

## **Proposta de Metodologia de Ensino Aplicado em disciplinas de Introdução à Engenharia na Perspectiva Sócio-Histórica: Aprendizado Mediado pelo Robô Móvel**

**Carlos Solon S. Guimarães Jr<sup>1</sup>**

**Tiago Giacomelli Alves<sup>1</sup>**

**Gabriel Figueiredo Schmitz<sup>1</sup>**

**Renato Ventura B. Henriques<sup>1</sup>**

**Roceli Pereira Lima<sup>2</sup>**

**Liliana M. Passerino<sup>2</sup>**

### **RESUMO**

A robótica traz o inter-relacionamento entre múltiplas áreas do conhecimento e promove uma formação interdisciplinar ao estudante. Este entrelaçamento entre áreas se observa na diversidade da aplicação da robótica em diferentes setores. Em uma nova perspectiva, a robótica deixa de ser eminentemente voltada à produção e se constitui como um novo mediador para o processo de ensino-aprendizagem. Buscando fortalecer essa ampliação da robótica na educação, o tema deste artigo é apresentar uma proposta de metodologia de ensino, por meio de ação mediadora, no processo de ensino-aprendizagem com base na teoria sócio-histórica de Vygotsky.

**Palavras-chave: Robótica Educacional. Ensino de Engenharia. EduBOT.**

### **1. Introdução**

Segundo o filósofo Pierre Lévy, vivemos num mundo cercado de informações e é preciso, no meio desse turbilhão, construir o conhecimento. O conhecimento é construído através de processos cognitivos que nos possibilitam fazer relações, formar novos conceitos e gerar novas informações (SILVA, 2009).

Busca-se com o emprego das tecnologias na educação, uma melhor qualidade do ensino e ambientes de aprendizagem mais ricos e motivadores. A construção de um novo

---

<sup>1</sup> Departamento de Sistemas Elétricos de Automação e Energia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Av. Osvaldo Aranha, 103, CEP: 90035-190 - Porto Alegre, RS - Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Av. Paulo Gama, prédio 12.201, CEP: 90046-900 - Porto Alegre, RS - Brasil  
Revista Tecnologias na Educação – Ano 9 – Número/Vol.21 – Edição Temática V – Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais (SITED 2017). [tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br](http://tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br)

mecanismo, ou a busca pela solução de um novo problema, implica na criação do pensamento pró-ativo dos estudantes, para que seja possível atender as demandas multidisciplinares provenientes dessas tarefas. O ambiente de aprendizagem moldado sob conceitos de automação e controle, projeto e montagem mecânica, e em ferramentas computacionais é denominado de Robótica Pedagógica ou Robótica Educacional. A integração entre robótica e educação amplia significativamente a gama de atividades que podem ser desenvolvidas e promove a integração entre diferentes áreas do conhecimento (SILVA, 2009; GUIMARÃES JR, 2015).

Neste trabalho é proposta uma metodologia de aprendizado para o ensino de eletrônica, programação e robótica, aplicado aos estudantes de Engenharias, baseada na teoria sócio-histórica de Lev Vygotsky. Esta metodologia em conjunto com ferramentas de *hardware* e *software* compõem o sistema de robótica pedagógica denominado EduBOT. Para a formulação dessa proposta utilizou-se o método pesquisa-ação, através da aplicação de atividades de robótica nas disciplinas de Introdução à Engenharia, dos cursos de Engenharia de Computação e Engenharia de Controle e Automação, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

As atividades visam produzir conhecimento sobre a programação, prototipação e construção de projetos robóticos. Ao construir os protótipos os estudantes elaboram hipóteses e testam crenças num processo colaborativo no qual aprendem uns com os outros. O ambiente de aprendizagem mediado com a tecnologia numa proposta colaborativa promove a ampliação das Zonas de Desenvolvimento Iminente (ZDI) conceituada por Vygotsky (1998), que são espaços de aprendizagem que quando bem aproveitados proporcionam a construção, pelos indivíduos, não só de conceitos científicos, mas também de habilidades e competências importantes para as interações sociais e culturais, individuais e coletivas (SILVA, 2009).

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1. Teoria Educacional**

A prática pedagógica deste projeto está fundamentada na Teoria Sócio-Histórica a partir dos escritos de Lev Semionovich Vygotsky (1996), o qual acentuou suas

pesquisas nos aspectos cultural, social e histórico, relacionando o desenvolvimento da mente e da personalidade, apoiado pela mediação da atividade humana.

Ainda de acordo com Leontyev (1977), existem três níveis de análises para a teoria da atividade humana: atividades, ações e operações, o que oferece subsídios para compreender o contexto e o funcionamento do trabalho colaborativo. Além de trazer a possibilidade de análise a partir dos seus elementos constitutivos: o objeto, o sujeito, a comunidade, a divisão de trabalho e as regras. Assim, pode-se dizer que uma ação é constituída de uma ou várias operações do mesmo modo que uma atividade pode estar associada a várias ações diferentes, ou ainda, que uma ação pode ser útil à diferentes atividades.

Wertsch (1988) destaca que a internalização é um processo de controle sobre os signos externos, e não um processo de cópia ou de imitação. O processo de internalizar ocorre desde a representação da atividade externa, de forma interna à transformação do processo interpessoal em intrapessoal. Esse processo acontece no que Vygotsky denomina de Zona de Desenvolvimento Iminente (ZDI). A ZDI muitas vezes é tomada como um dos níveis de desenvolvimento, porém, trata-se precisamente do campo intermediário do processo. Tomando como premissa o desenvolvimento real como aquilo que o sujeito consolidou de forma autônoma, o potencial ou iminente pode ser inferido com base no que o indivíduo consegue resolver com ajuda de outros mediadores.

Conforme Vygotsky (1998), uma boa aprendizagem precede e incita o desenvolvimento do sujeito, levando-o de um nível interpessoal para um intrapessoal, num processo de desenvolvimento em espiral.

## **2.2. Robótica Educacional**

A utilização da robótica no âmbito educacional, estimula a curiosidade, empolgação, concentração, orgulho e o prazer na realização das atividades, favorecendo assim a construção do conhecimento (SILVA et al., 2008). Segundo Silva (2009), a inclusão da Robótica no ambiente educacional possui três aspectos positivos:

- O uso de robôs permite novas formas de interação que implicam em novas maneiras de gerar conhecimento;

- O robô, como artefato tecnológico, traz uma vasta gama de conceitos científicos, cujos princípios básicos multidisciplinares são pouco explorados por qualquer outro recurso;
- A utilização da robótica implica em aspectos motivacionais, colaborativos, de construção e reconstrução.

Além dos benefícios individuais do uso da robótica educacional, ela também provê uma melhor interação entre aluno e professor junto às ferramentas tecnológicas, gerando conhecimento e caracterizando o convívio como um ambiente pedagógico pouco comum até então. Trata-se de um processo interativo, conciliatório, entre o concreto e o abstrato, no desafio da resolução de um problema baseado em etapas como: concepção, implementação, construção, automação e controle de um mecanismo (D'ABREU, 2002).

### **3. Metodologia**

Esta seção apresenta a metodologia de ensino, utilizada durante os estágios de docência, aplicada nas turmas de Introdução à Engenharia, dos cursos de Engenharia de Computação e Engenharia de Controle e Automação da UFRGS. Foram realizadas reflexões sobre formas de oferecer aos estudantes, no início da graduação, atividades que propiciem, a partir dos conceitos tradicionais, internalizar conceitos científicos. Este processo de internalização dos conceitos científicos, partindo da Teoria Sócio-Histórica, é potencializado por meio da ação mediadora representada pelo uso do EduBOT durante as atividades interacionais entre os sujeitos.

O uso de robótica na educação requer um planejamento cuidadoso de todas as etapas do processo de ensino-aprendizagem. Este uso não se limita a simples montagem de protótipos, mas, sobretudo, como e quais conceitos podem ser abordados ao se elaborar tal protótipo. Para elaboração e aplicação de robótica como elemento mediador do processo de ensino e aprendizagem, é preciso seguir a metodologia proposta, Figura 1, com algumas etapas fundamentais, como: apresentação dos artefatos, formação dos grupos, estruturação dos laboratórios, definições de ferramentas e trabalhos, produção dos recursos a serem utilizados, realização de testes de lógica e programação para o robô móvel em um labirinto e, por fim, a avaliação de todo processo.

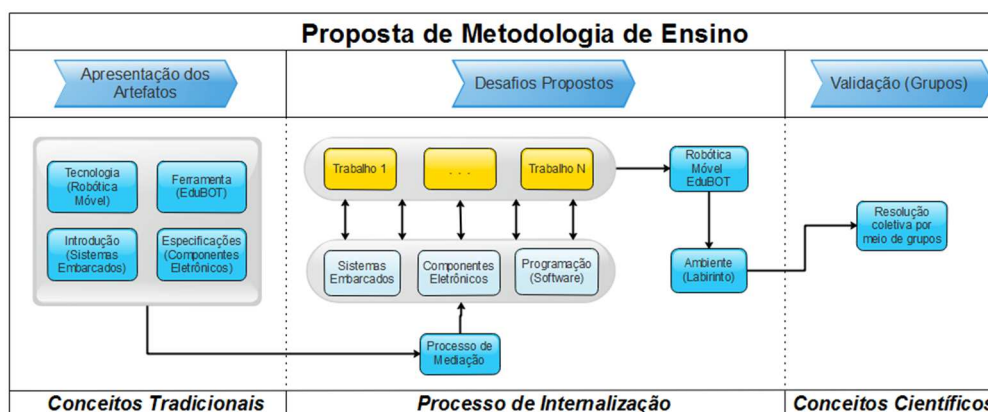


Figura 1. Proposta de metodologia de ensino utilizada. Fonte: PPGEE - UFRGS.

A metodologia desenvolvida tem enfoque qualitativo do tipo pesquisa-ação. A pesquisa-ação é definida por Thiollent (2005) como um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, no qual os pesquisadores estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

As avaliações são realizadas com o desenvolvimento de trabalhos em grupos, envios de relatórios de atividades, prova individual e uma apresentação final dos trabalhos, permitindo que seja analisado o processo de internalização dos conceitos científicos dos estudantes. Estes aspectos, são analisados pelos professores e monitores das disciplinas e, com base na avaliação individual e de grupo, os conceitos (notas obtidas) são gradualmente definidos. Por fim, é considerada uma média ponderada das notas obtidas nos trabalhos e atividades avaliadas, qualificando o desempenho dos estudantes entre conceitos A (desempenho ótimo: 9,0 à 10,0), B (Desempenho bom: 7,5 à 8,9), C (Desempenho regular: 6,0 à 7,4) e D (Desempenho insatisfatório: nota menor que 6,0). A cada semestre em que a metodologia é aplicada e validada, correções são realizadas, visto que a proposta está em constante evolução e heurística.

#### 4. A Plataforma EduBOT

A plataforma EduBOT é definida por um robô móvel não-holonômico com acionamento diferencial que utiliza rodas como sistema de locomoção (GUIMARÃES

JR, 2015). A modelagem do Sistema Embarcado do EduBOT é apresentada na Figura 2, cujo diagrama de implantação define as relações entre os componentes de *software* e *hardware* (nós).

Visando uma cinemática mais simples, optou-se por utilizar uma configuração do tipo uniciclo (SECCHI, 2008), que é formada por duas rodas fixas convencionais posicionadas sobre um mesmo eixo e acionadas de forma independente (acionamento diferencial) (BARROS, 2014). Esta configuração, utiliza um ou mais elementos de contato com a superfície para conferir estabilidade ao robô (SIEGWART; NOURBAKSHSH, 2004). Geralmente empregam-se uma ou mais rodas passivas, do tipo orientável e não centrada ou do tipo esférica. A seguir, a Figura 3 apresenta os principais componentes do projeto.

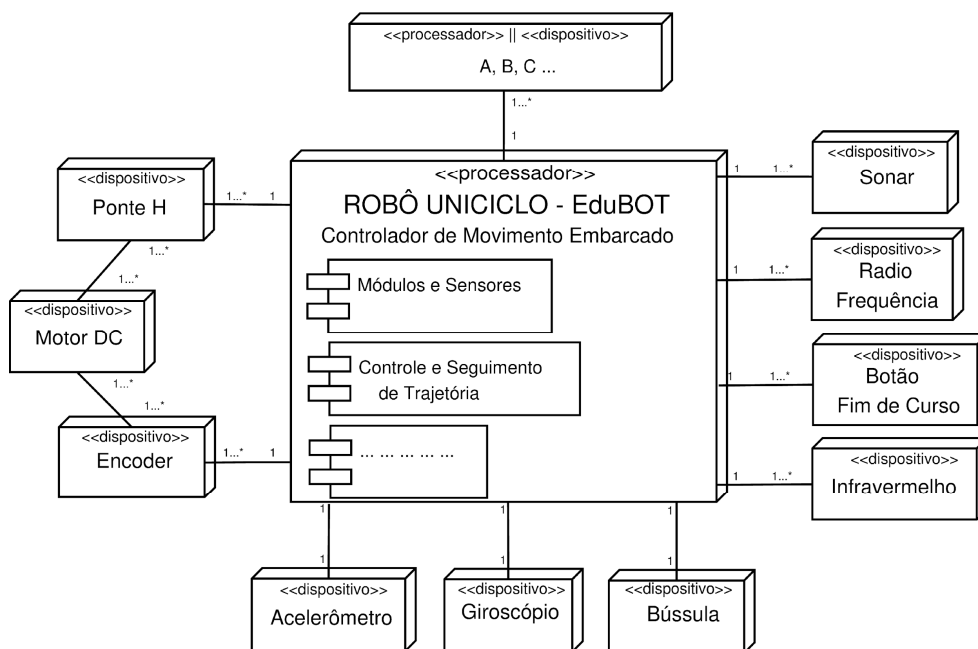


Figura 2. Diagrama de implantação do sistema de controle do EduBOT.

Fonte: (GUIMARÃES JR, 2015).

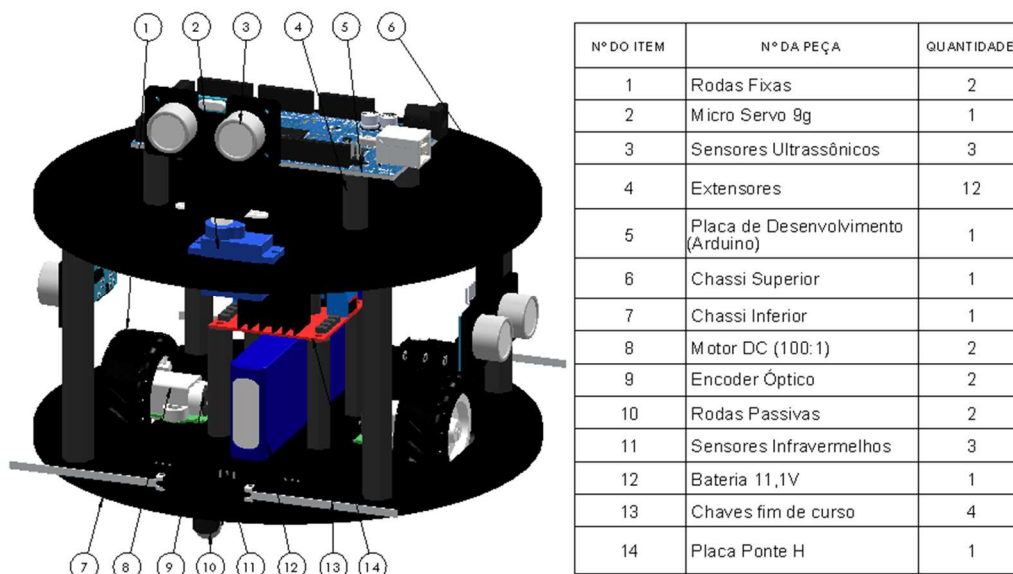


Figura 3. Componentes do EduBOT. Fonte: (GUIMARÃES JR, 2015).

O robô móvel EduBOT é modelado em um *software* de desenho mecânico CAD, baseado em computação paramétrica, criando formas tridimensionais a partir de formas geométricas elementares (SOLIDWORKS, 2016). Os desenhos mecânico e eletromecânico têm sofrido constantes modificações, visando melhorias na estrutura mecânica e no desempenho do robô. A versão atual do EduBOT pode ser observada na Figura 4.

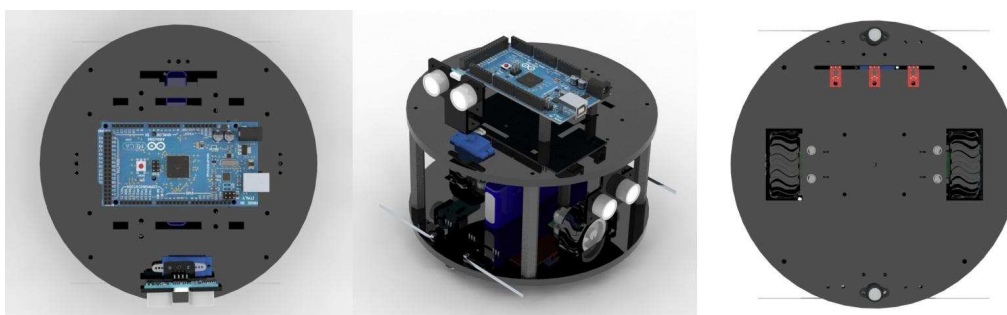


Figura 4. Da esquerda para direita: Vistas superior, isométrica e inferior do EduBOT. Fonte: (GUIMARÃES JR, 2015).

O sistema EduBOT, tem enfoque na simplicidade de montagem, manutenção e programação, com o objetivo de alcançar uma curva rápida de aprendizagem. Optou-se neste sentido por utilizar uma placa de desenvolvimento do tipo Arduino Mega (ARDUINO.CC, 2014), que é dotado de um microcontrolador Atmel ATmega2560

(ATMEL, 2014), circuito de gravação do *firmware* e reguladores de tensão para realizar a adaptação do nível de tensão da bateria para a faixa admissível pelos circuitos digitais. Para a alimentação dos atuadores, por exemplo, foi utilizado um módulo que permite o acionamento de dois motores de corrente contínua. Cada motor é acionado através de um módulo do tipo Ponte-H, este tipo de *drive* possibilita o controle da tensão entregue aos terminais do motor, com a possibilidade de reversão de polaridade. Através dos dados obtidos dos diferentes tipos de sensores, o controlador realiza os cálculos de posição, orientação, trajetória e parâmetros de atuação para os circuitos de acionamento dos motores. Possibilita-se, desta forma, que o robô realize percursos de forma controlada e, por consequência, alcance uma navegação mais eficiente.

## 5. Aplicação da Metodologia

Como o trabalho visa colaboração, os estudantes são divididos em grupos logo no início da disciplina. Na etapa final, após as aplicações dos artefatos e desafios propostos na metodologia, os discentes iniciam a parte prática de testes com o robô EduBOT, utilizando o labirinto (Figura 5) como ambiente (BONELLA, 2015). Os grupos são formados de maneira espontânea ou podem ser construídos pelo professor. Porém, deve-se manter como meta o confronto de diferenças para que elas levem a novas descobertas, ou seja, o surgimento de novas ZDIs.

Estes grupos devem desenvolver algoritmos que permitam ao robô, de forma autônoma, realizar a navegação no labirinto, partindo de um ponto de origem até a única saída disponível. Como trabalho final, os grupos interagem e disputam para verificar qual equipe consegue sair do labirinto com o menor tempo. A Figura 6 apresenta a confraternização dos alunos dentro do ambiente proposto para a competição.



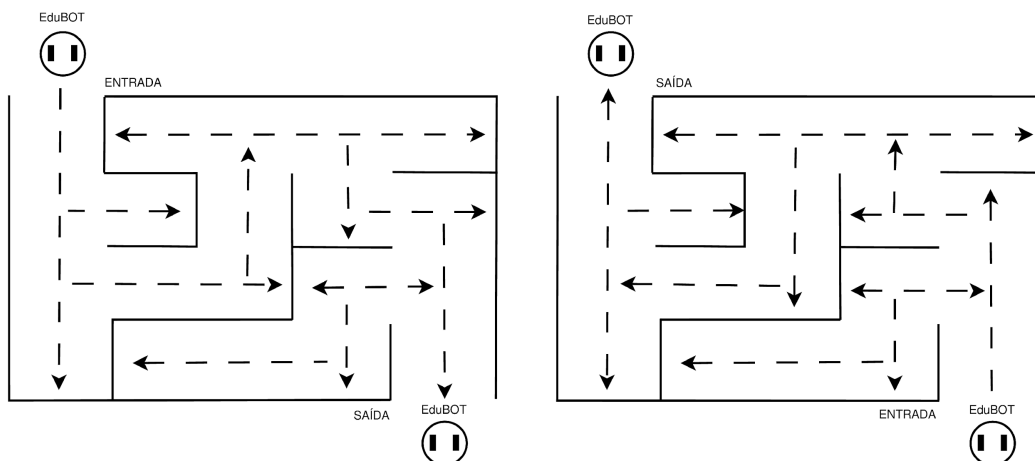


Figura 5. Labirinto com duas possibilidades de entradas e saídas para o robô EduBOT. Fonte: (GUIMARÃES JR, 2015).

A competição é organizada com intuito de confraternização entre os discentes, mas também serve para inserir os alunos em um ambiente competitivo. Isto permite que eles ampliem o senso crítico, a capacidade de trabalhar em equipe e que, baseados nos seus erros e acertos, alcancem o amadurecimento academicamente.

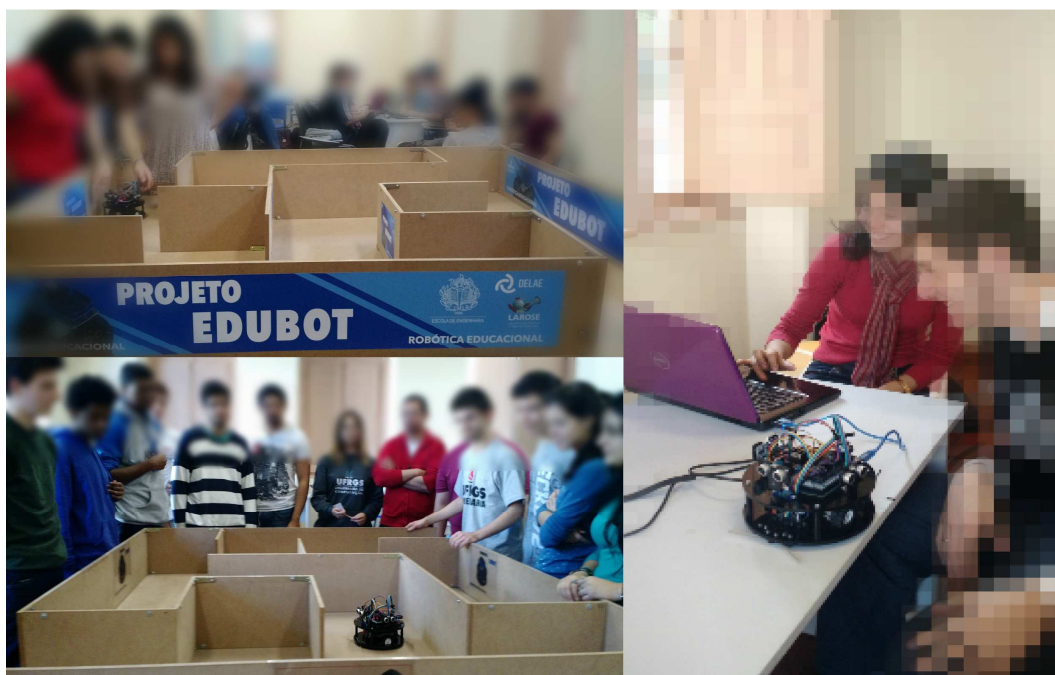


Figura 6. Imersão dos alunos de engenharia no ambiente competitivo e colaborativo. Fonte: PPGEE - UFRGS.

## 6. Conclusões

Esta metodologia vem sendo aplicada semestralmente, desde o ano de 2014, nas disciplinas de Introdução à Engenharia, dos Cursos de Engenharia de Computação e Engenharia de Controle e Automação, da UFRGS. Com base nas avaliações realizadas pelos monitores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE), observações durante as aulas e relatos dos participantes, constatou-se nos discentes um aumento de interesse pelos conteúdos abordados nas aulas. Foram também observados a ampliação da criatividade, do rendimento e melhor comportamento no desenvolvimento das atividades. Trabalhos futuros incluem uma análise quantitativa sobre a evasão dos estudantes, realizando-se uma comparação com os semestres anteriores, para os quais esta metodologia ainda não era aplicada, através dos relatórios institucionais de desistências e de abandono nos cursos avaliados.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos apoios da CAPES, CNPQ, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - PGEE/UFRGS, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM (bolsa RH-DOCTORADO) e do Grupo TEIAS do CINTED/UFRGS.

## 7. Referências Bibliográficas

ARDUINO.CC. **Arduino MEGA 2560**. 2014.

ATMEL. **Atmel ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V**. 2014.

BARROS, T. T. T. **Modelagem e implementação no ros de um controlador para manipuladores móveis**. 2014. Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BONELLA, A. N. (2015). **Proposta de um Serviço para um Robô Móvel Não Holonômico com Acionamento Diferencial**. Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

D'ABREU, J. V. V. **Integração de dispositivos mecatrônicos para ensino-aprendizagem de conceitos na área de automação**. 2002. Tese, Universidade Estadual de Campinas.

SOLIDWORKS. **Dassault Systemes SolidWorks Corporation**. 2016.

GUIMARÃES JR, C. S. S. **Proposta de um framework baseado em arquitetura orientada a serviços para a robótica**. 2015. Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky Y La Formacion Social de La Mente**. 1988. PAIDÓS, Barcelona.

LEONTYEV, A. N. **Activity and Consciousness**. 1977. In *Philosophy in the USSR*, pages 129–140. Progress Publishers, Moscow.

SECCHI, H. A. **Una Introducción a los Robots Móviles**. 2008. Monografía, Universidade Nacional de San Juan.

SIEGWART, R.; NOURBAKHSI, I. R. **Introduction to Autonomous Mobile Robots**. 2004. Volume 1. MIT Press, Cambridge.

SILVA, A. F. **RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional**. 2009. Tese, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SILVA, A. F.; AGAÉ, A.; GONÇALVES, L. M. G.; GUERREIRO, A. M. G.; PITTA, R.; ARANIBAR, D. B. **Utilização da teoria de Vygotsky em robótica educativa**. 2008. IX Congresso Iberoamericano de Informática Educativa - RIBIE. Caracas, Venezuela.

Thiollent, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 2005. Cortez, São Paulo.

Vygotsky, L. S. **Teoria e método em psicologia**. 1996. Trad. Claudia Berliner, rev. Elzira Arantes. Martins Fontes, São Paulo.

Vygotsky, L. S. **A Formação Social da Mente**. 1998. Martins Fontes, São Paulo.

**Recebido em Outubro 2017**

**Aprovado em Outubro 2017**