



# 8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:  
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"



## Projeto FutFEB "Uso da Robótica Móvel para Difusão Tecnológica"

Mário Eduardo Bordon, Marcelo Nicoletti Franchin, José Eduardo Castanho, André Luiz Andreoli, Thainan Augustinho Menezes, Victoria Regina Sacchi, UNESP Campus de Bauru, Faculdade de Engenharia, Engenharia Elétrica, Bolsa de Extensão PROEX

### Eixo 3 - "Novas Tecnologias: Perspectivas e Desafios"

#### Resumo:

O Projeto de Extensão FutFEB "Uso da Robótica Móvel para Difusão Tecnológica", tem por objetivo estimular o interesse dos alunos do ensino médio, técnico e fundamental para seguirem carreira nas áreas de engenharia e da ciência da computação. Para tanto, são utilizados robôs móveis simples em conjunto com material didático e audiovisual para despertar de forma lúdica, por meio de palestras e demonstrações práticas, o interesse dos jovens para os desafios e atrativos das carreiras tecnológicas e a importância delas na vida moderna. Ao mesmo tempo o projeto desafia de forma positiva os alunos do curso de graduação em engenharia elétrica a demonstrarem seus conhecimentos e habilidades na construção de robôs móveis para competições e atividades acadêmicas.

**Palavras Chave:** *Difusão Tecnológica, Robótica Móvel, Extensão Universitária.*

#### Abstract:

The FutFEB Extension Project "Use of Mobile Robotics for Technological Diffusion" aims to stimulate the interest of high and fundamental school students to pursue careers in engineering and computer science. Therefore, simple mobile robots are used together with lectures and audiovisual material to awaken the interest of young people to the challenges and attractive aspects of technological careers. The activities are planned to be playful and entertaining whenever possible. Also, the importance of technology in modern life is emphasized. At the same time, the project challenges positively the undergraduate students in electrical engineering to demonstrate and apply their knowledge and skills to build mobile robots for competitions and academic activities.

**Keywords:** *Technological Diffusion, Mobile Robotics, University Extension.*

### Introdução

O Projeto FutFEB agrega uma série de atividades com o objetivo de despertar o interesse dos jovens para seguirem carreira nas áreas de engenharia e ciência da computação. Para tanto são utilizados pequenos robôs móveis com material didático e audiovisual para despertar de forma lúdica, através de palestras e demonstrações práticas, o interesse dos jovens estudantes para os desafios e atrativos das carreiras tecnológicas.

Um aspecto próprio do campo da robótica móvel é a sua riqueza em termos de integração de diferentes aspectos e conceitos, oriundos de diferentes áreas da engenharia e da computação. Isto faz com que os trabalhos desenvolvidos, no campo da robótica móvel, visando a participação em competições e a difusão do conhecimento tecnológico, se convertam em valiosas ferramentas pedagógicas para liberar a criatividade e complementar a formação técnica e científica dos estudantes.

O processo de construção de robôs reais, ainda que simples, ajuda os jovens a entenderem conceitos sobre sistemas complexos. Enquanto constroem robôs, os estudantes se deparam com problemas concretos, cometendo erros, usualmente devido a uma concepção não realista das capacidades dos sistemas sendo construídos. Essas dificuldades são devido às abstrações e modelos simplificados, por razões didáticas, apresentados aos estudantes nas disciplinas tradicionais (HOOPES, 2003).

Deste modo, os estudantes têm a oportunidade de experimentar o sentimento real das discrepâncias entre os resultados previstos no estágio de projeto e aqueles obtidos pelas máquinas reais, aprendendo a reduzir tais discrepâncias durante o projeto e a construção. Através da experiência com sensores, atuadores e técnicas de controle, os estudantes, gradualmente, modificam sua visão da interação dos robôs com o mundo real, reavaliando o projeto até que ele se torne realístico.



# 8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:  
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"



O desenvolvimento dos projetos de robótica móvel requer a atuação de equipes de trabalho que devem combinar jovens com diferentes graus de formação, capacidades e conhecimento, visando à obtenção de um objetivo comum. Os jovens devem aprender a cooperar entre si, definindo metas e cronogramas adequados, criando divisões equilibradas de carga de trabalho e buscando soluções que possam ser utilizadas de forma comum. Assim, os estudantes tornam-se conscientes da relação circular entre teoria e prática, elemento fundamental no processo da inovação tecnológica.

## Objetivos

Propiciar condições para que os jovens estudantes da desenvolvam atividades de pesquisa e extensão sobre robôs móveis autônomos funcionando como complemento e estímulo a sua formação acadêmica nas áreas de engenharia elétrica, mecânica e da computação. Assim, espera-se a criação da cultura e de um ambiente propícios para desenvolvimento de pesquisas e inovação tecnológica, que ajudem a consolidar os Cursos Técnicos, de Graduação e de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia.

## Conceitos

A evolução dos robôs móveis tem recebido nos últimos anos um amplo destaque junto à mídia e à sociedade de um modo geral. No passado, se falava muito em robôs industriais e braços mecânicos robóticos; atualmente, as atenções estão voltadas para os robôs móveis capazes de navegar no ambiente em que se encontram (JUNG, 2005).

Os robôs móveis autônomos possuem diferentes configurações de dispositivos embarcados, de acordo com a função e as tarefas para as quais são projetados. Os principais componentes de um robô são os sensores e atuadores (BEKEY, 2005).

O projeto de um robô móvel envolve a especificação de diferentes componentes, sensores e atuadores, e a combinação destes em um sistema robótico autônomo. Este sistema deve ser projetado de modo a ser dotado de dispositivos capazes de prover os dados necessários, para que o sistema de controle robótico possa planejar e realizar o acionamento dos seus dispositivos de modo a executar a ação desejada (WOLF, 2009).

O desenvolvimento de um sistema robótico é uma tarefa complexa que envolve o projeto de hardware e de software, onde ambos estão diretamente relacionados: é preciso projetar o hardware para, posteriormente, desenvolver um software adequado e que explore suas potencialidades.

Durante o desenvolvimento do sistema de controle robótico, são necessários diversos ciclos de ajuste do hardware, devido à adição de mais sensores, alocação e ajuste dos mesmos, adaptações nos atuadores, além de constantes aperfeiçoamentos no sistema de controle embarcado dos robôs.

A maioria dos robôs móveis possui características particulares que os tornam aptos para determinadas tarefas. Um aspecto a se considerar no projeto de um robô móvel é o tipo de sistema de tração e direção. Um sistema de tração diferencial pode ser obtido com motores independentes nas rodas de um mesmo eixo, além de rodas livres para estabilização da estrutura. Este modelo é de construção simples e permite raios de giro da ordem do tamanho do robô. Uma descrição dos diferentes tipos de sistemas de locomoção em robôs móveis pode ser encontrada em (SIEGWART, 2004).

## Métodos

O Projeto de Extensão FutFEB utiliza a metodologia de ensino conhecida como Aprendizado Baseado em Problemas (Problem Based Learning - PBL) que preza pelo uso de problemas para estimular os estudantes a desenvolverem o pensamento crítico, habilidades para solução de problemas e adquirirem conhecimento sobre os principais conceitos da área em questão, neste caso, o futebol de robôs.

O Futebol de Robôs representa um desafio para os estudantes de engenharia e ciência da computação. Um desafio que exige o domínio de conhecimento multidisciplinar, aplicado na solução do problema e realizado nas competições e desafios de robótica.

Assim, está prevista a realização de competições e desafios de robótica, para tanto, são organizadas equipes de trabalho, levando-se em conta o tipo de competição. Na competição Futebol de Robôs as equipes devem pesquisar e desenvolver tecnologia que possibilite a construção de robôs de acordo com requisitos técnicos da competição.

O material pesquisado é disponibilizado para todos os participantes na forma de documentos escritos (tutoriais e relatórios), apresentações multimídia (slides e vídeos) e páginas de internet (on-line).

O mesmo procedimento é adotado com diferentes níveis de complexidade e profundidade pelos jovens estudantes participantes de outras competições e desafios, além do Futebol de Robôs, Olimpíadas de Robótica e Freescale Cup.

Está prevista ainda a realização de apresentações e demonstrações usando os robôs móveis adquiridos (Lego Mindstorms, Robôs 3pi e Freescale Cup), além dos robôs móveis construídos por estudantes.



# 8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:  
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"



Devido à sua característica multidisciplinar o Projeto de FutFEB está aberto à participação de docentes da engenharia elétrica, engenharia mecânica e da computação; técnicos de laboratório didáticos nas áreas de eletrônica, mecânica e informática; alunos de graduação e pós-graduação em engenharia elétrica, engenharia mecânica e de computação; alunos do ensino médio técnico nas áreas de eletrônica, mecânica e informática; pessoas da comunidade em geral interessadas em participar das atividades de divulgação.

A principal linha de ação adotada no Projeto FutFEB consiste em formar as equipes para participar das atividades de divulgação tecnológica, formação complementar e participação em competições. Devido à complexidade envolvida no projeto dos robôs móveis, os alunos são divididos em equipes para facilitar o desenvolvimento do trabalho.

As equipes devem realizar reuniões periódicas para aferir os avanços alcançados e traçar as metas para as etapas seguintes. As equipes devem organizar minicursos e palestras para apresentar nas escolas e contribuir com o desenvolvimento do projeto, devem ainda organizar atividades periódicas para atrair novos participantes.

Ao final de cada período ocorre uma discussão para avaliar as soluções encontradas por cada equipe, permitindo o levantamento dos acertos e dos erros.

## Estrutura

Ao expandir a iniciativa projetar e construir robôs móveis, para além do ambiente da universidade, com apresentações e demonstrações realizadas nas escolas, feiras de ciências e competições, espera-se despertar o interesse dos jovens para ingressarem na carreira tecnológica.

São desenvolvidas diversas aplicações com vários tipos de robôs que demandam conhecimentos nas áreas hardware e software, sistemas embarcados, sistemas mecatrônicos, programação de alto nível e visão computacional.

Dentre as atividades do Projeto FutFEB destaca-se a participação na Feira de Ciência e Tecnologia, evento anual, parte integrante da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, evento onde os integrantes do projeto promovem a Mostra de Robótica com apresentação de diversas aplicações com robôs móveis, além de palestras e visitas programadas.

## Aplicações

Dentre as aplicações desenvolvidas destacam-se: Futebol de Robôs, Freescale Cup, Lego Mindstorms e Robôs 3pi Pololu. Além do Futebol de Robôs, uma aplicação que chama bastante a atenção dos jovens é a solução de labirinto usando o Robô 3pi Pololu. As aplicações usando o Lego Mindstorms também chamam a atenção, pois várias montagens podem ser feitas, como uma guitarra eletrônica utilizando sensores de ultrassom. Os veículos da Freescale Cup necessitam de uma pista padrão, relativamente grande, para operação normal, este fato restringe as demonstrações ao ambiente do laboratório do projeto de extensão, além das competições.

Em todos os casos os jovens podem interagir com as aplicações, entrando em contato com as partes eletromecânicas dos robôs, percebendo como eles operam e instigando sua curiosidade sobre a tecnologia usada nas aplicações.

A Figura 01 apresenta o organograma do Projeto FutFEB e suas diferentes áreas de atuação, além de evidenciar os conhecimentos necessários para o desenvolvimento das aplicações.

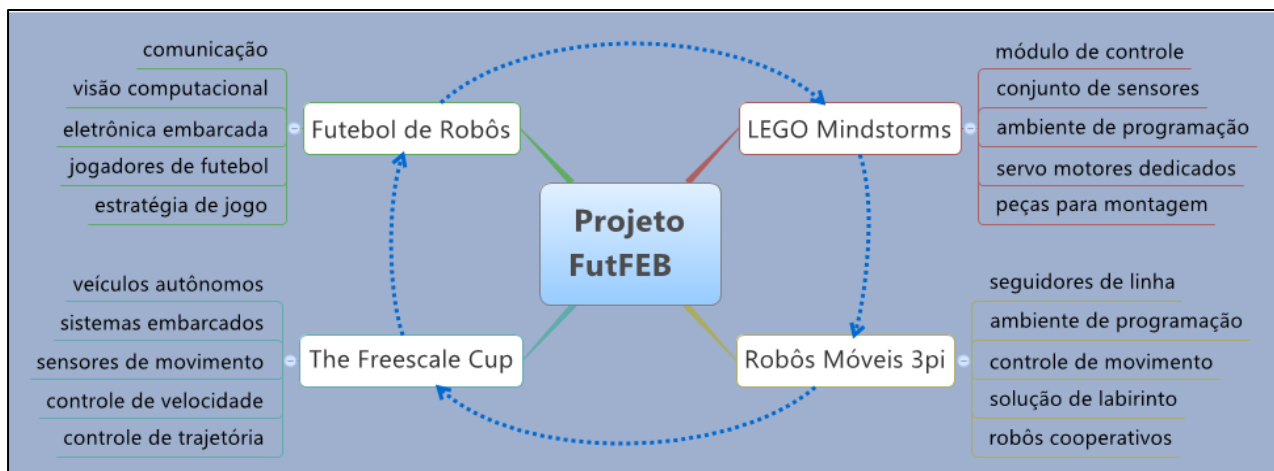


Figura 01. Projeto de Extensão FutFEB - Áreas de Atuação.

Fonte: Figura elaborada pelos autores do trabalho.



# 8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:  
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

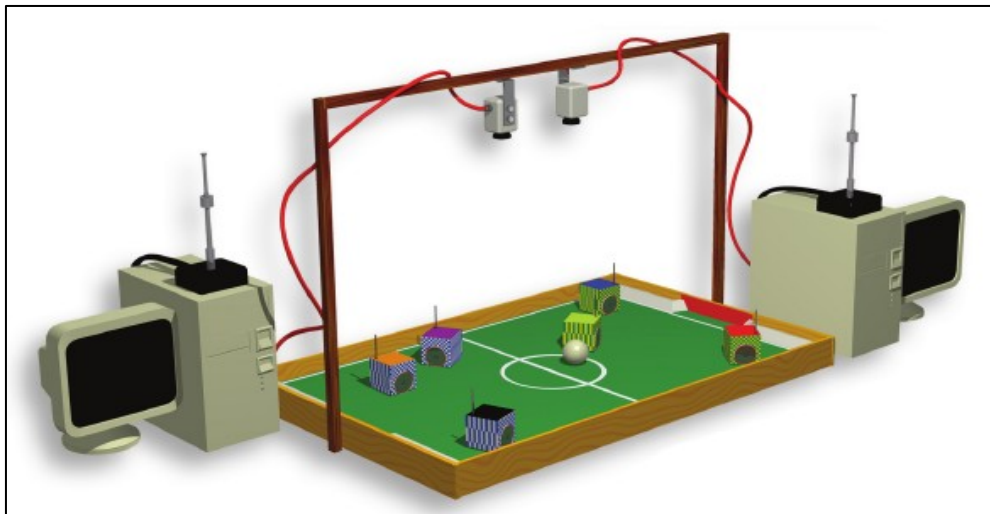
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"SOLIM DE MESQUITA FILHO"

PROEX  
PROGRAMA DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

## A) Futebol de Robôs:

O uso de competições com robôs jogadores de futebol em cursos de engenharia não é novidade, vários experimentos são relatados na literatura, sendo que esta abordagem tem se tornado uma iniciativa muito comum nos cursos de engenharia de boa qualidade (HOOPES, 2003). Um dos pilares desta linha de ensino tecnológico é o trabalho desenvolvido por RESNICK no MIT (Massachusetts Institute of Technology) parte importante do projeto: Lego Mindstorms (KAFAI & RESNICK, 1996).

A Figura 02 mostra o esquema de uma competição de futebol de robôs, com um campo de tamanho padrão, com dois times de robôs móveis jogadores de futebol, cada um com três jogadores, sendo um deles o goleiro. Acima do campo estão dispostas duas câmeras digitais de alta resolução, uma para cada time, conectadas aos microcomputadores, responsáveis pelo processamento das imagens e estratégia de jogo. Os comandos gerados pelos algoritmos de estratégia de jogo são transferidos para os robôs via rádio.



**Figura 02.** Futebol de Robôs - Esquema da Competição.

Fonte: <http://www.mecatronicaatual.com.br/files/image.pn>

Devido à complexidade do sistema futebol de robôs, os participantes são organizados em equipes para facilitar o desenvolvimento do trabalho. Cada equipe deve trabalhar nos seguintes aspectos do problema: Hardware Robótico, Software Robótico, Estratégia de Jogo e Visão Computacional.

**Hardware Robótico:** envolve o projeto e construção dos circuitos eletrônicos dos robôs subdivididos em circuito de comunicação (usando rádio frequência), circuito de processamento (com microcontroladores) e circuito atuador (para acionamento dos motores).

**Software Robótico:** compreende a elaboração dos programas de baixo nível embarcados nos robôs, além dos programas de alto nível que rodam no microcomputador responsável pelo processamento de imagens, comunicação usando rádio frequência e controle de movimento dos robôs móveis.

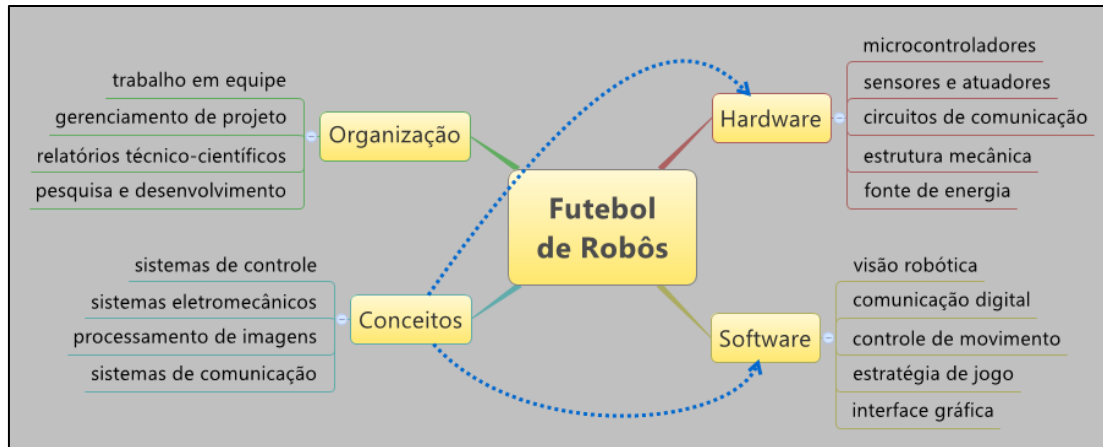
**Visão Computacional:** trata do desenvolvimento de um sistema de visão capaz de disponibilizar para o microcomputador a localização dos robôs jogadores amigos e adversários dentro do campo, além da localização da bola, direção do gol e limites campo.

**Estratégia de Jogo:** envolve o desenvolvimento das táticas e estratégias necessárias para operação do sistema, visando os objetivos do jogo, dentro das restrições e requisitos estabelecidos pelo projeto.

A maior parte dos integrantes são alunos do curso de engenharia elétrica, no entanto, é preciso formar equipes multidisciplinares. Portanto, também fazem parte do das equipes, alunos dos cursos técnicos de eletrônica, mecânica e informática, além dos cursos de graduação em engenharia elétrica, engenharia mecânica e ciência da computação.

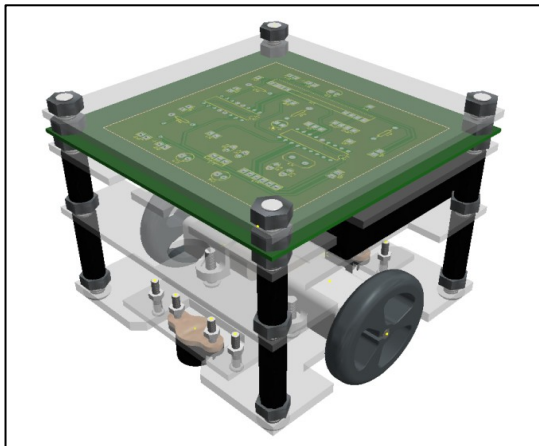
Os integrantes devem aprender a cooperar entre si, estabelecendo cronogramas adequados, definindo divisões equilibradas de trabalho, buscando obter soluções que possam ser adotadas em conjunto.

A Figura 03 mostra o organograma do futebol de robôs com o escopo das atividades de cada equipe de trabalho. Como resultados desta interação multidisciplinar destacam-se: o Site do Projeto FutFEB ([www.fut.feb.unesp.br](http://www.fut.feb.unesp.br)), a Estrutura Mecânica e o Circuito Eletrônico do Robô FutFEB, Figuras 04 e Figura 05, respectivamente.



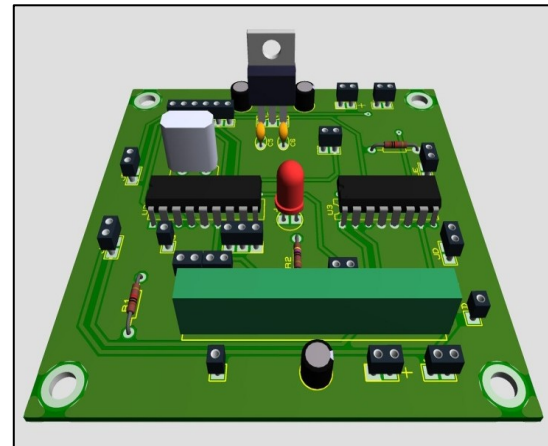
**Figura 03.** Futebol de Robôs - Estrutura e Organização.

Fonte: Figura elaborada pelos autores do trabalho.



**Figura 04.** Projeto Mecânico - Robô FutFEB.

Fonte: Figura elaborada pelos autores.



**Figura 05.** Circuito Eletrônico - Robô FutFEB.

Fonte: Figura elaborada pelos autores.

## B) The Freescale Cup:

Trata-se da competição com modelos de veículos autônomos que ocorre em vários países e tem o objetivo de promover a troca de conhecimentos e experiências entre universidades, que permite os alunos se familiarizarem com novas ferramentas e tecnologias utilizadas na indústria.

Baseia-se na construção de um modelo de carro de corrida para competições universitárias e procura estimular o aprendizado em conteúdos relacionados à engenharia mecatrônica bem como habilidades de comunicação e trabalho em equipe.

Os alunos participantes devem montar e programar um carro de corrida para completar a pista com o melhor tempo (o menor possível).

Os alunos devem encontrar as melhores estratégias para controlar o veículo autônomo (carro de corrida) no propósito de competir com outras equipes.

A Freescale fornece às equipes o Kit Padrão, que é o ponto de partida para novas soluções visando resolver o problema proposto.

A competição teve início em 2006, na China, e era chamada de Smart Car Race, inicialmente, a pista era construída em superfície branca com uma linha preta central, atualmente, a nova pista possui linhas pretas nas laterais.

Para completar uma volta bem sucedida, o veículo não pode sair da pista e para tanto, é equipado com sensores para coletar informações do trajeto a ser percorrido, o sensor mais importante é a câmera digital usada para detectar as linhas pretas.

Um microcontrolador ARM processa as informações adquiridas pelos sensores e toma decisões sobre o controle dos atuadores, basicamente, dois motores de corrente contínua para controle de tração e um servo motor para controle de direção.



# 8º Congresso de extensão universitária da UNESP

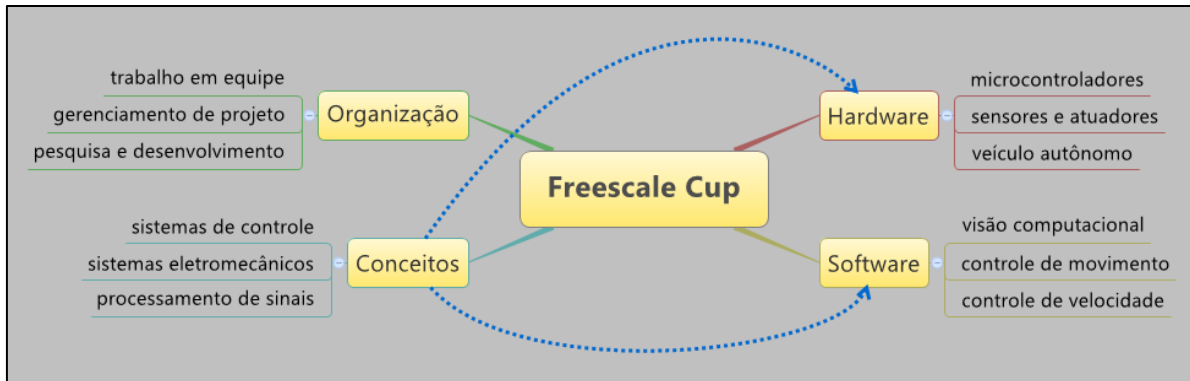
"Diálogos da Extensão:  
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

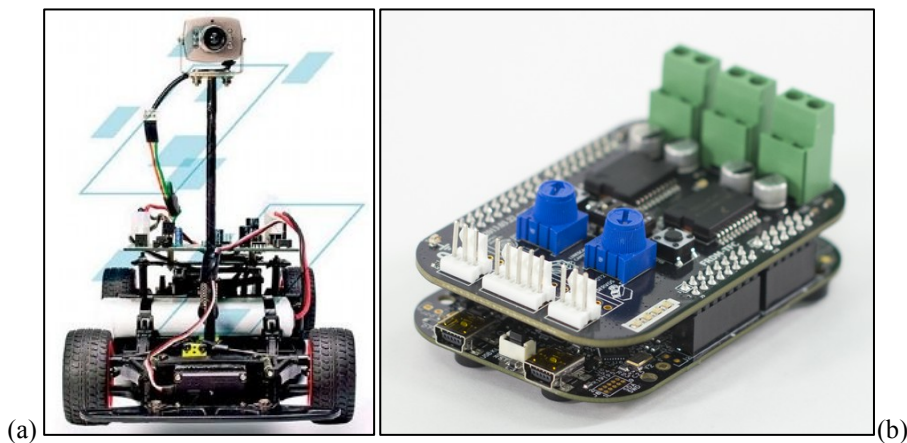
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX  
PROEXTENSÃO



**Figura 06.** The Freescale Cup - Estrutura e Organização.

Fonte: Figura elaborada pelos autores do trabalho.



**Figura 07.** The Freescale Cup - Kit Padrão - 2014.

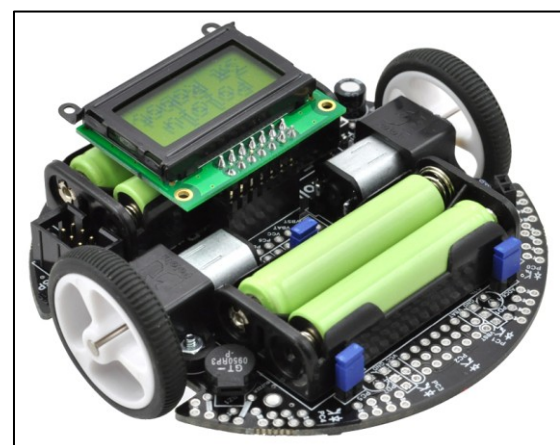
Fonte (a): <http://www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura/1822>

Fonte (b): <https://community.freescale.com/docs/DOC-93914>

A Figura 06 mostra o organograma da aplicação The Freescale Cup e a Figura 07 apresenta o Kit Padrão formado pelo carro de corrida com câmera digital, a placa de controle FRDM-KL25Z, contendo um microcontrolador ARM de 32 bits e a placa de acionamento FRDM-TFC, com conexões para dois motores de corrente contínua e o servo motor, além da câmera digital e da bateria.

### C) Lego Mindstorms e Robô 3pi:

O conjunto Lego Mindstorms é bastante popular devido ao seu hardware robusto e durável, sem contar a facilidade altera-lo como um brinquedo de encaixes. Possui as seguintes características: um microprocessador ARM de 32 bits, portas digitais de entrada e saída, um mostrador digital, alto-falante, bateria recarregável, comunicação USB 2.0, módulo Bluetooth, servo motores com encoders acoplados, sensores de toque, sensor ultrassônico e um sensor de cor e intensidade luminosa.



**Figura 08.** Fotografia do Robô 3pi - Pololu

<http://www.pololu.com/picture/view/0J2415>

A Figura 08 mostra uma fotografia do Robô 3pi da Pololu e a Figura 09 mostra o robô humanoide do conjunto Lego Minstorms.



# 8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:  
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"



**Figura 09.** Robô Lego Mindstorms - Humanoide.  
Fonte: <http://www.lego.com/en-us/mindstorms>

O módulo de programa do Lego Mindstorms possui um grande diferencial que possibilita o usuário interagir facilmente no ambiente de programação, utilizando animações integradas que permitem o usuário selecionar tarefas e recursos necessários.

O Robô 3pi da Pololu é uma plataforma robótica de baixo custo, composta de um mecanismo de tração diferencial com duas rodas acionadas por micro-motores, uma roda livre de apoio, cinco sensores infravermelhos, um mostrador digital e um emissor sonoro, todos conectados a um microcontrolador ATmega328 programável.

Uma aplicação que chama bastante a atenção dos jovens é a solução de labirinto usando o Robô 3pi. Nesta aplicação o robô segue as linhas pretas que formam o labirinto buscando uma saída. Durante o percurso o Robô 3pi ignora os trechos sem saída e memoriza o caminho correto para não se perder na próxima tentativa.

As aplicações utilizando o Lego Mindstorms também chamam a atenção, pois várias montagens podem ser feitas, além do robô humanoide, por exemplo, uma guitarra eletrônica empregando os sensores de ultrassom.

Em todos os casos os estudantes podem interagir com as aplicações, entrando em contato com as partes eletromecânicas dos robôs, percebendo como eles operam e instigando sua curiosidade sobre a tecnologia usada nas aplicações.

## Resultados

O Projeto de Extensão FutFEB existe, oficialmente, desde 2010, mas, antes deste período a iniciativa Futebol de Robôs já existia e, atualmente, o projeto não se limita ao Futebol de Robôs, pois, novas frentes foram abertas à medida que as bolsas de extensão e os recursos financeiros foram liberados pela Pró-Reitoria de Extensão (PROEX).

Além dos recursos recebidos da PROEX, o Projeto de Extensão FutFEB sempre contou com o apoio da Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB) e através do Departamento de Engenharia Elétrica, em 2011, recebeu os microcomputadores e o espaço físico necessário para o desenvolvimento do projeto e, no ano de 2012, seis Robôs 3pi foram adquiridos.

Com recursos recebidos da PROEX e da FEB foram adquiridos e/ou construídos os seguintes itens: dois conjuntos Lego Minstorms, seis Robôs 3pi Pololu, seis Robôs Jogadores de Futebol (dois times), duas Câmeras USB e vários componentes eletrônicos.

As atividades desenvolvidas no Projeto de Extensão FutFEB são publicadas em eventos científicos e de extensão. Além da participação em competições de robótica os alunos que atuam no projeto elaboram trabalhos de iniciação científica submetidos ao Congresso de Iniciação Científica da UNESP.

No ano de 2014, três equipes de trabalho formadas por três alunos e um docente coordenador foram inscritas para participar da Freescale Cup, das três equipes, duas foram classificadas: uma em quarto e outra em sétimo lugar.

Destaca-se também a participação na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, na Feira de Ciência e Tecnologia de Bauru, através da Mostra de Robótica, com público estimado em mais de cinco mil pessoas.

## Conclusões

A participação nas competições de robótica bem como a apresentação de demonstrações e palestras na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia e nas escolas de ensino médio, técnico e fundamental resulta em considerável exposição na mídia, além de gerar grande interesse da população em geral e, particularmente, das crianças e adolescentes.



# 8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:  
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX  
PROGrama de Extensão Universitária

Com isso, projeta-se uma visão positiva do ensino tecnológico da própria Universidade e atrai novos estudantes para áreas de engenharia e ciência da computação.

O projeto também apresenta grande potencial para divulgação da Universidade junto à comunidade acadêmica interna e externa e a toda a sociedade, considerando a penetração que certas competições de robótica têm na mídia.

Para crianças e jovens das classes sociais menos favorecidas, os eventos podem tornar-se importante elemento de motivação para possibilitar o ingresso na universidade pública com potencial de ascensão social e econômica.

## Agradecimentos

FEB - Faculdade de Engenharia, Campus de Bauru  
PROEX - Pró-Reitoria de Extensão Universitária.  
UNESP - Universidade Estadual Paulista.

---

BEKEY, G. A. "Autonomous Robots: From Biological Inspiration to Implementation and Control". The MIT Press: Cambridge, London, 2005, 563p.

DUDEK, G.; JENKIN, M. "Computational Principles of Mobile Robotics". The MIT Press: Cambridge, London, 2000, 280 p.

HOOPES, D. An Autonomous Mobile Robot Development Platform for Teaching Graduate Level Mechatronics Course. In ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boulder, Co, 2003.

JUNG, C. R.; OSÓRIO, F. S.; KELBER, C.; HEINEN, F. Computação Embarcada: Projeto e Implementação de Veículos Autônomos Inteligentes. In: XXIV Jornada de Atualização em Informática, São Leopoldo, RS, 2005, v. 1, p. 1358–1406.

KAFI, Y. & RESNICK, M. Constructionism in Practice: Design, thinking, and Learning in a Digital World. Mahwah, NJ. Lawrence Erlbaum.

MARTIN, F. "Ideal and Real Systems: A study of Notions of Control in Undergraduates Who Design Robots". In Y Kafai and M. Resnick (Eds.), Constructionism in Practice: Rethinking the Roles of Technology Learning. Mit Press, MA, 1994.

MIGLINO, O.; LUND, H. H.; CARDACI, M. "Robotics as an Educational Tool". Journal of Interactive Learning Research, 1998.

SIEGWART, R.; ILLAH, R. N. "Introduction to Autonomous Mobile Robots". A Bradford Book, The MIT Press: Cambridge, London, 2004, 317p.

WOLF, D. F.; SIMÕES, E. V.; OSÓRIO, F. S. Robótica Inteligente: Da Simulação às Aplicações no Mundo Real. In: André Ponce de Leon Ferreira de Carvalho, Tomasz Kowaltoski. (Org.). XXVIII Jornadas de Atualização em Informática, 2009, p. 1-51.