionar o botão *Executar* o robô se move pelo ambiente, executando as ações indicadas pelo usuário.

**Simuladores de Algoritmos:** para auxiliar no ensino de disciplinas introdutórias foram desenvolvidos jogos e simuladores de alguns problemas computacionais famosos como: o

<sup>2</sup><http://www.usp-leste.usp.br/digiampietri/jogos>



**Figura 2.** Cópia da tela inicial do sistema Robot Algorithm



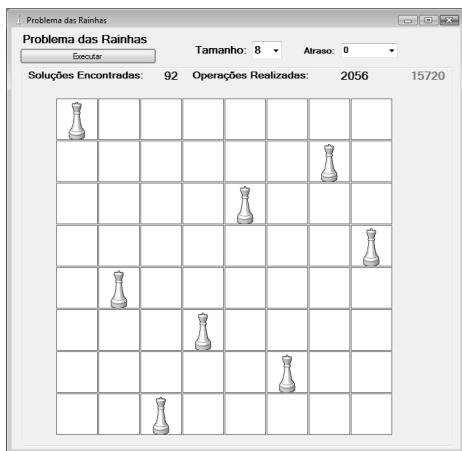
**Figura 3.** Robot Algorithm – usuário encontrou uma solução

Passeio do Cavalo, o Problema das Oito Rainhas e as Torres de Hanói. Esses sistemas permitem não só simular graficamente o funcionamento de soluções clássicas para os problemas, mas também permitem que o aluno tente resolver interativamente esses problemas, como se estivesse jogando. As Figuras 4, 5 e 6 mostram as telas desses jogos/simuladores.

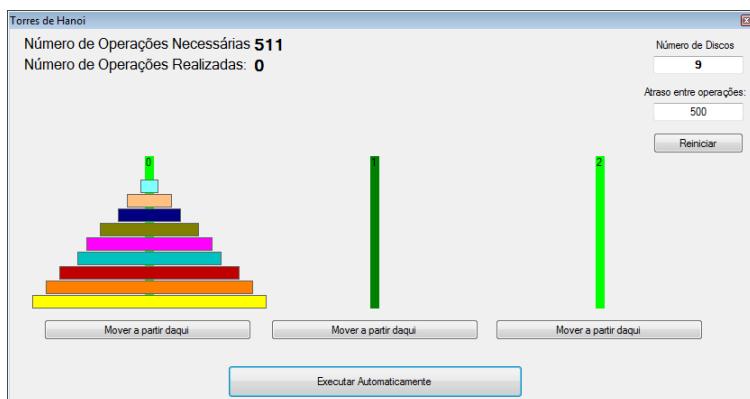
**Servidor de Jogos de Tabuleiro:** um dos primeiros sistemas desenvolvidos foi o servidor de jogos de tabuleiro. Este sistema tem sido desenvolvido de maneira *ad-hoc* e tem como objetivo o aperfeiçoamento de conceitos sobre interoperabilidade, orientação a objetos, arquiteturas cliente servidor, interface humano-computador, inteligências artificial e programação para a Web. A primeira parte corresponde a um servidor remoto que gerencia informações sobre jogos de tabuleiro e se comunica com aplicativos cliente via mensagens SOAP. A estrutura de classes do servidor foi implementada de forma a incentivar o reuso de código através dos mecanismos de herança: existem duas classes abstratas



**Figura 4. Tela do Simulador: Passeio do Cavalo**



**Figura 5. Tela do Simulador: Problema das Rainhas**



**Figura 6. Tela do Simulador: Torres de Hanói**

chamadas Jogo e Peça que são as classes base para o desenvolvimento de qualquer jogo dentro do servidor. Os alunos participaram da implementação da lógica de alguns jogos e dos aplicativos clientes que interagem com o servidor. Atualmente o sistema contém os seguintes jogos: jogo da velha 2D (convencional) e 3D; damas; xadrez; Go; e Deflexion<sup>3</sup>. Existem três implementações deste servidor: uma em Java e duas em C# (uma utilizando interface modo texto e outra interface gráfica).

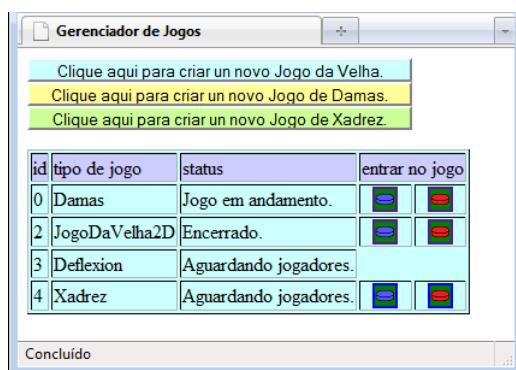
Com o servidor funcionando a próxima tarefa foi o desenvolvimento de aplicativos para a interação com o servidor – aplicativos gráficos com os quais os usuários pudessem interagir com os jogos do servidor de maneira mais natural. Diversos aplicativos foram desenvolvidos nestes três anos [Digiampietri and Kropiwiec 2008], implementados em Visual C#, C++ e Java. São destacadas a seguir as últimas ferramentas que foram desenvolvidas em ASPX e instaladas em um servidor Web, eliminando desta forma a necessidade do usuário final baixar qualquer aplicativo para poder interagir com o servidor. Para isto foram desenvolvidos quatro sítios Web interativos: o primeiro permite a criação junto ao servidor dos seguintes jogos: Jogo da Velha, Damas e Xadrez, além de listar os jogos já criados no servidor e permitir ao usuário entrar em qualquer um deles. Os demais sítios

<sup>3</sup><http://www.deflexion.biz>

permitem ao usuário jogar cada um desses jogos.

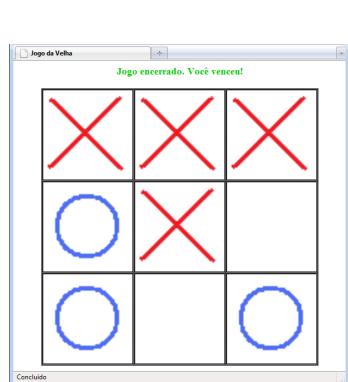
A Figura 7 apresenta o sítio Web inicial, onde o usuário pode solicitar a criação de novos jogos ou entrar um jogo já criado. As Figuras 8 e 9 apresentam as interfaces dos sítios onde o usuário está jogando, respectivamente, Jogo da Velha e Xadrez.

O Servidor de Jogos de Tabuleiro foi estendido de forma a permitir que sejam implementados *bots* (agentes de software) para jogarem os jogos definidos no servidor. Já foram implementados *bots* para o Jogo da Velha, Damas e Go. Estas implementações utilizam diferentes estratégias da Inteligência Artificial e têm sido usadas como exemplos de aplicações nesta disciplina. Entre as estratégias implementadas estão: (i) busca MiniMax simples; (ii) busca MiniMax com podas alfa-beta; (iii) sistema especialista (baseado em regras); e (iv) uso de dicionário de jogadas.

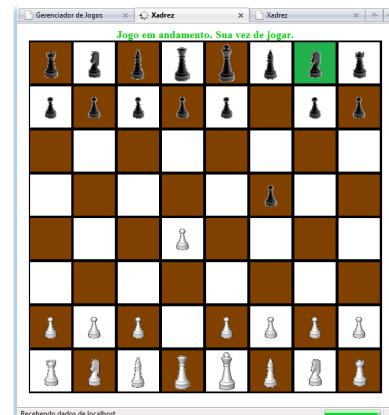


**Figura 7. Tela inicial do aplicativo Web para interagir com o servidor de jogos**

**Torneio de Truco:** Composto por um arcabouço básico para se executar um torneio de truco entre dois ou mais *bots*. Foi desenvolvido em Java e tem por objetivo incentivar os alunos a desenvolverem *bots* jogadores. Este sistema foi utilizado para se fazer uma competição, na disciplina de Inteligência Artificial, entre os alunos para verificar quais grupos produziam os melhores sistemas especialistas. Inclui duas implementações da interface Jogador – um jogador que age de maneira aleatória e outra que segue algumas



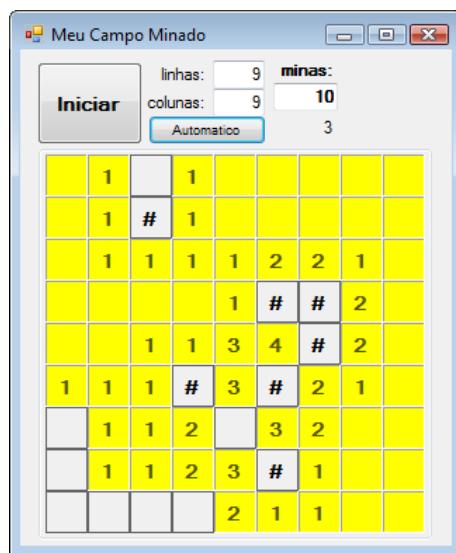
**Figura 8. Tela do aplicativo Web para Jogo da Velha**



**Figura 9. Tela do aplicativo Web para Jogo da Velha**

regras simples. Ao se executar o sistema, um torneio de truco é iniciado envolvendo todos os *bots* implementados e o resultado do torneio detalhado é apresentado. O Torneio de Truco é um dos sistemas que mais tem atraído o interesse dos alunos, e sua estrutura contribui para a aprendizagem de conceitos de orientação a objetos e inteligência artificial, com uma abordagem colaborativa–construção de um *bot* em grupo–associada a uma abordagem competitiva – competição entre os *bots* de diferentes times.

**Campo Minado:** ferramenta baseada no jogo campo minado, cujo desafio para os estudantes é implementar métodos que realizem jogadas seguras dado o estado atual do campo, ou ao menos as mais seguras entre as possíveis. A Figura 10 apresenta a interface da ferramenta. Os métodos de resolução iterativa automática do problema são acionados ao se clicar no botão *Automático*.



**Figura 10. Campo Minado – interface do sistema, com opção de tentar resolver o campo automaticamente**

Além das ferramentas apresentadas há várias outras ferramentas disponíveis no sítio do projeto, por exemplo, um gerador de Sudoku; jogos escritos em Prolog, tais como, jogo da velha, o Mundo de Wumpus (*Hunt the Wumpus*) e um sistema especialista para se jogar truco; um jogo baseado no clássico Lemmings (jogo do início dos anos 90); entre outros.

Juntamente com a iniciativa do uso de jogos em computação, existem outras três iniciativas que estão sendo executadas em nossa unidade com o objetivo de aumentar a motivação e o aprendizado dos alunos: um grupo de treinamento em algoritmos<sup>4</sup> que tem como objetivo desenvolver a habilidade dos alunos em resolver rapidamente algoritmos utilizando as mais diversas estratégias; um grupo de estudos em desenvolvimento de sistemas, onde todo o processo de desenvolvimento é explorado na prática, desde a extração de requisitos até a entrega do sistema final; e um grupo de estudo em desenvolvimento de jogos. Destes, os dois primeiros foram organizadas por iniciativa dos professores, combinando o ensino tradicional com técnicas do aprendizado baseado em problemas,

<sup>4</sup><http://each.uspnet.usp.br/digiampietri/algoritmos/index.html>

enquanto o último foi criado neste semestre por solicitação de um grupo de alunos que se interessaram pela iniciativa de ensino por meio do desenvolvimento de jogos.

#### **4. Discussão**

O curso de Sistemas de Informação da Escola de Artes, Ciências e Humanidades teve início em 2005 (assim como os demais cursos da unidade). Por ano entram 180 alunos no curso, correspondendo a três turmas de 60 alunos. O curso tem duração de quatro a seis anos, desta forma existem alunos da primeira turma que ainda não se formaram.

No início de 2009 ocorreu a primeira colação de grau do curso quando 29 alunos (dos 180 ingressantes) colaram grau, e no meio do ano de 2009 mais 8 alunos se formaram. Já no início de 2010, 74 alunos se formaram. Espera-se que na colação de grau do início de 2011 ou no máximo no início de 2012 esse número se estabilize em, ao menos, 120 formandos por ano. A taxa de evasão escolar das duas primeiras turmas foi superior a 20%.

Estes dados são importantes para destacar a necessidade da criação de políticas motivacionais tanto para diminuir a evasão quanto para incentivar os alunos a tentarem concluir o curso no tempo padrão (4 anos). As ações apresentadas neste artigo começaram a ser implantadas no segundo semestre de 2008, em uma turma da disciplina Inteligência Artificial e uma de Introdução a Ciência da Computação II. Nos semestres subsequentes os jogos e simuladores foram utilizados em praticamente todas as turmas de Introdução a Ciência da Computação II e outras ações foram iniciadas, como o grupo de treinamento em algoritmos e o grupo de desenvolvimento de jogos, além de iniciações científicas e trabalhos de conclusão de curso.

As iniciativas tomadas no curso já apresentaram alguns resultados interessantes: dos alunos que participaram voluntariamente do projeto de jogos ou dos treinamentos o índice de evasão no curso está abaixo de 5%. Já entre todos os alunos que participaram destas iniciativas voluntariamente ou “obrigatoriamente”, isto é, que interagiram com estas atividades dentro de disciplinas obrigatórias o índice de evasão no curso está abaixo de 10%.

Obviamente, ainda é cedo para se fazer uma associação direta entre o envolvimento dos alunos nas atividades descritas neste trabalho e a evasão escolar ou mesmo o aproveitamento destes alunos no curso, até mesmo por se tratar de um curso novo, em um campus novo da USP, que está atualmente no seu sexto ano de existência. Porém é importante destacar que as novas turmas estão apresentando um desempenho melhor do que as anteriores e, dos alunos que participaram das atividades extras, mais de 80% dos alunos que responderam a uma avaliação aprovaram a iniciativa.

#### **5. Conclusões e Trabalhos Futuros**

Este artigo apresentou um conjunto de ferramentas computacionais que estão sendo utilizadas dentro e fora de sala de aula para auxiliar no ensino de computação. Foram também apresentadas outras atividades motivacionais e uma discussão sobre o impacto inicial nos alunos destas iniciativas.

Embora seja muito difícil precisar os efeitos das atividades motivacionais, foi possível notar em nossa unidade que muitos alunos estão ficando mais tempo na univer-

sidade (para participar destas atividades, ou formando grupos de estudos), aparentemente estão mais motivados e estão aprovando e apoiando essas iniciativas.

Os sistemas apresentados neste artigo já estão disponíveis na Internet, em dois locais distintos: (i) no sítio do projeto<sup>5</sup> e no Portal Microsoft Faculty Conexão<sup>6</sup>, onde também é possível encontrar uma vídeo aula sobre a infraestrutura. Alguns dos sistemas ainda não estão neste sítio porque seus códigos estão sendo comentados ou o tutorial para uso ainda está sendo preparado. O sítio do projeto é frequentemente atualizado com novos sistemas, funcionalidades adicionadas aos sistemas existentes e adição de aulas e tutoriais.

## Referências

- Burgos, D., Moreno-Ger, P., Sierra, J. L., Fernández-Manjón, B., Specht, M., and Koper, R. (2008). Building adaptive game-based learning resources: The integration of ims learning design and. *Simul. Gaming*, 39(3):414–431.
- Clua, E. W. G. (2008). A game oriented approach for teaching computer science. In *Anais do XXVIII CSBC, Workshop sobre Educação em Computação*, pages 10–19.
- COMVEST. Comissão Permanente para o Vestibular da UNICAMP, <http://www.comvest.unicamp.br> (acessado em 15/3/2010).
- Corrêa, A. G. D., de Assis, G. A., do Nascimento, M., and Lopes, R. D. (2008). Gen-Virtual: Um jogo musical para reabilitação de indivíduos com necessidades especiais. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 16:9–17.
- Digiampietri, L. A. and Kropiwiec, D. D. (2008). Desenvolvimento de jogos para o aperfeiçoamento na aprendizagem de disciplinas de ciência da computação. In *Proceedings of SBGames 2008 – Computing Posters Track*, pages 49–52.
- Distasio, J. and Way, T. (2007). Inclusive computer science education using a ready-made computer game framework. In *ITiCSE '07: Proceedings of the 12th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*, pages 116–120, New York, NY, USA. ACM.
- Forte and Guzdial (2005). Motivation and nonmajors in computer science: Identifying discrete audiences for introductory courses. *IEEE Transactions on Education*, 48.
- Gomes, A. S. (2008). Referencial teórico construtivista para avaliação de software educativo. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 16(2):9–21.
- Guzdial, M. (2003). A media computation course for non-majors. In *ITiCSE '03: Proceedings of the 8th annual conference on Innovation and technology in computer science education*, pages 104–108, New York, NY, USA. ACM.
- Klawe, M. M. (1999). Computer games, education and interfaces: The E-GEMS project. In *Graphics Interface*, pages 36–39. Morgan Kaufmann Publishers.
- Tan, P., Ling, S., and Ting, C. (2007). Adaptive digital game-based learning framework. In *DIMEA '07: Proceedings of the 2nd international conference on Digital interactive media in entertainment and arts*, pages 142–146, New York, NY, USA. ACM.

<sup>5</sup><http://www.uspleste.usp.br/digiampietri/jogos>

<sup>6</sup>[www.microsoft.com/education/facultyconnection/br](http://www.microsoft.com/education/facultyconnection/br)