

O Uso da Robótica Educacional para o Ensino de Algoritmos

Eduardo Cambruzzi¹, Rosemberg Mendes de Souza¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)

Campus Valença – Bahia - Brazil

ec@ifba.edu.br, rosembergmendes.s@gmail.com

Abstract. *The problems resolution involving logical reasoning is one of the major obstacles to computing students. The difficulty to organize the abstract thinking in code of program leads many students to abandon the course. Intending reduce this obstacle on student formation, this paper presents a learning object based on educational robotics. This object has intention to materialize and contextualize complex and abstract concepts in ludic and interactive activities, offering a learning environment less abstract and more playful to students. Furthermore, results presented in this paper indicate a significant improvement in learning of students.*

Resumo. *A resolução de problemas que envolvem raciocínio lógico é um dos obstáculos enfrentados pelos alunos dos cursos de computação. A dificuldade para organizar o pensamento abstrato em códigos de programa tem levado inúmeros alunos a evadirem destes cursos. Buscando reduzir este obstáculo, apresenta-se neste artigo um objeto de aprendizagem baseado na Robótica Educacional que procura materializar e contextualizar conceitos complexos e abstratos da computação. Ao proporcionar aos alunos um ambiente de aprendizagem menos abstrato e mais lúdico, obteve-se significativa melhora na aprendizagem, como indicam os resultados apresentados neste artigo.*

1. Introdução

O objetivo deste estudo é demonstrar como a Robótica Educacional pode contribuir no desenvolvimento do raciocínio abstrato e na melhoria da relação ensino-aprendizagem dos conteúdos algoritmos nos cursos de computação.

As dificuldades em abstrair problemas do cotidiano em um conjunto de tarefas sequenciais a serem executadas por um computador, estão entre os grandes desafios que permeiam o desenvolvimento do chamado raciocínio lógico computacional [Ribeiro 2011]. Este tipo de raciocínio é fundamental na programação de computadores e para o desenvolvimento de todos os tipos de dispositivos eletrônicos utilizados direta ou indiretamente em nosso cotidiano.

No entanto, para a maior parte dos alunos dos cursos de computação, o desenvolvimento deste tipo de raciocínio não é algo simples e requer tempo e esforço. São muitos os problemas que podem ser atribuídos às dificuldades da construção de um pensamento lógico por parte destes alunos. Um destes problemas é a falta de motivação dos alunos, pois geralmente o ensino desta disciplina não estabelece uma relação entre teoria e a prática, o abstrato e sua origem no concreto [Hinterholz Jr. 2009].

A fim de aproximar o abstrato e complexo, do concreto e lúdico, este artigo apresenta um objeto de aprendizagem que utiliza a Robótica Educacional como ferramenta para o ensino de algoritmos. Essa alternativa de aprendizagem é recente e

procura integrar atividade com robôs programáveis ao cotidiano da sala de aula. O uso da robótica permite que alunos e professores mergulhem em um ambiente de construção coletiva e de materialização de conceitos lógicos abstratos.

2. Trabalhos Relacionados

Vários estudos indicam que o uso da Robótica Educacional é um importante instrumento para o desenvolvimento de habilidades que necessitam de pensamento lógico e abstrato [Leska 2004, Ribeiro 2011].

Em [Leska 2004] descreve-se um experimento no qual o autor utiliza um kit LEGO Mindstorms como ferramenta para ensinar programação de computadores. Nas aulas, os alunos discutem o projeto do dia e em seguida dirigem-se ao laboratório para desenvolvê-lo. O objetivo é deixar o aluno livre para a descoberta de formas e funções que deem suporte ao desenvolvimento das tarefas necessárias para finalizar o projeto e ao final estabelecer uma discussão sobre suas dificuldades.

Outro trabalho é proposto por [Benetti et al. 2009]. Neste, a Robótica Educacional serve de apoio ao ensino de Matemática, Geografia e Programação de computadores para turmas do Ensino Médio. As atividades descritas pelos autores foram desenvolvidas utilizando o software Robomind. Este software permite o uso de robôs virtuais através de uma IDE programável. Para avaliar os resultados da proposta foram realizados um pré-teste e um teste posterior ao uso do Robomind. Os resultados obtidos indicaram que os alunos apresentaram melhora na compreensão de conceitos computacionais abstratos e um aumento da motivação para realização das atividades propostas.

Já em [de Souza Pio et al. 2006], uma competição de robôs foi utilizada para estimular o interesse dos alunos pela disciplina “Robótica Móvel”, ministrada no curso de graduação em computação. O aspecto mais relevante deste estudo são os relatos dos alunos indicando que passaram a compreender os erros que cometiam no processo de desenvolvimento do programa. A partir desta percepção, os erros não eram mais vistos como um problema, mas como desafios a serem superados.

Nota-se nos trabalhos descritos anteriormente que, durante o processo de programação dos robôs, a ludicidade da tarefa desperta nos alunos, uma nova percepção sobre como ocorre a formalização de seus pensamentos abstratos. Outro aspecto, é que as tarefas a eles propostas têm em sua base a ideia de um projeto prévio, sobre o qual são discutidas a aplicação da teoria e as possíveis soluções dos problemas. Este projeto pode ser delineado através de um objeto de aprendizagem.

3. Objetos de aprendizagem

Com a revolução tecnológica os Objetos de Aprendizagem (OA's), principalmente os computacionais, tornaram-se uma importante estratégia pedagógica para atrair a atenção dos alunos. Conceitualmente, qualquer material que pode ser utilizado ou referenciado durante o processo de ensino-aprendizagem pode ser classificado com objeto aprendizagem [IEEE-LTSC 2014].

Estes objetos tornaram-se nas últimas décadas uma importante ferramenta de uso educacional, não só nas disciplinas ligadas a computação, mas nas mais variadas áreas como, matemática, química, história, etc. O principal objetivo dos OA's é

complementar o processo de construção do conhecimento, melhorando a relação ensino-aprendizagem e expandido a sala de aula para mais próximo do contexto do aluno.

O uso dos OA's tem colaborado com a melhora no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que estes tornam as aulas mais interativas e participativas, [Santos et al. 2007]. Pode-se afirmar então que, a utilização dos objetos de aprendizagem estimula a criatividade e a imaginação. Além disso, os OA's favorecem o dinamismo das aulas e a assimilação dos conhecimentos por parte dos alunos de forma lúdica e muitas vezes imperceptível, assim como ocorre durante o brincar.

4. Robótica Educacional

A robótica é uma área multidisciplinar que se vale dos conhecimentos de outras ciências, como Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica e Inteligência Artificial para criação de robôs. Entretanto, a maioria destas máquinas é utilizada em linhas de produção industrial, onde repetem infinitamente e com milimétrica precisão uma série de operações previamente programadas.

Já a Robótica Educacional tem como principal característica um ambiente de aprendizagem no qual os alunos podem montar, programar e analisar o comportamento de um robô ou sistema robotizado. Isto promove a socialização e a autonomia no aprendizado, criando um ambiente que reúne ciência, tecnologia e trabalho manual.

Dada a sua grande flexibilidade, a Robótica Educacional pode ser aplicada nos mais diversos ramos de conhecimento e, permite aos educadores apresentar de forma lúdica e atrativa conceitos anteriormente tidos como unicamente teóricos ou de difícil compreensão [Benetti et al. 2009].

A Robótica Educacional exige do aluno a organização de tarefas e pensamentos, desde o planejamento, até a montagem mecânica e a programação da lógica do robô. Com isto, a cada passo do projeto é necessário agregar conhecimentos múltiplos para solucionar problemas, elevando gradualmente complexidade de pensamento e, concomitantemente, o grau de atração dos alunos na resolução do problema.

É a partir de todos estes aspectos relacionados à capacidade interdisciplinar, a ludicidade e o fascínio tecnológico que a Robótica Educacional exerce sobre os alunos, que se pode perceber o potencial de sua utilização em sala de aula, seja para o ensino de algoritmos, seja no ensino de outras disciplinas como física e matemática.

5. Utilizando a Robótica Educativa para o ensino de algoritmos.

Neste artigo apresenta-se um objeto de aprendizagem para o ensino de condicionais e laços de repetição, conceitos fundamentais para a disciplina de algoritmos. A aprendizagem destes dois conceitos é complexa e exige dos alunos um alto grau de abstração. Ao materializar o uso de condicionais e laços nas ações dos robôs, conceitos de programação antes abstratos, tornam-se ações físicas deste dispositivo, demonstrando falhas na lógica do pensamento e colaborando no aprendizado.

Para desenvolver este objeto, utiliza-se um kit LEGO Mindstorms[®]. Este kit é constituído por um conjunto de peças da linha tradicional (tijolos cheios, placas, rodas) e da linha LEGO *Technics* (tijolos vazados, motores, eixos, engrenagens, polias e correntes), acrescido de sensores de toque, de intensidade luminosa e de distância, todos controlados por um processador programável.

A programação para a robô é feita através da interface do kit LEGO. A criação dos programas ocorre de forma simples e intuitiva através de blocos que representam funções e testes que precisam ser realizados. À medida que estes blocos são dispostos na linha de execução, um após o outro, o robô executará as tarefas na ordem em que foram programadas pelo aluno.

Neste projeto utiliza-se um robô do tipo veículo, com quatro rodas, ao qual foram acrescentados dois sensores frontais: um sensor ultrassônico na parte superior (utilizados para medir distâncias) e um sensor que identifica cores, acoplado abaixo do sensor ultrassônico, como mostrado na figura a seguir:

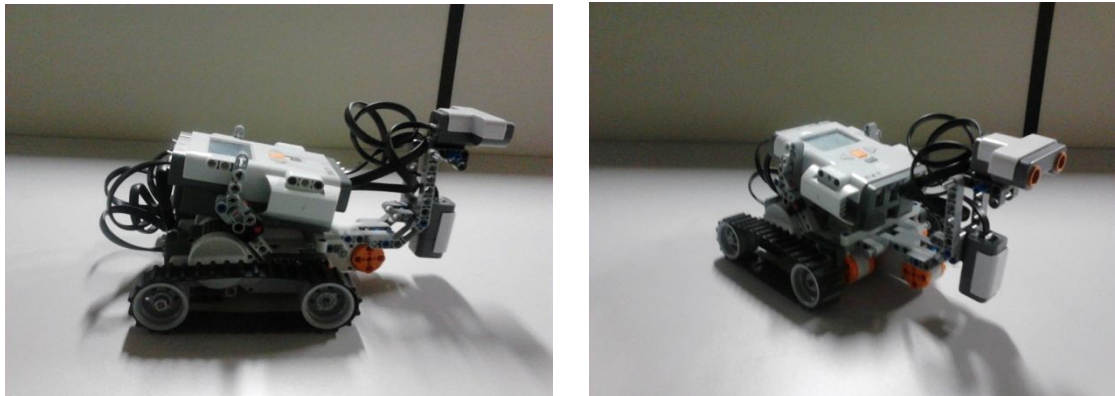


Figura 1. Robô criado a partir do kit LEGO Mindstorms©

Durante o processo de ensino-aprendizagem são abordados os conteúdos relacionados a noções de variáveis, operadores aritméticos e lógicos, estruturas de condição e estruturas de repetição. Cada um destes conceitos é relacionado a um ou mais blocos de programação do LEGO Mindstorms e para cada um destes conteúdos são desenvolvidos programas para o robô.

O acompanhamento dos projetos deve ser constante, levando o aluno a uma solução baseada em etapas sucessivas e incrementais. Para atingir este objetivo apresenta-se um objeto de aprendizagem dividido em duas fases: a) aprendendo sobre condicionais e, b) utilizando laços na programação de robôs.

5.1. Aprendendo sobre condicionais

O objetivo desta etapa é permitir que o aluno compreenda o uso de condicionais (Se, Então, Senão). Para isto, utiliza-se o robô mostrado na Figura 1. Este robô utiliza um sensor ultrassônico para medir sua distância em relação a um obstáculo à frente. Como primeiro desafio, apresenta-se ao aluno a tarefa de criar um programa no qual o robô anda continuamente em frente, enquanto recebe os dados do sensor ultrassônico. Caso seja identificado um objeto à frente (ex. a 50 cm do robô) este deve parar.

Observa-se na Figura 2(a), que são utilizados apenas dois blocos, um bloco condicional com um sensor e um bloco que aciona continuamente os motores do robô. Assim, os motores só irão parar quando o sensor identificar um objeto à frente. Já na Figura 2(b), utiliza-se o mesmo bloco condicional com sensor, mas determina-se que duas condições podem ser executadas, virar à esquerda se identificar um objeto à frente ou continuar andando se não identificar. Esta mudança acrescenta mais um nível de complexidade ao conteúdo abordado no desafio anterior.

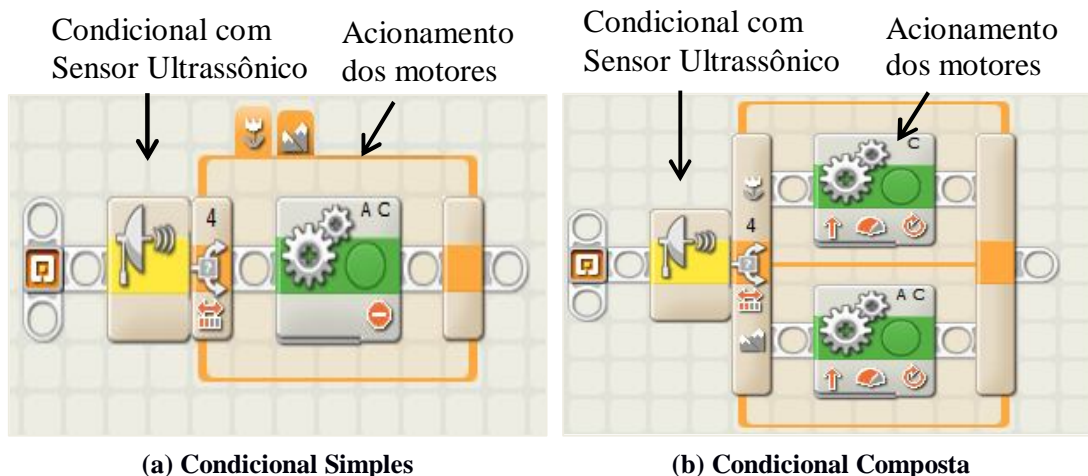


Figura 2. Blocos lógicos para construção de condicionais.

Através da realização destas tarefas, os alunos podem compreender de modo mais simples e visual, como suas escolhas de comandos nos condicionais (Se, Então, Senão), levam o robô a executar as tarefas desejadas ou a cometerem falhas de operação.

5.2. Utilizando laços na programação de robôs

O objetivo deste desafio é permitir ao aluno compreender o uso de laços do tipo “Faça” uma determinada tarefa, “Enquanto” uma condição for verdadeira. Por exemplo, “Faça”, o robô deve andar, “Enquanto” não identificar um objeto à frente. Uma das importantes características dos laços computacionais é que estes têm implícito em sua utilização, a necessidade de compreensão de condicionais, agregando, além disso, a necessidade de abstrair a execução contínua de tarefas, até a satisfação de uma ou mais condições de parada.

Se por um lado os laços parecem uma derivação dos condicionais, por outro, sua compreensão pelos alunos de computação é sempre demorada e exige muitas interações e exercícios. Observe na Figura 3 que, o uso de laços surge de modo incremental ao problema resolvido com os condicionais e mostrado na Figura 2(b).

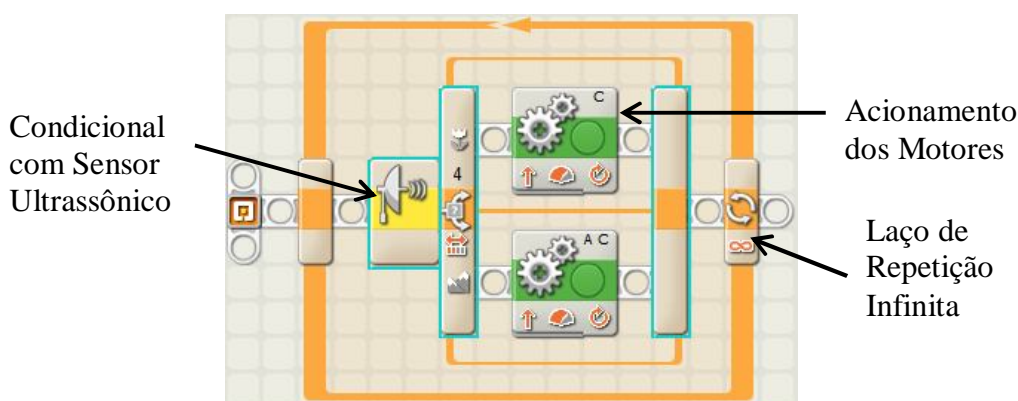


Figura 3. Blocos lógicos LEGO para construção de programas que utilizam laços.

No caso do exemplo mostrado na Figura 3, o aluno agrega de modo incremental ao seu conhecimento anterior o conceito de laço computacional, acrescentando um laço ao teste condicional que este já havia utilizado em outro desafio (Figura 2(b)). Assim, à

medida que o aluno avança no conteúdo de algoritmos, uma linha sequencial e associativa é criada entre os conteúdos abordados e as tarefas ou desafios realizados por eles.

Uma vez abordados os conteúdos e realizadas as tarefas em conjunto com os alunos, fica a cargo do professor desenvolver outros desafios que levem estes alunos a construir e reconstruir novos conhecimentos a partir dos conteúdos explorados, por exemplo: criando um desafio no qual os alunos devam construir um robô que anda por uma sala desviando de objetos. Com isto, os alunos deverão solucionar um novo e desafiador problema, mais complexo, mas solúvel a partir dos conteúdos abordados em sala.

6. Metodologia

Para verificar se a utilização da robótica educativa promove melhoras nos níveis de abstração e solução de problemas comumente apresentados aos alunos da disciplina de algoritmos, fez-se um estudo sobre o desempenho dos alunos do Curso Técnico de Informática do IFBA *campus* Valença dos últimos quatro anos. Para tanto, foram levantadas suas notas e calculadas as médias, as medianas e a variância das notas obtidas pelos alunos em cada um destes anos.

A média oferece um dado de desempenho global dos alunos diante dos conteúdos, enquanto isso, a mediana permite identificar a tendência central em um percentil de 70%, previamente adotado neste trabalho. Este valor de mediana retira da amostra de cada uma das turmas os valores extremos, ou seja, as 15% maiores e menores notas em cada uma delas. Isto reduz a distorção em torno do valor central encontrado e aumenta a precisão na análise dos resultados. Por outro lado, a variância descreve a disparidade de desempenho em cada turma, permitindo analisar se a metodologia adota conduz à homogeneidade do aprendizado.

As mesmas técnicas estatísticas foram aplicadas as notas obtidas com a turma na qual está sendo utilizada a Robótica Educativa como ferramenta de mediação no ensino de algoritmos. O número médio de alunos por turma é de 32 alunos, sendo que a turma atual, ano 2014, possui 31 alunos.

O ambiente de aprendizagem de todas as turmas envolvidas é o um dos laboratórios de informática do IFBA. Entretanto, para este experimento os alunos da turma de Algoritmos do ano de 2014 foram divididos em grupos de quatro pessoas, sendo que cada grupo recebeu um kit LEGO Mindstorms para construir seu robô, a partir do modelo descrito no objeto de aprendizagem e mostrado na Figura 1.

7. Resultados

A partir da tabulação das notas dos alunos da disciplina Algoritmos dos últimos quatro anos do Curso Técnico de Informática, foram gerados dois gráficos que permitem uma análise da aplicação da Robótica Educativa em relação a outras turmas que não fizeram uso desta ferramenta de ensino.

Na Figura 4, os resultados obtidos entre os anos de 2010 e 2013, dizem respeito às turmas que não utilizaram a Robótica Educativa para o aprendizado de algoritmos. Observa-se na mesma figura que, no ano de 2014, no qual está sendo utilizada a Robótica Educativa como ferramenta de aprendizagem, houve uma melhora de 30% em relação os demais anos letivos, tanto na média quanto na mediana.

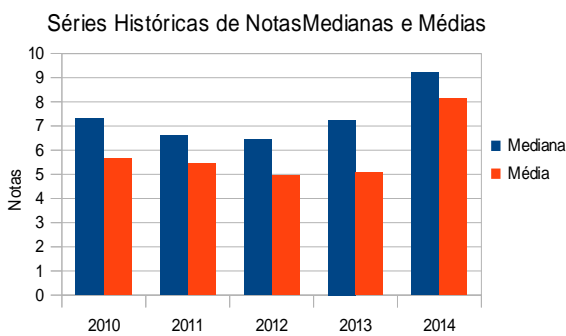


Figura 4. Série histórica de notas

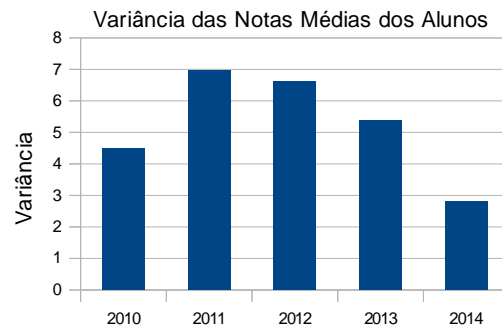


Figura 5. Variância das médias históricas

Entretanto, o ponto mais relevante apresentado na figura e que revelam uma melhora no aprendizado, esta relacionado à proximidade da média e da mediana em 2014. Este dado, juntamente com a análise da variância das notas, apresentada na Figura 5, indicam que a metodologia utilizada permite um aprendizado, não só quantitativamente melhor, mas mais homogêneo entre os alunos. Isto é, não só as notas melhoraram, mas também houve um aumento no número de alunos com médias mais altas, enquanto o número de alunos com notas mais baixas foi reduzido.

Observa-se também na Figura 5 que, a variância das notas em 2014 é próxima a dois pontos, enquanto em outros anos aproxima-se do dobro disto. Isto significa uma redução na discrepância entre alunos que estão com notas muito abaixo da média e alunos com notas muito acima da média e, conseqüentemente, um aumento do número de alunos que compreenderam os conteúdos abordados em sala.

As correlações positivas e significativas observadas entre os resultados apresentados nas Figuras 4 e Figura 5 permitem que se identifique uma melhora no desempenho dos alunos. Estes resultados são um forte indicativo de que o uso da Robótica Educativa pode reduzir os problemas de aprendizagem dos conceitos abstratos utilizados nas disciplinas que envolvem lógica de programação. Porém, cabe destacar que, ainda existem déficits de aprendizagem em alguns alunos, mas que estes são muito menores que os encontrados em turmas que utilizaram metodologias tradicionais para o ensino de Algoritmos.

Outro aspecto a ser abordado é o aumento do interesse dos alunos pela disciplina, que fica explícito diante da pró-atividade e interesse destes em buscar novas soluções mais elegantes para os problemas já resolvidos. Tal fato indica uma melhora qualitativa na relação ensino-aprendizagem que transcende as questões numéricas apresentadas neste artigo.

8. Considerações Finais

O desenvolvimento da lógica computacional exige empenho e capacidades que devem ser estimuladas. Com a utilização da Robótica Educacional, a relação ensino-aprendizagem da disciplina de algoritmos torna-se mais lúdica, atraente e menos abstrata. Assim, com a construção do conhecimento através do lúdico e da prática, o aprendizado de conceitos abstratos torna-se mais simples e compreensível para alunos pouco acostumados a lidar com este tipo de problema em seu cotidiano, seja dentro ou fora da sala de aula.

Os resultados obtidos neste estudo permitem visualizar o papel da Robótica Educativa enquanto ferramenta lúdica e interativa e, ao mesmo tempo, como

instrumento facilitador que otimiza a relação ensino-aprendizagem na disciplina de algoritmos. Tem-se a percepção inicial das melhorias na aprendizagem, entretanto, não apenas em termos quantitativos médios, mas também e principalmente, no aumento do interesse dos alunos pela disciplina.

Em estudos futuros pretende-se avaliar não somente os aspectos quantitativos, mas também aspectos qualitativos que indiquem os benefícios do uso na robótica educativa e de objetos de aprendizagem baseados nesta tecnologia. O intuito é identificar se realmente há aumento do interesse e melhorias da relação ensino-aprendizagem nesta disciplina tão importante para os cursos de computação.

9. Referências

- Benitti, F. B. V., Vahldick, A., Urban, D. L., Krueger, M. L., and Halma, A. (2009) “Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados”. Anais do XXVII Congresso da SBC - XV Workshop de Informática na Escola, Bento Gonçalves, RS, Brasil.
- de Souza Pio, J. L., de Castro, T. H. C., de Castro Júnior, A. N. (2006) “A robótica móvel como instrumento de apoio à aprendizagem da computação”. In XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Brasília, DF, Brasil.
- Hinterholz Jr, O. (2009) “Tepequém: uma nova Ferramenta para o Ensino de Algoritmos nos Cursos Superiores em Computação”. XVII WEI, Bento Gonçalves, RS, Brasil.
- IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) (2014) “Draft Standard for Learning Object Metadata”, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. LTSC. Learning technology standards committee website. <http://ltsc.ieee.org/>, Outubro.
- Leska, C. (2004) “Introducing Undergraduates to Programming using Robots in General Education Curriculum”. ITICSE ACM 1-58113-836-9/04/0006. Leeds, United Kingdom.
- Ribeiro, Paula C., Martins, Carlos B., Bernardini, Flavia C. (2011) “A Robótica como Ferramenta de Apoio ao Ensino de Disciplinas de Programação em Cursos de Computação e Engenharia”. Anais do XXII SBIE – XVII WIE, UFF - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.
- Santos, Rodrigo P. dos, Costa, Heitor A. X. (2006) “Análise de Metodologias e Ambientes de Ensino para Algoritmos, Estruturas de Dados e Programação aos iniciantes em Computação e Informática”, UFLA – Universidade Federal de Lavras, Lavras, PE, Brasil.