

# Levantamento de Aplicações de Algoritmos Genéticos na Educação

**Renato Morais Silva, Leandro Roseno Delírio, Soraia Silva Prietch**

Curso de Licenciatura Plena em Informática – Universidade Federal de Mato Grosso  
Campus Universitário de Rondonópolis  
Rodovia Rondonópolis-Guiratinga, Km 06 (MT 270) – Bairro Sagrada Família – CEP  
78.735-901 – Rondonópolis/MT

{flarenatms, leandro\_roseno}@yahoo.com.br, soraia@ufmt.br

***Abstract.** It is with this work, consider the use of Artificial Intelligence in education, using mainly the technique of Genetic Algorithms. Thus, the concepts are presented concerning the technique of Artificial Intelligence, the advantages of applying it in the construction of tools and examples for using this technique for improving the process of teaching and learning.*

***Resumo.** Pretende-se, com este trabalho, analisar a utilização da Inteligência Artificial na educação, utilizando-se principalmente a técnica de Algoritmos Genéticos. Desta forma, são apresentados os conceitos referentes a esta técnica de Inteligência Artificial, as vantagens de aplicá-la na construção de ferramentas pedagógicas e alguns exemplos de sua utilização para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.*

## 1. Introdução

Os softwares educacionais têm grande importância na evolução da educação, pois o uso do computador como ferramenta pedagógica “proporciona ao aluno interação com o mesmo, manipulando conceitos e, desta forma, contribuindo para seu desenvolvimento mental”, sendo que esta interação permite que o aprendiz construa seu próprio conhecimento. [Komosinsk e Lacerda 1998]

Existem diversas modalidades de softwares educacionais e estes utilizam diferentes técnicas de operação, dependendo do objetivo para o qual são elaborados. No entanto, quando os objetivos de um software educacional envolvem problemas complexos e a busca pelos melhores resultados, como em jogos educacionais ou tutores inteligentes, uma das melhores técnicas são os algoritmos genéticos. [Soares 1997]

Segundo Silveira e Barone (1998), algoritmos genéticos é uma técnica eficaz de resolução de problemas de otimização e busca que utilizam o conceito de evolução natural darwiniana para a resolução de problemas.

As características desse método de resolução de problemas podem trazer grandes contribuições para a educação, tanto na criação de ferramentas computacionais voltadas para a educação quanto para o desenvolvimento do raciocínio dos estudantes na aplicação de seus conceitos.

Diante disso, o objetivo deste trabalho é apresentar as características dos algoritmos genéticos, observando sua contribuição para fins educacionais, através de um levantamento de sua utilização na educação, principalmente através de softwares educativos que utilizam esta técnica.

Para atingir estes objetivos serão realizadas pesquisas na Internet sobre metodologias de ensino ou softwares que utilizam algoritmos genéticos, bem como trabalhos correlatos, como artigos, monografias e teses que defendem ou propõe a utilização dessa técnica na educação.

O artigo é organizado como segue. Na Seção 2 é apresentado como a Inteligência Artificial pode ser aplicada a educação, além dos conceitos sobre algoritmos genéticos, bem como suas características e seu funcionamento. A Seção 3 está composta por quatro exemplos de aplicação da técnica de algoritmos genéticos na educação, por meio de jogos, tutores inteligentes ou ainda através da resolução de problemas em sala de aula com a utilização da técnica de algoritmos genéticos. E, por fim, na Seção 4 apresentam-se as considerações finais.

## **2. Revisão de literatura**

Nesta abordagem da revisão de literatura será apresentado como a Inteligência Artificial está sendo aplicada na educação nos dias atuais, além dos conceitos mais importantes sobre Algoritmos Genéticos, bem como seu funcionamento.

### **2.1 Inteligência Artificial aplicada à educação**

Os diversos métodos de Inteligência Artificial podem ser empregados na educação para a resolução autônoma de problemas a partir da interação com o usuário, que neste caso é o aluno. Desta forma, as ações do usuário ativam os processo de raciocínio dos sistemas inteligentes, que variam de acordo com a técnica utilizada na sua criação. [SILVEIRA 2006]

Desta forma, a Inteligência Artificial pode ser considerada uma ferramenta pedagógica importante para o desenvolvimento cognitivo do aluno, pois segundo Komosinsk e Lacerda (1998), as ações de interação, descrição e reflexão das idéias contribuem para o desenvolvimento mental do discente.

Existem várias categorias de ferramentas pedagógicas criadas a partir de métodos de Inteligencia Artificial. No entanto as que se destacam são: instrução assistida por computador, Sistemas Tutores Inteligentes, micromundos, ambientes de aprendizagem inteligente e ambientes colaborativos de aprendizagem. [Silveira 2006]

Segundo Zem-Mascarenhas e Cassiani (2009), os sistemas de instrução assistida por computador é utilizado, geralmente, para transmitir uma informação sobre um determinado assunto, que pode ser desenvolvido com técnicas de Inteligência Artificial ou outras técnicas. Este tipo de ferramenta ajuda o aluno a aumentar suas habilidades de interação com o computador para a resolução de problemas, e conseqüentemente, o prepara para viver na sociedade tecnológica de hoje. Além disso, sua principal vantagem é que o aluno pode programar seus horários de estudo e pode levar o tempo necessário para concluir seu aprendizado, de acordo com seu próprio ritmo de desenvolvimento cognitivo.

Os Sistemas Tutores Inteligentes são ferramentas que ensinam e apoiam o aprendizado por meio da resolução de problemas de maneira interativa. Este tipo de software é criado com técnicas de Inteligência Artificial e sua principal característica é que ele possui a capacidade de aprender e melhorar suas estratégias de ensino a partir de sua interação com o aluno. [Bercht 2001]

Para Silveira (2006), os micromundos e os ambientes de aprendizagem inteligente utilizam o método de investigação para auxiliar no processo de

ensino/aprendizagem. Estas ferramentas pedagógicas utilizam as técnicas de Inteligência Artificial para explorar o lado lúdico do aluno, por meio de jogos interativos ou mundos virtuais interativos.

Ambientes colaborativos de aprendizagem são espaços de interação para o desenvolvimento de cursos on-line que objetivam o trabalho colaborativo dos alunos e sua participação no processo de construção do conhecimento. Estes espaços necessitam de ferramentas para seu gerenciamento, sendo que estas podem ser desenvolvidas com técnicas de Inteligência Artificial ou com outras técnicas. No entanto a utilização de sistemas inteligentes nestes espaços permite que estas ferramentas se adaptem aos usuários e por meio das informações obtidas na interação com os mesmos pode melhorar os aspectos pedagógicos e obter maior eficiência no processo de ensino e aprendizagem. [Silveira 2006]

## **2.2 Algoritmos Genéticos**

De acordo com Santos, Lopez e Junior (2005), os algoritmos genéticos são métodos de busca heurística para problemas ou espaços de busca intratáveis ou não resolvidos de forma eficiente por outros métodos. No entanto, Bueno, Traina e Junior (2005), afirma que os algoritmos genéticos são recomendados para a solução de problemas que envolvem buscas e otimizações, devido a sua robustez e simplicidade.

Para Bueno, Traina e Junior (2005), os algoritmos genéticos são modelos computacionais que simulam a seleção e a evolução natural. Diante disso, um determinado problema contém vários indivíduos que representam as suas possíveis respostas. Estas últimas são representadas por uma cadeia de símbolos chamada de cromossomo, sendo que cada símbolo de um cromossomo é chamado de gene.

Segundo Grigoletti (2008), o cromossomo é uma estrutura de armazenamento de dados, como um vetor ou uma string, responsável por carregar as informações sobre as variáveis do problema, que como citado anteriormente, corresponde as suas possíveis soluções. Já o gene é o responsável por controlar as características da possível solução que está representando, ou seja, é um parâmetro codificado do cromossomo e representa uma única variável dentro de um vetor ou string.

De acordo com Sá (2003), a posição ocupada por um gene em um cromossomo é chamada de locus gênico e o valor ou variável que um gene pode assumir é chamado de alelo.

### **2.2.1 Operadores Genéticos**

A técnica de algoritmos genéticos utiliza uma população inicial de indivíduos e aplica sobre a mesma, de forma cíclica, os operadores genéticos. Isso é feito para que novas gerações sejam formadas e esta população evolua para formar indivíduos com maior capacidade. Logo, os algoritmos genéticos utilizam operadores genéticos para transformar e provocar a evolução de sua população por meio das operações de seleção, cruzamento e mutação, a fim de obter uma solução satisfatória para determinado problema

### **2.2.2 Operação de Seleção**

Sá (2003) afirma que a operação de seleção escolhe quais indivíduos da população poderão se reproduzir e quantos descendentes estes poderão deixar para a próxima geração.

De acordo com Silva (2008) este processo de seleção, assim como na teoria darwiniana de evolução, escolhe os melhores indivíduos e descarta os outros. Desta forma, os cromossomos com as melhores características em relação ao problema em questão, são copiados uma ou diversas vezes para formar novos indivíduos que irão compor uma nova geração.

Na operação de seleção os descendentes são cópias dos melhores indivíduos da geração anterior, mas podem evoluir com as próximas operações genéticas que forem realizadas. Além disso, da mesma forma que os outros indivíduos, estes também passarão pelo processo de seleção, para definir quais serão descartados ou quais poderão se reproduzir. No entanto, a quantidade de cópias geradas a partir dos indivíduos selecionados dependerá de sua aptidão, sendo que os indivíduos com maior aptidão têm chances maiores de deixar descendentes. [Sá 2003]

### **2.2.3 Operação de Cruzamento**

De acordo com Bueno, Traina e Junior (2005), a operação de cruzamento é a mistura do material genético dos indivíduos pais selecionados, para a geração de dois novos herdeiros com as características genéticas dos indivíduos responsáveis por sua geração. Nesta troca de informações genéticas, os filhos herdam as características predominantes dos indivíduos pais.

O processo de cruzamento é a principal característica dos algoritmos genéticos que os diferenciam de outras técnicas. Ele pode ser realizado de três maneiras diferentes: cruzamento de um ponto, cruzamento de dois ou mais pontos ou ainda, cruzamento uniforme. [Silva 2008]

Grigolet (2008), afirma que no cruzamento de um ponto os cromossomos pais são quebrados em um ponto escolhido de forma aleatória, produzindo uma cabeça e uma cauda em cada um deles. Então as caudas são trocadas para a geração de dois cromossomos filhos. No entanto, o cruzamento de dois ou mais pontos ocorre de forma semelhante ao cruzamento apresentado anteriormente, sendo que a diferença é que os pais serão quebrados em mais de um ponto de forma aleatória e as sessões criadas trocarão informações genéticas entre os pais. Já, no cruzamento uniforme, segundo Sobrinho e Girardi (2004), os genes dos filhos serão criados a partir da cópia de um dos genes dos pais. Estes genes serão escolhidos de forma aleatória. Desta forma, se na máscara de cruzamento houver valor 1, então o gene copiado será do primeiro pai e caso contrário, será copiado o gene do segundo pai.

### **2.2.4 Operação de Mutação**

De acordo com Sobrinho e Girardi (2004), a operação de mutação é a principal responsável pela manutenção da diversidade genética das populações nos algoritmos genéticos, pois fornece meios para a inserção de novos elementos na população.

Silva (2008), afirma que o processo de mutação é capaz também de recuperar algumas características genéticas perdidas durante o processo de seleção. Esta operação ocorre depois da operação de cruzamento com uma determinada probabilidade em cada bit dos dois filhos gerados, invertendo os valores dos bits de 0 para 1 e de 1 para 0. [Grigolet 2008]

### **2.2.5 Parâmetros Genéticos**

Segundo Grigolet (2008) na utilização de algoritmos genéticos devem-se observar alguns parâmetros e a maneira que eles influenciam o desempenho e o comportamento

da aplicação. Isto deve ser feito para que as necessidades do problema sejam contempladas de acordo com os recursos disponíveis.

Diante disso, os parâmetros genéticos mais utilizados são o tamanho da população, que determina a quantidade de cromossomos de uma população, a taxa de cruzamento, que influenciam na velocidade dos algoritmos genéticos, o tipo de cruzamento, que corresponde à forma como ocorrem os cruzamentos dos cromossomos, e por fim, a taxa de mutação, que determina a probabilidade de ocorrência de mutação em um cromossomo.

### **3. Levantamento das Aplicações**

Nesta sessão serão apresentados alguns exemplos de utilização de Algoritmos Genéticos na educação.

#### **3.1 EducaTrans: um Jogo Educativo para o Aprendizado do Trânsito**

Nos dias atuais percebe-se a falta de motivação dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, para tentar solucionar este problema que afeta a educação criam-se jogos digitais, pois estes cativam, incentivam desafios, curiosidades, características fundamentais para um bom aprendizado. Um bom exemplo disso é o jogo EducaTrans. Este é um jogo de caráter educacional criado pelos alunos do laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), que tem o principal objetivo a educação no trânsito. [Assis 2006]

Por um tema de grande importância na sociedade atual, o EducaTrans [Assis 2006] tem como público alvo alunos do Ensino Fundamental e Ensino Médio, tendo-se em vista que eles serão os futuros participantes do trânsito. Diante disso surge a necessidade de instruí-los de forma adequada, para que se tornem bons cidadãos, conhecendo as regras e leis do trânsito, cumprindo com os seus deveres e a par dos seus direitos.

O jogo é uma representação de uma cidade onde pedestres, ciclistas e motoristas, independente do personagem que o jogador escolher, começam do mesmo ponto e tem que encontrar um tesouro antes da população autônoma. Quem consegue chegar primeiro ganha o jogo. Mas, durante o trajeto, o jogador tem que evitar infringir as regras do trânsito e correr menos risco de vida. Além disso, existem diversas placas indicando o local exato do tesouro e o trajeto mais recomendado e, desta forma, perde o jogo quem infringe muitas regras, a ponto de esgotar toda a energia de seu personagem.

Para a criação do jogo, foi utilizada a técnica de algoritmos genéticos para a criação da população, de carros e ciclistas autônomos. O EducaTrans, segundo [Assis 2006], utiliza algoritmos genéticos como mecanismo de evolução dos pedestres autônomos e oferece uma ferramenta divertida e desafiadora onde o aprendiz poderá navegar em um ambiente tridimensional que reproduz um cenário real com regras de trânsito bem definidas. Para a criação deste jogo educativo foi utilizado o software de modelagem Blender 3D, em linguagem Python. Houve também a contribuição de um adolescente de 14 anos. O EducaTrans é uma ferramenta de conscientização para evitar as tragédias que ocorrem hoje em dia no trânsito.

#### **3.2 AGHORA: Algoritmos Genéticos para Geração de Horários de Aula**

Esta aplicação tem o intuito de resolver um dos grandes problemas das instituições de ensino no início do ano, que é preparar o calendário das aulas, sabe-se que a

complexidade desse fato se torna intensa, pois envolve questões como disponibilidade do professor, carga horária da disciplina e carga horária da turma semanal ou semestral, usar laboratórios de informática ou física entre outros para realizar aulas práticas, enfim se torna uma tarefa cansativa e com um nível de dificuldade intenso para quem esta encarregado de realizar esta tarefa que são os coordenadores dos cursos.

Procurando melhorias ate mesmo para poupar o precioso tempo dos educadores, Junior e Rocha (2005), da Universidade da Amazônia (UNAMA), criaram o projeto AGHORA que tem como objetivo minimizar o processo de geração de horários acadêmicos.

A utilização de algoritmos genéticos neste projeto deve-se ao fato do tempo de resposta rápido e as confiabilidade das técnicas que este método disponibiliza, no caso do AGHORA foram implementados em quatros operadores genéticos, que são eles: reprodução, mutação, seleção e elitismo. O projeto foi dividido em dois módulos principais, em que, um gerencia as informações recebidas e a outra parte gera o horário. O usuário pode entrar com dados que vão ser os operadores acima já citados. [Junior e Rocha 2005]

No primeiro módulo a gerencia de informações acadêmicas, são elaboradas de acordo com as informações da instituição, com relação a horário de cursos, disponibilidade dos professores, definição das cargas horárias das disciplinas, turmas, exemplo no caso dos professores é gerado um formulário onde contem se os educadores têm horário livre ou podem lecionar, em seguida estas informações são armazenadas em um banco de dados, após ocorrer este armazenamento de informações entramos no segundo modulo que é a parte mais pratica onde acontece a geração dos horários de aula, neste momento os Algoritmos Genéticos agem para solucionar este problema, codificando as mensagens armazenadas e gerando o melhor horário possível. [Junior e Rocha 2005]

Essa técnica através de comprovações e estudos realizados pelos alunos do curso de Computação da UNAMA, se mostra mais eficiente do que os métodos tradicionais. Existem também algumas desvantagens no projeto, pois os custos computacionais são caros , além dos Algoritmos genéticos que nem sempre traz a solução correta. Um projeto complexo que pode revolucionar as características da educação, pois economizaria tempo por parte dos professores, ficaria armazenado em um banco de dados virtual onde seria de fácil disponibilidade da informação. [Junior e Rocha 2005]

### **3.3 Aprendizagem Mediada por Algoritmos**

Na sociedade atual a participação da informática na educação é cada vez mais presente e de suma importância, pois se sabe que os alunos de hoje são totalmente ativos, participativos, ao contrario de tempos atrás em que ele apenas ouvia ao professor sem questionar qualquer palavra, então o modelo computacional por possuir vários atrativos para os alunos é indispensável no processo de ensino aprendido.

Uma das propostas neste contexto é usar algoritmos genéticos para simular ocasiões reais em que o aluno saberá a forma correta de agir de acordo com a determinada situação. [Komosinski; Lacerda 1998]

Implementar algoritmos genéticos como ferramenta pedagógica, havendo uma interação social por meio de trabalho cooperativo, envolvendo a reflexão do aluno, incorporando um conhecimento novo a um já existente e utilizando a técnica principal que seria a solução de problemas, o aluno se estimularia em buscar resoluções na qual se adequa ao meio em que vive, o tornado consciente de seus atos e suas

responsabilidades, aprendendo a avaliar suas decisões e ter um entendimento conciso do assunto em questão. [Komosinski; Lacerda 1998]

Assim a vantagem de usar um Agente Inteligente como software educacional é que o aluno ira se preocupar apenas com a modelagem e a avaliação do tema abordado e o sistema ficara encarregado de gerar as soluções, e logo em seguida ele analisaria a resposta e determinaria o que é relevante e irrelevante no que foi lhe apresentado.

### **3.4 Um estudo sobre algoritmos genéticos, lógica *fuzzy* e técnicas para segmentação e classificação em imagens médicas**

O objetivo da aplicação de Silva (2008) é utilizar técnicas computacionais como Algoritmos Genéticos e lógica *fuzzy* para o auxilio da medicina, especificamente na área de segmentação de imagens. O autor esclarece cada um desses métodos exemplificando suas utilidades, e se pensando em Algoritmos Genéticos o autor relata um breve histórico, o conceito e as vantagens dos Algoritmos.

Assim tem-se que os Algoritmos Genéticos, conseguem essa segmentação de forma mais versátil e apropriada, por possuírem o poder de gerar soluções confiáveis, sabendo que seus meios para gerar essas respostas seus conteúdos são explicitamente analisados e estudados. Neste caso a responsabilidade de verificar o que relevante e o que não é na solução apresentada pelo Algoritmo genético é o próprio instrutor da área da medicina, ou seja, ele que definira as funcionalidades e a melhor solução encontrada para cada figura apresentada. [Silva 2008]

O diferencial de usar os algoritmos para a área em questão [Silva 2008], esta justamente na precisão dos dados apresentados, pois sabe-se que os métodos convencionais não tem essa definição exata, então os novos conceitos de computação como o algoritmo genético se sobreçae, por possuir todos prerrogativas e perspectivas do assunto em questão, e de evoluírem conforme o que se tem de resultado.

## **4. Considerações Finais**

Defendeu-se neste trabalho a utilização das técnicas de Inteligência Artificial na educação, principalmente a técnica de Algoritmos Genéticos, que conforme foi mencionado é adequada para a resolução de problemas complexos que outras técnicas não conseguem resolver ou não resolvem com muita eficiência.

Através dos levantamentos teóricos pode-se perceber que a principal utilização dos algoritmos genéticos relacionados ao ensino e aprendizagem é na criação de jogos educativos. Isso ocorre, porque os jogos educativos propiciam ao estudante uma maneira divertida de aprender. No entanto, muitos jogos são perdem seu aspecto prazeroso e lúdico por possuir rotinas muito repetitivas. Desta forma, a característica de evolução dos Algoritmos Genéticos permite que os jogos sejam espontâneos e que suas rotinas tenham aspecto de surpresa.

Mas, pode ser observado também que a técnica de algoritmos genéticos é utilizada em outras aplicações que beneficiam a educação, além dos jogos educativos. Essas aplicações são muito úteis quando são voltadas para a otimização e a resolução de problemas complexos, como a geração de horários de aula, a criação de agentes educativos e o desenvolvimento de tutores inteligentes. Além disso, é utilizado também para desenvolver a capacidade lógica de resolução de problemas, associando a teoria e a

prática, quando os alunos utilizam os conceitos dos algoritmos genéticos para solucionar seus próprios problemas, como no exemplo apresentado na Seção 3.3.

Diante disso, pode-se concluir que os Algoritmos Genéticos proporcionam a criação de ferramentas pedagógicas que acompanham a transformação contínua da educação, em que os problemas tornam-se mais complexos, as soluções devem ser mais eficazes e o conhecimento das pessoas evolui a cada instante com o favorecimento das tecnologias de comunicação.

## Referências

- Assis, G. A. *et al.* EducaTrans: um Jogo Educativo para o Aprendizado do Trânsito, 2006. In: CINTED/UFRGS. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/dez2006/artigosrenote/25141.pdf>. Acesso em: 06/05/09.
- Bercht, Magda. Em direção a agentes pedagógicos com dimensões afetivas. 2001. 152f. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) – Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1329/000101884.pdf?sequence=1>. Acesso em: 06/05/09.
- Bueno, R.; Traina, A. J. M.; Junior, C. T. Algoritmos Genéticos para Consultas por Similaridade Aproximadas, 2005. Disponível em: <http://www.sbbd-sbes2005.ufrgs.br/arquivos/artigo-13-BuenoTraina.pdf>. Acesso em: 05/06/09.
- Grigolet, G. C. Otimização Via Algoritmos Genéticos de Perfis U Formados a Frio Submetidos à Compressão Utilizando o Método da Resistência Direta. 2008, 203f. Tese (Doutorado em Engenharia), Dissertação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13948/000657476.pdf?sequence=1>. Acesso em: 06/06/09.
- Junior, A. F. L. J.; Rocha, A. J. AGHORA: Algoritmos Genéticos para Geração de Horários de Aula, 2005. Disponível em: <http://www.cci.unama.br/margalho/portaltcc/tcc2005/PDF/002.pdf>. Acesso em: 06/06/09.
- Komosinski L. J.; Lacerda C. D. F. Aprendizagem Mediada por Algoritmos Genéticos, 1998. Disponível em: <http://lsm.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt200342414248206.PDF>. Acesso em: 04/06/09.
- Sá, C. B. P. Calibração Automática de Modelos Ecológicos Baseados em Equações Diferenciais Ordinárias Utilizando Algoritmos Genéticos. 2003. 271f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Dissertação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: [http://wwwp.coc.ufrj.br/teses/doutorado/inter/2003/teses/SA\\_CBP\\_03\\_t\\_D\\_int.pdf](http://wwwp.coc.ufrj.br/teses/doutorado/inter/2003/teses/SA_CBP_03_t_D_int.pdf). Acesso em: 06/06/09.
- Santos, A. F.; Junior, M. G.; Lopes, H. S. Cinemática Inversa de Trajetórias de Manipuladores Robóticos Redundantes Utilizando Algoritmos Genéticos com Redução Progressiva do Espaço de Busca, 2005. Disponível em: <http://www.cpgei.ct.utfpr.edu.br/~hslopes/publicacoes/2005/sbai2005a.pdf>. Acesso em: 06/06/09.



- Silva, F. C. Um estudo sobre algoritmos genéticos, lógica fuzzy e técnicas para segmentação e classificação em imagens médicas. 2008. 66f. Pós-Graduação em Informática, Universidade Católica de Pelotas, Pelotas, 2008. Disponível em: [http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CE/CE\\_01681.pdf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CE/CE_01681.pdf). Acesso em: 06/06/09.
- Silveira, S.R. Formação de Grupos Colaborativos em um Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem na Internet: um estudo de caso utilizando sistemas multiagentes e algoritmos genéticos. 2006. 125f. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) – Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7130/000539595.pdf?sequence=1>. Acesso em: 06/06/09.
- Soares, Gustavo L. Algoritmos Genéticos: Estudo Novas Técnicas e Aplicações. Trabalho realizado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Orientado por Professor João Antonio de Vasconcelos. Belo Horizonte/MG, 1997. Disponível em: [http://www.cpdee.ufmg.br/~joao/TesesOrientadas/VAS1997\\_1.pdf](http://www.cpdee.ufmg.br/~joao/TesesOrientadas/VAS1997_1.pdf). Acesso em: 04/06/09.
- Sobrinho, A. C. C. S. Girardi, M. R. Uma Análise das Aplicações dos Algoritmos Genéticos em Sistemas de Acesso à Informação Personalizada, 2004. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/reic/edicoes/2003e4/tutoriais/AlgoritmosGeneticosEmSistemaDeAcessoAInformacaoPersonalizada.pdf>. Acesso em: 05/06/09.
- Zem-Mascarenhas, S. H.; Cassiani, S. H. B. Desenvolvimento e Avaliação de um Software Educacional para o Ensino de Enfermagem Pediátrica. Rev. Latino-Am. Enfermagem, Ribeirão Preto, v. 9, n. 6, 2001. Disponível em: [http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-11692001000600003&lng=es&nrm=iso](http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692001000600003&lng=es&nrm=iso). Acesso em: 05/07/2009.