

Kits Educacionais de Robótica: opções para o Ensino de Ciências

Roseli Fornaza*, Carine G. Webber* e Valquíria Villas-Boas*

Resumo

Aliada às inovações tecnológicas, a Robótica Educacional se destaca e contribui no processo de ensino-aprendizagem pela sua habilidade em promover a interdisciplinaridade e proporcionar o trabalho de equipe, motivando e integrando estudantes. Contudo, a inserção da Robótica no ensino traz também desafios de diversas naturezas. O primeiro desafio consiste na escolha do kit de robótica mais apropriado considerando seus recursos, restrições e a necessidade de apoio pedagógico aos docentes. Neste percurso, informações técnicas e sobre uso educacional são necessárias. Neste sentido é que este trabalho foi desenvolvido, buscando apresentar comparativamente três kits de Robótica Educacional para uso escolar.

Palavras-chave

Robótica Educacional, Tecnologias na Educação, Ensino de Ciências

Educational Robot Kits: choices for Education in Science

Abstract

Connected to technological innovations, Educational Robot kits gain prominence for their ability to promote interdisciplinary and team work, motivating students participation during learning activities. However, the insertion of the Robotics in education also brings challenges of diverse natures. The first challenge consists on the choice of the most appropriate robot kit regarding its resources, restrictions and the necessity of pedagogical support to educators. In order to take decisions, technical and educational information are necessary. To contribute to this matter, this work presents and compares three Educational Robot kits to scholar use.

Keywords

Educational Robots, Educational Technologies, Science Teaching

I. INTRODUÇÃO

O termo Robótica Educacional é utilizado para designar um ambiente de aprendizagem que reúne materiais de sucata ou kits de montagem (compostos por peças, motores e sensores controláveis por computador) e softwares para programação dos protótipos [1]. A Robótica Educacional colabora com a prática pedagógica instigadora e motivadora da aprendizagem, desenvolvendo o raciocínio lógico e contribuindo para a união entre conhecimentos teóricos e experimentação prática [2]. Ela favorece a criação de situações variadas de aprendizagem, normalmente envolvendo resolução de problemas [3,4].

A Robótica Educacional pode ser uma forte aliada no processo de construir conceitos e testar conhecimentos, pois ela possibilita uma aprendizagem ativa e integradora para os estudantes. Nela, o estudante é o sujeito do seu processo de construção do conhecimento [4].

A utilização da Robótica no contexto educacional contribui de forma objetiva no desenvolvimento de competências importantes para o processo de aprendizagem do estudante, seja dentro da escola, seja fora dela. Quando o professor propõe uma tarefa ou desafio que utilize a construção de protótipos ou dispositivos robóticos como meios para a obtenção da solução, começa aí o estímulo ao desenvolvimento da criatividade, em que os estudantes terão que pensar no contexto do problema, na forma de resolvê-lo com o dispositivo robótico, nos materiais necessários para a construção e na forma da construção. Nesse processo, os estudantes interagem, trocam ideias, testam hipóteses construindo e desconstruindo seus protótipos em busca da solução ao problema apresentado. Com isso eles aprendem, se socializam e desenvolvem um trabalho cooperativo com a divisão de tarefas para a construção do protótipo.

Com a Robótica Educacional o estudante passa a construir seu conhecimento por meio de suas próprias observações [5]. Utilizando componentes diversos, o estudante constrói,

*Centro de Ciências Exatas e da Tecnologia - Universidade de Caxias do Sul
E-mails: roselifornaza@gmail.com, cgwebber@ucs.br, vvillasboas@gmail.com

testa hipóteses e desenvolve habilidades cognitivas variadas tais como pensamento crítico, resolução de problemas, aplicação, análise e síntese. A programação dos dispositivos pode ser realizada de forma simples e adaptada à realidade de cada faixa etária.

A utilização da Robótica no Ensino veio expandir o ambiente de aprendizagem. A Robótica permite que haja a integração entre disciplinas e a simulação de procedimentos científicos. Por meio dela o estudante formula uma hipótese, implementa um robô, testa, observa, modifica até que seu robô funcione de forma adequada. Nesse processo, a aprendizagem acontece graças ao esforço próprio do sujeito, adquirindo muito mais significado para ele e promovendo adaptações nas suas estruturas mentais.

Além disso, quando a Robótica é utilizada no processo de ensino e aprendizagem, ela se torna um subsídio no desenvolvimento das seguintes competências: trabalho em equipe, autodesenvolvimento, capacidade de solucionar problemas, senso crítico, interdisciplinaridade, exposição de pensamentos, criatividade, autonomia e responsabilidade [6]. Segundo Rogers [7] da Harvard Graduate School of Education, quanto mais cedo for despertado o interesse dos estudantes pela integração da Robótica Educacional com as Ciências, melhores e maiores os benefícios alcançados.

Muitos são os recursos disponíveis no mercado para o desenvolvimento de projetos educacionais utilizando a Robótica. Todos estão centrados na construção de protótipos e reprodução de instruções via computador. Em termos de soluções existem duas direções: aquisição de kits educacionais de Robótica ou aquisição de componentes isolados (desenvolvidos para uso na indústria). Esses últimos, uma vez integrados e guiados por uma metodologia didática, podem fazer o mesmo papel das plataformas educacionais.

Para fins de estudo neste artigo optou-se por pesquisar três opções de kits de Robótica. Os kits comparados foram o Lego Mindstorm, o Fischertechnik e o baseado em componentes compatíveis com o microcontrolador Arduino. Os parâmetros utilizados nessa comparação compreendem o custo para aquisição do kit, recursos da arquitetura, tipo de interface, abrangência de suporte de microcontroladores e sensores, autonomia e facilidade na alteração do hardware e respectiva reprogramação.

II. MATERIAL E MÉTODOS

Existem diversas opções de materiais robóticos disponíveis para uso educacional. Tais materiais são organizados na forma de kits contendo componentes necessários para montagens e testes. Os kits podem variar em termos de quantidade de componentes (peças) e custo de investimento.

Tais kits lembram brinquedos, mas integrados aos conteúdos curriculares transformam o estudante em construtor de sua aprendizagem, repensando seus conceitos preexistentes.

Os kits de Robótica proprietários possuem um custo elevado para a realidade brasileira [8]. Além do mais, os kits proprietários não possuem muita adaptabilidade no que diz respeito à interação com outros dispositivos que não pertençam ao mesmo fabricante [9]. Também a codificação em linguagens de programação não presentes no kit é dificultada. Isso limita a aplicabilidade do kit em diferentes instituições de ensino. Esta seção descreve características e

funcionalidades dos kits para comparação.

A. Kit Lego Mindstorms

O kit Lego Mindstorms é uma linha do brinquedo Lego lançada comercialmente em 1998 e voltada para a Educação Tecnológica [10]. Ele é o resultado de uma parceria de mais de uma década entre o Media Lab (MIT) e a empresa Lego.

A ZOOM é uma empresa brasileira que representa com exclusividade a LEGO® Education no país e desenvolve soluções, tanto curriculares quanto extracurriculares, de aprendizagem inovadoras. Uma das vantagens de utilizar o kit LEGO é a que muitos estudantes estão familiarizados com os brinquedos da Lego e o seu design modular permite várias soluções para uma dada tarefa. Os sensores e motores que são compatíveis com o kit Lego Mindstorms possibilitam que os estudantes testem na prática conceitos estudados, tanto do Ensino Fundamental quanto Ensino Médio, e desenvolvam um conjunto muito diversificado de atividades ligadas às Ciências e Engenharias.

Por meio dessa tecnologia, pode-se construir robôs capazes de detectar obstáculos, realizar medições, identificar sons e cores, reagir a movimentos. Os principais componentes do kit Lego Mindstorms são: quatro portas de entrada para sensores de som, toque, ultrassom e luz, (porta 1,2,3 e 4), três portas de saídas para motores (porta A, B e C) e display LCD, alto-falante e comunicação wireless. O Lego Mindstorms NXT, tem como características: um microprocessador de 32 bits; três portas de saída e quatro portas de entrada digitais; display tipo matriz; alto-falante; bateria recarregável de lítio; porta de comunicação USB 2.0 e módulo Bluetooth, três servo-motores, dois sensores de toque, um ultrassônico, um sensor de cor e de intensidade luminosa. O kit Didático Lego Mindstorms é o mais famoso e utilizado do mundo graças à durabilidade do hardware [12]. Isso sem contar a facilidade de manuseá-lo, pois é como um brinquedo de encaixes.

O produto Lego Mindstorms é composto por um conjunto de 1000 peças de encaixes da linha tradicional e da linha Lego Technic, acrescido de sensores e controlado por um processador programável, o módulo RCX. A partir de estudos recentes, a Lego desenvolveu um novo kit para atender a evolução educacional do mercado. Ele possui motores, sensores e controlador mais potente, além de novo software educacional para atender a demanda deste novo kit (9797). A Fig. 1 ilustra um robô Lego.



Fig. 1: Robô Lego Mindstorms NXT

O Lego Mindstorms NXT possui como características: um microprocessador de 32 bits (Atmel 32-bit ARM); três portas de saída e quatro portas de entrada digitais; display tipo matriz; alto-falante; bateria recarregável de lítio; porta de comunicação USB 2.0 e módulo Bluetooth; três servomotores; dois sensores de toque, um ultrassônico, um sensor de cor, e de intensidade luminosa.

O servomotor interativo (Figura 2) fornece ao robô a habilidade de se mover. Usando a instrução de programação Move (Mover) o bloco alinha a velocidade do robô para que o robô se mova suavemente. Todo servomotor interativo possui um Sensor de Rotação interno. A resposta rotacional permite ao NXT controlar movimentos de forma bem precisa. O Sensor de Rotação Embutido mede as rotações do Motor em graus (precisão de +/- um grau) ou as rotações completas. Uma rotação é de 360 graus, assim se você ajusta o Motor para girar 180 graus, o núcleo fará meia volta.

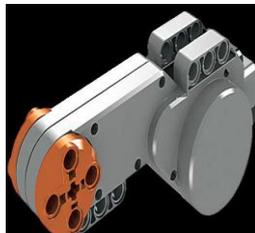


Fig. 2: Servomotor kit Lego Mindstorms 2.0

O Controlador NXT (Figura 3) é um microprocessador 32-bit ARM7 com 256 Kbytes FLASH, 64 Kbytes RAM e Microprocessador 8-bit com 4 Kbytes FLASH, 512 Byte RAM, Comunicação bluetooth wireless, conforme o Bluetooth classe II V2.0, Porta USB 2.0, com quatro portas de entrada, plataforma digital com seis fios e três portas de saída, plataforma digital com seis fios e contendo monitor com matriz de pontos, 60 x 100 pixels com alto falante, qualidade de som 8 KHz e fonte de força. Contém ainda bateria de lítio recarregável ou seis baterias AA com tomada para adaptador de força: US: 120VAC 60Hz RU, CE, AUS: 230~ 50Hz.



Fig. 3: Controlador com conexão dos motores e lâmpadas e cabo USB

O Sensor de Som detecta o nível de decibéis: o mais baixo ou o mais alto de um som. O Sensor de Som detecta tanto dB quanto dBA. Por dB entende-se todo som, incluindo sons

muito altos ou baixos, audíveis pela audição humana. Por dBA entende-se os sons que a audição humana está habilitada a ouvir. O Sensor de Som pode medir o nível de pressão do som até 90 dB – aproximadamente o nível de um cortador de grama. As leituras do sensor de som no Lego NXT são mostradas em porcentagem [%] de som que o sensor é capaz de ler. Por comparação, 4-5% é como uma sala de estar silenciosa e 5-10% é o nível de alguém falando a alguma distância. De 10-30% é uma conversação normal próxima ao sensor ou uma música tocada a nível normal e 30-100% representa um grupo de pessoas gritando com música tocando em alto volume. Estes níveis presumem uma distância em torno de 1 metro entre a fonte de som e o Sensor de Som.



Fig. 4: Sensor de som

O Sensor de Luz (Figura 5) habilita o robô a distinguir entre claro e escuro, ler a intensidade da luz em uma sala e medir a intensidade da luz em superfície coloridas.

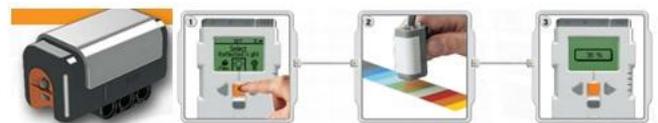


Fig. 5: Sensor de Luz

O Sensor Ultrassônico habilita o robô para ver e reconhecer objetos, evitar obstáculos, medir distâncias e detectar movimentos (Figura 6). O Sensor Ultrassônico usa o mesmo princípio científico dos morcegos: mede a distância, calculando o tempo que leva para uma onda de som atingir um objeto e voltar - igual a um eco. O Sensor Ultrassônico mede a distância em centímetros e polegadas. Está habilitado a medir distâncias de 0 a 2.5 metros, com uma precisão de +/-3 cm. Objetos de grande tamanho com superfícies sólidas fornecem as melhores leituras. Objetos feitos de tecidos leves, de objetos curvos (ex. uma bola) ou de objetos muito finos e pequenos podem dificultar a leitura do sensor.



Fig. 6: Sensor ultrassônico

Visando sempre oferecer os recursos mais modernos e atuais materiais do mercado, recentemente a LEGO lançou o seu mais novo kit, o EV3. O EV3 aumenta a capacidade de memória e processamento do robô, possibilitando configurações e programações mais avançadas. O modelo vem equipado ainda com sensores que ajudam a identificar o ambiente e a distância dos objetos, dando uma noção espacial ao brinquedo. O EV3 se comunica também com dispositivos móveis Android e iOS e pode ser controlado remotamente por esses sistemas.

B. Fischertechnik

O kit **FISCHERTECHNIK** foi desenvolvido para trabalhar com vários aspectos da Robótica que são comuns a todas as idades (coordenação motora, trabalho em equipe, raciocínio lógico, disciplina e criação) [11]. Os estudantes são incentivados a analisar situações, experimentar, pesquisar, testar resultados e resolver situações-problema. Todos os projetos da Robótica são adequados de acordo com a série do estudante e estão relacionados às disciplinas trabalhadas e desenvolvidas em sala de aula.

Além disso, em cada etapa curricular, é alcançado certo nível na Robótica. Os projetos são divididos da seguinte maneira:

- a) Ensino Infantil: projetos constituídos somente da parte mecânica (construção com peças);
- b) Ensino Fundamental 1: projetos que trabalham a parte mecânica, ligações elétricas (presença de lâmpadas e motores) e projetos de iniciação à programação no computador com software específico ROBO PRO;
- c) Ensino Fundamental 2 e Ensino Médio: projetos que envolvem montagem, ligações elétricas e programação (existência do microcontrolador).

O kit apresentado na Fig.7 atende os primeiros anos do ensino fundamental. Ele inclui um conjunto de peças de encaixe (blocos, vigas, eixos, engrenagens etc.) que permitem a construção de modelos que representam objetos do mundo real como, por exemplo, veículos de transporte, moradias, eletrodomésticos, brinquedos, entre outros. Com este kit os alunos não podem realizar a programação.



Fig.7: Kit para ensino fundamental

O segundo kit é indicado para o 2º e 3º ano do ensino fundamental (Fig.8). Neste kit são introduzidas lâmpadas, chaves (interruptor e interruptor reverso), fios elétricos para

as conexões e outras peças de montar, como engrenagens, placas, vigas e ganchos, sem programação.



Fig.8: Kit para o 2º e 3º ano do ensino fundamental

O terceiro kit (Fig.10) é indicado para o 4º e 5º anos do ensino fundamental. Neste kit são introduzidas noções de programação com software exclusivo, o qual acionará uma interface que faz a comunicação entre o computador e o modelo robótico.



Fig.9: Kit para o 4º e 5º anos do ensino fundamental

Já o KIT 4 foi desenvolvido e destinado aos alunos do 6º ao 9º ano. Nele os alunos podem construir modelos motorizados e ter contato com uma linguagem de programação utilizando o software Robopro. O aluno pode desenvolver o seu projeto de montagem primeiramente no computador, por meio de um software para o planejamento, desenvolvimento e execução dos modelos.



Fig.10: Kit para alunos do 6º ao 9º ano fundamental

Em conjunto com a venda dos kits, a empresa disponibiliza material de apoio relacionado aos conteúdos curriculares para facilitar a implantação de um Laboratório de Educação Tecnológica no currículo escolar. Este é um material atrativo que possibilita aos alunos o

desenvolvimento da criatividade e o acesso a conhecimentos científicos fundamentais.

A empresa oferece para os colégios também horas de formação instrumental e capacitação, além de suporte técnico, instrumental e pedagógico para o desenvolvimento das atividades. Na capacitação, os professores recebem sugestões de projetos que podem ser realizados em sala de aula. Os professores adquirem conhecimentos teóricos e práticos para atuarem como facilitadores no desenvolvimento das propostas de Robótica.

C. Arduíno

Arduíno é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única, projetada com um microcontrolador Atmel AVR, com suporte de entrada/saída embutido. O objetivo do projeto do Arduíno foi oferecer ferramentas acessíveis, com baixo custo, flexíveis e fáceis de usar.

O kit Arduíno pode ser usado para o desenvolvimento de objetos interativos independentes, ou ainda para ser conectado a um computador. Ele é composto por um controlador, linhas de E/S digital e analógica, além de uma interface serial ou USB, para interligar-se a um computador. O computador pode ser utilizado para fins de edição e compilação de um programa e posterior integração em tempo real. A placa do Arduíno não possui recursos de rede, porém pode-se combinar um ou mais Arduínos por meio de extensões apropriadas chamadas de *shields*.

A plataforma Arduíno é composta por hardware (placa controladora) e por software (ambiente de desenvolvimento). Ambos flexíveis, relativamente fáceis de usar e acessíveis. O desenvolvimento com o kit Arduíno é um dos que mais cresce no mundo. Em seus projetos estão envolvidos quase sempre estudantes de graduação em áreas de Computação e Engenharia. Para programação pode-se utilizar a Arduíno IDE, desenvolvida em linguagem Java. As linguagens de programação suportadas são C e C++.



Fig.10 Componentes de um kit Arduíno
Fonte: <http://www.labdegaragem.org>

Para fins de comparação, um kit baseado no microcontrolador Arduíno (Fig. 10) custa a partir de R\$235,00 por estudante. Mas existem diversas opções que podem ser adquiridas em kits ou em peças individualmente via internet em sites nacionais e internacionais. A partir de R\$90,00 já é possível montar-se um kit contendo componentes básicos para montagens em projetos de iniciantes. Os componentes que fazem parte de um kit iniciante são transistores, resistores, diodo de emissão de luz, diodos, led RGB, potenciômetro, sensor de luz, sensor de imã, rele, protoboard e outros itens que completam a composição.

Com a aquisição de componentes variados é possível desenvolver projetos complexos como o robô aracnídeo (Fig.11).



Fig.11 Robô aracnídeo construído com microcontrolador Arduíno

A desvantagem do uso dessas plataformas é que elas exigem maiores conhecimentos de eletrônica e programação.

III. RESULTADOS

O objetivo desse artigo foi realizar uma breve comparação entre três opções de kits didáticos de Robótica Educativa, com o intuito de coletar as principais características de cada kit estudado para avaliar o potencial de uso do kit. O kit Fischertechnik foi desenvolvido de acordo com a idade e os conteúdos trabalhados em cada série que o kit atende. Tanto o Fischertechnik quanto o Lego Mindstorm foram desenvolvidos com fins educacionais. Os dois kits possibilitam criar inúmeros projetos. Em ambos os casos é importante seguir a metodologia indicada pelos kits, aliada aos conhecimentos e experiência do professor, que deve fazer a conexão dos conteúdos trabalhados em sala de aula com a prática em laboratório. Desta forma o trabalho pode se desenvolver em um contexto onde os estudantes entendem o verdadeiro significado e o diferencial que a tecnologia pode oferecer durante a construção dos conceitos e do conhecimento.

Avaliando os kits, no que tange o papel do professor, os dois kits oferecem formação continuada aos educadores, possibilitando o trabalho interdisciplinar e criação de projetos diferenciados. O professor deixa de lado o seu papel

de transmissor de conhecimentos, passando a ser um mediador e desafiante.

Considerando os dois kits avaliados, pode-se observar e concluir que eles são semelhantes tecnicamente. Em termos de uma avaliação técnica, o kit Lego permite rápida prototipação e testes, o software de programação é fácil de compreensão da lógica. As mais renomadas instituições no mundo utilizam e publicam materiais de apoio didático, como a Carnegie Mellon Robotics Academy e a Oxford University.

Infelizmente o alto custo dos kits dificulta a aquisição em contextos menos favorecidos, onde potencialmente eles seriam transformadores da educação tradicional. Nestes casos, kits didáticos baseados no controlador Arduino são a melhor opção. Existem diversos componentes que podem ser adquiridos em kits ou separadamente com valores bem acessíveis às escolas em geral. Para apoiar a realização de projetos os professores podem contar com materiais didáticos e diversos livros publicados sobre o tema.

IV. CONCLUSÕES

Para finalizar, o ponto principal tratado nesse artigo foi realizar uma análise entre opções de kits didáticos de Robótica Educativa mais usados pelas Escolas de todos os níveis de Ensino. Abordou-se alguns elementos para uma análise preliminar que conduziu a identificar que os kits baseados no microcontrolador Arduino são para a maioria das escolas a solução mais apropriada, levando-se em consideração o custo dos kits para iniciantes e a disponibilidade de material didático e para formação do professor gratuitamente disponíveis.

Porém se faz necessário efetuar uma avaliação pedagógica sobre cada caso de aplicação, levando-se em consideração características específicas de cada escola, como: capacidade de investimento, conhecimento do professor, etc. Entende-se que kits como Arduino são promissores pois além do custo relativamente baixo, diversas iniciativas têm sido realizadas com o intuito de facilitar a sua inserção nas escolas.

V. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Mestrado Profissional no Ensino de Ciências e Matemática e a Universidade de Caxias do Sul.

VI. BIBLIOGRAFIA

- [1] ARS CONSULT. Apostila de Introdução a Robótica. Recife, 1995.
- [2] D. A. G. B. Alimisis, *Robotics in Physics: fostering graphing abilities in kinematics* In: Obdržálek, D. (ed.) Proceedings of the 4rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching With Robotics & 5th International Conference Robotics in Education. Padova (ITALY): [s.n.], 10 p. July 2014.
- [3] F. R. Campos, *Robótica pedagógica e inovação educacional: uma experiência no uso de novas tecnologias na sala de aula*. 2005.145 f. Dissertação (Mestrado em Educação, Arte e História da Cultura) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2005.
- [4] M. T. Chella, *Ambiente de robótica para aplicações educacionais com SuperLogo*. 2002. 139 fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e da Computação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- [5] R. Maisonnette, *A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a Robótica Educativa*. In: Proinfo – Programa Nacional de Informática na Educação – Paraná. Disponível em: www.proinfo.gov.br. Acesso em: 15 jun. 2002.
- [6] E. A. Lieberknecht, *Robótica Educativa*. P. 20, 2009.
- [7] C. Rogers, *Introduction. Physics With Robotics – An NXT and RCX Activity Guide for Secondary and College Physics by William Church, Tony Ford, and Natasha Perova*. Knoxville, TN. [S.l.]: College House Publishing, 2009.
- [8] D. M. Filho, P. Gonçalves, *Robótica Educativa de Baixo Custo: Uma Realidade para as Escolas Brasileiras*. In: Anais do XXVIII Congresso da SBC - XIV Workshop de Informática na Escola. Anais do XXVIII Congresso da SBC - XIV Workshop de Informática na Escola. Belém – PA 2008.
- [9] D. R. César, M. H. S. Bonilla, *Robótica Livre: Implementação de um Ambiente Dinâmico de Robótica Pedagógica com Soluções Tecnológicas Livres no CET CEFET em Itabirito - Minas Gerais – Brasil*. In: XIII WIE – Workshop sobre Informática na Escola, 2007, Rio de Janeiro - RJ. Anais do XIII WIE – Workshop sobre Informática na Escola (SBC). Rio de Janeiro - RJ, 2007.
- [10] LEGO, (2012). LEGO Mindstorms. <http://mindstorms.lego.com/en-us/Default.aspx>. Último acesso 14/01/2012.
- [11] www.fischertechnik.de/en/Home.aspx
- [12] S. H. Kim, J. W. Jeon, *Introduction for Freshmen to Embedded Systems Using LEGO Mindstorms*. IEEE Transactions on Education, v. 52, n. 01, p. 99-108, Fevereiro 2009.