



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



TITULO: PBL E ROBÓTICA EDUCATIVA - INTERCÂMBIO DE EXPERIÊNCIAS ENTRE A ESCOLA TÉCNICA E A UNIVERSIDADE PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

EJE: Mesa de Trabajo 3. Extensión, docencia e investigación

AUTORES: Guilherme V. Schwade, Dante A. C. Barone, Lucas E. P. Mizusaki, Mauro J. Moreira

REFERENCIA INSTITUCIONAL: Univerisade Federal do Rio Grande do Sul

CONTACTOS:

Guilherme V. Schwade – gvschwade@inf.ufrgs.br

Mauro J. Moreira – mauro.moreira@ufrgs.br

Lucas E. P. Mizusaki – mzklucas@terra.com.br

Dante A. C. Barone – barone@inf.ufrgs.br

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Av. Bento Gonçalves 9500

CEP – Porto Alegre – RS

RESUMEN

O artigo apresenta uma proposta de aplicação da metodologia Problem Based Learning (PBL) no progresso e interesse dos estudantes de ensino médio-técnico pela robótica móvel. Tal proposta é baseada em uma experiência que testou a influência do PBL no progresso e interesse dos estudantes pela disciplina de robótica móvel do curso de Engenharia de Computação da UFRGS. Mais importante ainda, o trabalho analisa como uma atividade regular (uma disciplina ministrada em um curso superior) influencia atividades de extensão, no caso, a aplicação de métodos do ensino superior no ensino médio-técnico. O público-alvo da proposta serão alguns alunos selecionados do curso técnico de eletrônica do Instituto Federal de Goiás (IFG). O experimento tido como base, ocorrido no Instituto de Informática da UFRGS, fez com que, a partir do kit LEGO NXT Mindstorms, os alunos, divididos em grupos, construíssem robôs que suprissem a demanda de um desafio proposto, o qual necessitava a aplicação de



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



diversos conceitos da robótica (como estruturas mecânicas, algoritmos de busca, seguidores de linha, etc.) além de trabalho em equipe e planejamento. Durante o período, foram observados e analisados os pontos de sucesso e falhas na aplicação de aplicação. Tais dados serviram de referência para a realimentação do mesmo desafio, que, como resultado, gerou o desafio que está em curso no IFG.

DESARROLLO

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a falta de engenheiros qualificados nas diversas áreas de atuação tem sido tema de estudos e motivo de preocupação. De acordo com pesquisas, há uma lacuna de 3 milhões de engenheiros, considerando a demanda do país para os próximos dez anos e seu crescimento atual (SILVEIRA, 2011). Em adendo a isso, entre janeiro de 2010 e outubro do mesmo ano, foram emitidos 25 mil vistos de trabalho para estrangeiros altamente qualificados, principalmente nas áreas de tecnologia e engenharia, fato que assusta, pois o Brasil é um país relativamente fechado. O déficit não se resume à falta de profissionais já formados em cursos superiores de engenharia, mas também do baixo número, se comparado a países desenvolvidos ou em crescimento acelerado, como Índia e China, de candidatos para realização de cursos desta área do conhecimento e da alta evasão dos já inscritos, que chega a índices alarmantes como 50% de desistência entre os alunos. Ainda segundo pesquisas realizadas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2011), em 2009 apenas 38% dos trabalhadores com diploma em engenharia estava empregada em ocupações próprias da área, caracterizando um agravante na já deficiente oferta de trabalhadores especializados em uma das áreas mais importantes e relevantes a um crescimento econômico adequado ao cenário mundial atual.

Diariamente, constantes descobertas nos campos da telecomunicação, robótica e computação vêm surgindo e afetando a vida humana. Os cursos de computação estão diretamente relacionados a essas mudanças, e abordam diversos tópicos, como sistemas operacionais, arquitetura de hardwares, redes, robótica e inteligência artificial. Por essa relação com diversos campos da tecnologia, onde inovações surgem a todo o momento, os



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



estudantes que optam por essa carreira geralmente enfatizam conhecimentos relacionados aos problemas que ele tem, ou espera ter, na sua vida profissional.

Dentre os campos de atuação tecnológica, a robótica móvel tem sido uma área promissora, que tem alcançado muitos avanços na última década (ROBÓTICA, 2011) (NEHMZON, 2003). Entretanto, há um problema didático ao se ensiná-la em disciplinas acadêmicas, por se tratar de uma área eminentemente interdisciplinar, e, portanto, associada a um grande volume de conteúdos de diferentes assuntos. Uma metodologia alternativa que suscita muito interesse e é muito utilizada em diversas instituições de renome (DELAWARE, 2011) (PBL, 2011) é o Problem Based Learning (PBL), onde o estudante assume um papel de mais responsabilidade sobre seu aprendizado e o professor deixa de ser o centro das soluções e acaba atuando apenas como um coadjuvante, um facilitador.

Seguindo a metodologia do PBL, é possível montar aulas mais atraentes ao aluno e que ajudam a fixar o conteúdo, além de desenvolver habilidades de trabalho em grupo e pesquisa, ambas trabalhadas no decorrer da experiência. A PBL em robótica móvel também pode ser bastante motivadora, por dar uma experiência integral e desafiadora no desenvolvimento de projetos, podendo diminuir a evasão encontrada nas universidades. É com o objetivo de mostrar o aumento do progresso e interesse dos alunos, mas, principalmente, propor a utilização de experimentos acadêmicos em ambientes de ensino médio-técnico, incentivando atividades extensionistas, que o presente trabalho disponibiliza uma proposta da utilização de Problem-based-learning no ensino de robótica móvel para alunos do curso técnico de eletrônica, do Instituto Federal de Goiás (IFG), baseado em um experimento aplicado para alunos do curso superior de Engenharia da Computação. Tal experimento ocorreu no Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no período de 5 de maio à 28 de junho do ano de 2011. Todas as abordagens e técnicas utilizadas no experimento serão mostradas no decorrer do artigo bem como uma análise gráfica e textual do progresso individual de cada grupo de alunos na construção da solução do desafio e como os dados obtidos por esse experimento influenciaram na realimentação e adaptação do desafio para o IFG.

2 ROBÓTICA MÓVEL



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



O termo “robótica móvel” refere-se aos sistemas autônomos capazes de interagir com o ambiente e mover-se livremente através deste. O ensino desta área do conhecimento, que não se restringe apenas a campos de eletrônica e mecânica, e envolve tanto o controle dos atuadores e sensores, que permitem ao robô analisar o mundo ao seu redor, quanto a tomada de decisões. Ela se dedica tanto a sistemas de pequeno porte quanto de grande porte, desde mecanismos simples a outros extremamente complexos. Por isso, desenvolver um currículo para essa disciplina é um desafio: a disciplina é teórica e aborda o estado da arte da robótica, e qualquer trabalho prático necessitará de um vasto background para em assuntos como programação de micro controladores e sistema de controles de motores, assuntos muito complexos que deixariam de lado o estado da arte da robótica..

Com produção estimada em milhões de unidades e movimentando bilhões de dólares anualmente, com aplicações que vão desde a indústria militar até a de entretenimento, a robótica móvel representa uma parcela crescente da produção tecnológica mundial. A exemplo do Japão, que representa hoje o país de maior investimento e produção na área da robótica, os EUA e outras grandes economias mundiais investem pesado nesse ramo da indústria, visando à obtenção de produções otimizadas e de alta qualidade. Prevê-se, por exemplo, que o número de unidades robóticas vendidas no período de 2009 a 2012 ultrapasse o total de vendas até o ano de 2008, tanto as destinadas ao uso profissional quanto ao doméstico.

3 PROBLEM BASED LEARNING (PBL)

Em meados de 1961, o PBL surge na escola de medicina da McMaster University, no Canadá, e propõe uma quebra no método de ensino tradicional, utilizando problemas reais como motivação para o aluno buscar o conhecimento e, assim, a solução para o mesmo (RHEM, 2011), se tornando autônomo nessa busca. Desde lá, o PBL vem sendo utilizado em diversos cursos de graduação e pós-graduação na área da saúde e em diversas outras áreas.

Segundo definição do Dr. Howard Barrows e de Ann Kelson (LEVINE, 2011), ambos da Southern Illinois University School of Medicine, PBL é a união de currículo e processo. A caracterização de currículo diz respeito ao desafio proposto aos alunos, o qual deve ser cuidadosamente montado de forma que o aluno obtenha conhecimento crítico, proficiência



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



em resolver problemas, estratégias para a busca do conhecimento e habilidades de trabalho em equipe, uma vez que a comunicação no grupo é fundamental para a solução. Já o caráter de processo se dá pelo fato de que o PBL sugere reuniões entre os grupos e o professor e alguns itens que podem melhorar e organizar o processo (WOOD, 2011). São eles:

1. Identificar e desmistificar termos presentes no desafio que não são familiares para o grupo.
2. Definir o problema ou os problemas que devem ser discutidos, de forma que todos os estudantes cheguem a um acordo sobre as diferentes perspectivas do desafio;
3. Sessão de Brainstorming para elencar os conhecimentos principais que serão utilizados na solução;
4. Momento de pesquisas, testes e construção efetiva da solução em cima dos objetivos previamente definidos;
5. Cada grupo divide as informações e experiências obtidas no item 4 de forma que o conhecimento fique nivelado.

Com uma metodologia tão bem estruturada, facilita o trabalho de encontrar relatos bem-sucedidos do uso de PBL no ensino de tecnologia. Uma pesquisa da Copenhagen University College of Engineering (FRIESEL, 2010) mostra, basicamente, que o trabalho em equipe e os problemas envolventes, ambos proporcionados pelo PBL, reduziram a evasão dos cursos de engenharia da computação e elétrica. Isso porque foi notado que havia um alto índice de desistências no início do curso (semestre 1-2) devido à dificuldade de matérias como matemática e física. Como não há meios de continuar com cadeiras do curso sem que o estudante tenha tais conteúdos consolidados, foram aplicados os conceitos de PBL em cima de problemas da atualidade envolvidos por essas disciplinas. No final do experimento, FRIESEL percebeu que houve uma redução considerável do índice de desistências e reprovações. Além disso, os alunos que foram para etapas subsequentes do curso tinham um domínio muito maior das disciplinas do que os que não participaram da pesquisa.

4 DESAFIO

Após uma pequena oficina ministrada para para os alunos e professores do IFG envolvidos no projeto, com o foco em aplicações desenvolvidas com o kit NXT LEGO



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



Mindstorms, como manipulação de sensores, atuadores e comunicação bluetooth, o desafio, adaptado das experiências realizadas na UFRGS, foi apresentado.

A robótica móvel tem como objetivo que robôs, dotados de mobilidade, sejam capazes de realizar operações complexas de maneira autônoma. Suas aplicações são diversas, podendo substituir humanos em trabalhos insalubres ou de alto risco. Por ser um campo interdisciplinar, que emprega técnicas dos mais diversos campos do conhecimento humano, tais como física, mecânica, eletrônica e programação, e por representar um projeto bastante complexo, criar mecanismos que resolvam essas situações é um excelente exercício para os estudantes além de aprimorar habilidades como trabalho em grupo e raciocínio lógico. O desafio de robótica foi elaborado com o intuito de que o tema remetesse à realidade e, ao mesmo tempo, necessitasse da utilização dos vários conceitos da robótica já previamente mostrados em aula.

Apesar de ser um campo prolífico, desenvolver um desafio complexo em robótica móvel é, no mínimo, difícil; ainda mais um que possa ser realizado em um semestre e leve em conta as limitações do kit da LEGO. Na sua concepção, decidiu-se levar em conta dois aspectos: o sensoriamento e o sistema de comunicação presentes no kit. Tentou-se simplificar a parte de planejamento de caminhos e adaptabilidade do robô, e manter o enfoque da disciplina no projeto.

Pensando num problema comum abordado em robótica móvel, centrou-se o desafio em encontrar um objeto em um labirinto e retirá-lo. Cada equipe de alunos, então, teria que construir dois robôs (explorador e carregador), a partir de dois kits NXT LEGO Mindstorms, para percorrer um labirinto desenhado no chão e trazer o objeto identificado para a saída (haverão dois, de cores diferentes). O explorador deverá entrar no labirinto e mapeá-lo, de forma que o segundo robô (carregador) possa chegar até o objeto a ser coletado. O robô explorador pode utilizar todo e qualquer sensor dos kits, mas não pode ter qualquer mecanismo que o possibilite carregar o objeto (uma esfera colorida). Já o robô carregador, o qual irá seguir as instruções recebidas do primeiro, não pode conter qualquer sensor (seja ele de luz, som, ultrassom ou toque), mas deve ter mecanismos para carregar a bola, de forma que ambos os robôs devam trabalhar em conjunto. O processador do kit possui comunicação bluetooth, que poderá ser usado para fazer a conexão entre os dois robôs.

O campo foi construído em tecido preto fosco, as linhas foram marcadas com fita branca e os indicadores coloridos (azul e vermelho) foram feitos de papel fosco com suas respectivas cores. Assim, cada equipe poderia usar sensores de luz ou de cor em seus

projetos para interagir com o campo; podemos vê-lo, com suas marcações, na Figura 1. Uma modificação do desafio utilizado na UFRGS foi que o campo não conteria loop's, e seria montado seguindo uma arquitetura de grafos. Dessa forma, os alunos poderiam trabalhar suas habilidades para pesquisa em grafos, algo muito utilizado nos campos da robótica móvel.

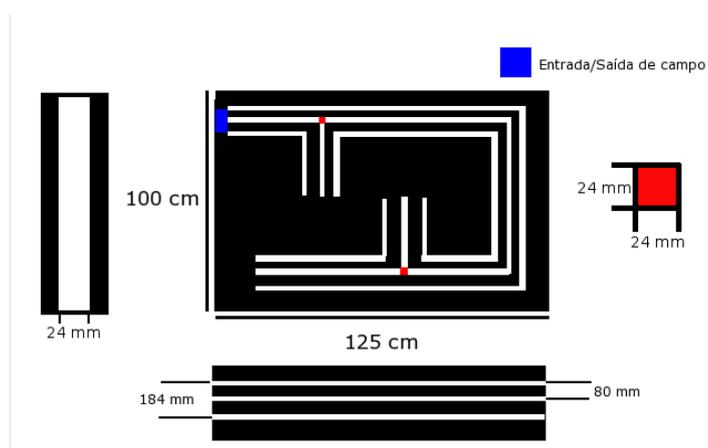


Figura 1 – Esquema do campo utilizado no desafio

Os robôs partem da demarcação em azul e só podem andar sobre a linha marcada pela fita branca. O robô explorador entra no labirinto primeiro, e o percorre até encontrar o objeto que deve ser retirado. O robô pode andar apenas seguindo as linhas brancas demarcadas no chão. As demarcações em vermelho indicam ao robô que há mais de uma escolha de caminho a se fazer, deixando ao encargo do algoritmo do mesmo a tomada de decisão. Outra modificação adicionada foi uma faixa de tolerância para o caminho percorrido pelo robô carregador. Na proposta original, o mesmo deveria seguir exatamente a linha, sem sair de seu percurso, e isso tudo sem a ajuda de um sensoriamento adequado. Como a partir dos dados obtidos foi possível constatar que o kit da LEGO não proporciona peças e motores qualificados para tal tarefa, uma faixa de tolerância foi adicionada.

No campo, há dois suportes para os objetos – ver figura 2 -, sendo um deles o que conterá a esfera de cor certa (esfera azul presente no kit Mindstorms da LEGO) e o outro com a de cor errada (esfera vermelha, também presente no kit). Isso implica em outra tarefa do explorador que é verificar se a esfera encontrada é a procurada, antes de enviar as coordenadas para o carregador. Com isso, os alunos utilizariam reconhecimento de cor sem um sensor próprio para a função, sendo que sensor de luz realizará esta função.

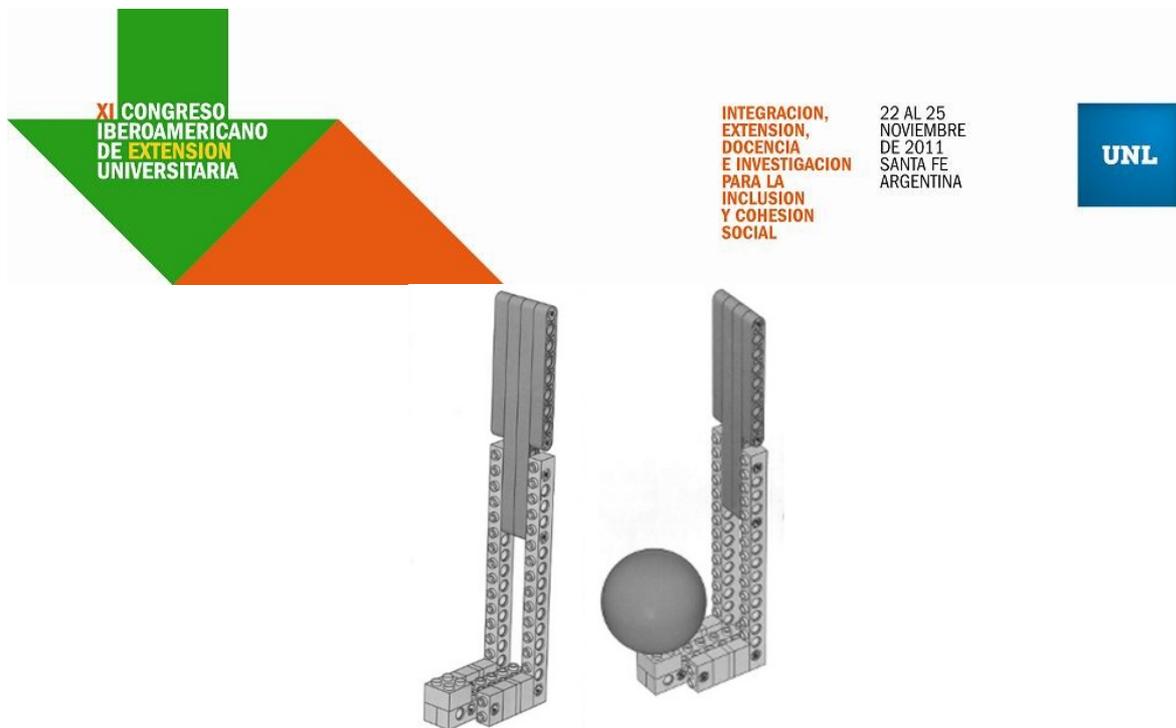


Figura 2 – Suporte, feito de lego, para as esferas

5 FUNCIONAMENTO DO EXPERIMENTO DE BASE

É de grande importancia que seja detalhado o funcionamento de base, pois a dinâmica de trabalho. O intuito é apresentar a metodologia utilizada e elencar os pontos positivos que pretende-se aplicar no IFG e os negativos que se quer corrigir.

As aulas práticas ocorriam todas as terças e quintas-feiras, no turno da tarde, em um laboratório do Instituto de Informática da UFRGS. Os alunos se reuniram em grupos de três integrantes cada e, dispondo de dois kits, começaram a trabalhar no desafio. A primeira grande observação a ser feita foi a rápida adaptação dos alunos à metodologia aplicada. Após tirar rápidas dúvidas para o melhor entendimento, todos os grupos, sem exceção, buscaram informações na internet – algoritmos para seguir linhas, resolver labirintos - que possivelmente podem ser utilizados na resolução do problema. Tal fato reflete na simplicidade do PBL, o qual não exige um nível de compreensão tão grande para ser aplicado, basta seguir as experiências que outros já tiveram, e estar atento às mudanças que ocorrem na experiência em si para que as características dessa abordagem sejam moldadas e melhor aceitas.

Outra característica foi a troca de informações entre os grupos, tanto em aspectos mecânicos do robô, bem como possibilidades de programação e lógicas distintas para resolver o desafio. Isso mostra claramente que o PBL não incita um espírito competitivo, mas sim a busca do conhecimento, o trabalho em equipe e a criação de uma espécie de networking para a troca de experiências e informações obtidas pelos grupos. Em alguns desses debates houve até sugestões, as quais foram implementadas, sobre características

técnicas do desafio (campo, regras, etc.), como o tipo de material do campo, o qual, depois de experiências feitas por um dos grupos, deveria ser fosco, para que o sensor de luz do kit da LEGO funcionasse melhor.

Quanto à programação, os alunos optaram pela linguagem escrita (no caso, o NXC) ao invés da linguagem icônica disponibilizada pelo kit. Após um rápido debate, os grupos argumentaram que o NXC oferece um controle maior sobre as possibilidades do processador do robô, principalmente em relação a cálculos matemáticos presente na solução do desafio.

6 RESULTADOS DO EXPERIMENTO BASE

Para que fosse possível medir o progresso dos estudantes, e mais, a distribuição de tarefas frente ao tempo total de trabalho, a solução completa do desafio foi dividida em macro tarefas, sendo as quais, na visão do presente trabalho, seriam as tarefas mais lógicas a serem executadas para obter resultados expressivos. Entretanto, deixa-se implícito que há mais de uma solução possível pra o desafio, bem como variações dos planos estratégicos para construção dos mesmos.

As figuras 3, 4 e 5 apresentam um gráfico de Gantt com o progresso de cada um dos três grupos. No eixo horizontal, temos uma escala de tempo em dias, com uma faixa de valores limitada por 5 de maio de 2011 (data de início das atividades) e 3 de junho de 2011, onde foram encerradas as coletas de dados. Vale ressaltar que as atividades referentes ao desafio na cadeira de Robótica Móvel continuaram após a escrita do presente trabalho.

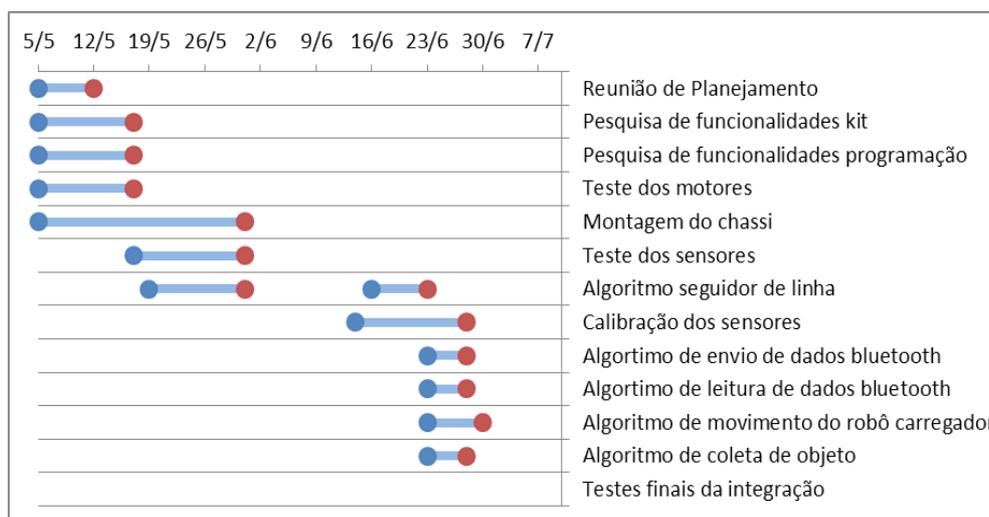


Figura 3 - Gráfico de desempenho do grupo 1

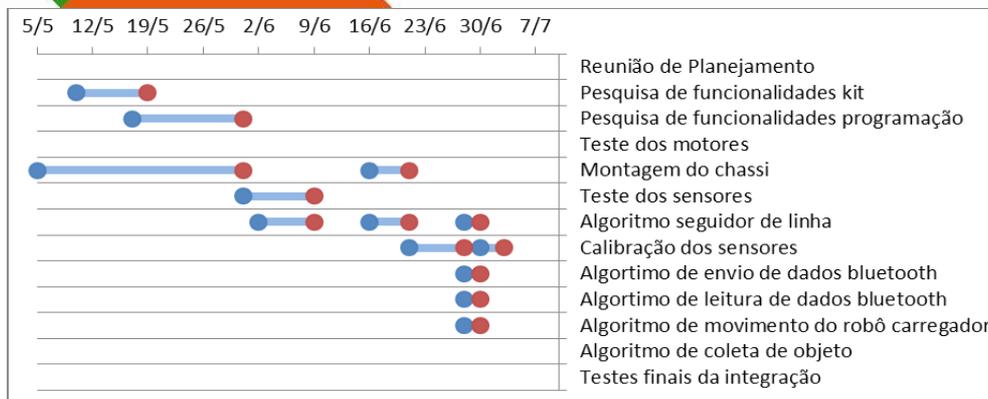


Figura 4 - Gráfico de desempenho do grupo 2

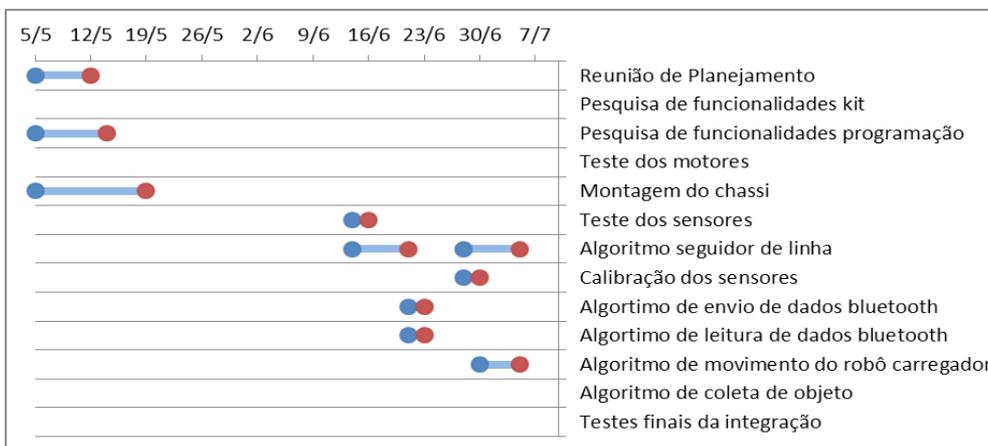


Figura 5 - Gráfico de desempenho do grupo 3

Além de analisar o desenvolver do trabalho dos alunos, o que nos dá a noção de comprometimento, precisamos verificar como eles se sentiram com a atividade, para avaliarmos como a metodologia foi aplicada. Para tanto, foi passado um questionário para os três grupos com as seguintes questões:

1. Principais dificuldades encontradas.
2. Sugestões para suprir as dificuldades..
3. Pontos positivos do método empregado na aula.
4. Pontos negativos do método.
5. Pontos positivos do desafio.
6. Pontos negativos do desafio.

Os grupos citaram que o kit da LEGO facilitou o trabalho, e permitiu que eles comesçassem seus projetos com muito pouco tempo de estudo. Apesar disso, a imprecisão dos sensores do kit foi um dos pontos mais criticados do trabalho, e lidar com essa imprecisão foi uma dificuldade para os alunos. A metodologia foi bastante elogiada como uma forma bastante

motivadora de trabalhar, principalmente por ser prática e autodidática. Como críticas mais severas, as equipes possuíam pouco tempo para trabalhar com os kits e um espaço restrito de trabalho, já que toda a montagem e teste do robô tinha que ser feita em sala de aula. Além disso, o desafio foi considerado muito ambicioso, tendo em vista as capacidades do kit, faltando um documento que detalhasse todo o documento, como meios de avaliação, regras e dimensionamentos.

Para finalizar, as figuras 6 e 7 mostram algumas das construções feitas durante o experimento.



Figura 6: Modelo de robô carregador construído pelos alunos

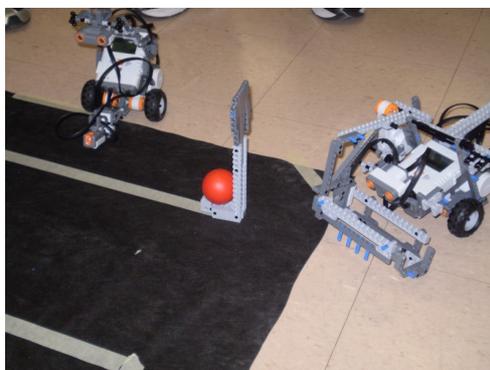


Figura 7: Modelos de explorador e carregador construído pelos alunos

7 CONCLUSÃO

Os gráficos de Gantt resultantes do experimento base, apresentados na sessão anterior, devem ser analisados com cautela. O motivo disso é que tais gráficos ilustram apenas as tarefas nas quais cada grupo trabalhou nas aulas e não podem ser tomados como dados majoritários para medir o progresso real de cada grupo. Por isso, um grupo pode ter trabalhado menos que outro, porém atingido um nível de construção muito maior. O



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



que deve ser analisado para ser replicado no ambiente médio-técnico é que há um aumento de interesse em cada grupo. Principalmente quando eles iniciaram os testes de programação, quando viram o que um simples algoritmo somado a um microprocessador, sensores e motores pode ser capaz de fazer. Fica claro que a utilização de uma metodologia já muito aceita nas universidades só tem a contribuir para escolas técnicas, aumentando o interesse do aluno pelas disciplinas e resultando diretamente em seu desempenho escolar.

A partir de uma análise do experimento base, foi possível levantar tópicos visando um sucesso ainda maior para a pesquisa. Visando os alunos do IFG, alguns aspectos terão que ser repensados, de forma que haja ainda mais resultados expressivos:

- Disponibilizar horários fora do período de aula para utilização do kit;
- Programar apresentações parciais do andamento das atividades;
- Propor sistema de pontuação e bônus baseado no cumprimento de tarefas;
- Iniciar a disciplina desde o início com o desafio e direcionar as aulas teóricas, de uma maneira que seja abordado os conceitos que os alunos estão aplicando em seus projetos;

É interessante analisar a frequência do trabalho e as tarefas realizadas em paralelo, características que podem ser obtidas dos gráficos. Pode-se identificá-la pela presença de trabalho em toda a extensão do eixo horizontal e a divisão de trabalhos, ou seja, a realização de tarefas em paralelo é mostrada pelo empilhamento de execuções no mesmo período do eixo horizontal. Ambas as características retratam o interesse dos grupos pela conclusão do desafio, o que implica no conhecimento que tais alunos obtêm ao resolver o desafio. Em adendo, espera-se, com a aplicação do desafio na escola de nível médio-técnico que o aluno ao mesmo tempo que se mantém engajado com a solução, aprenda a trabalhar em equipe, unindo esforços para resolver o problema e se preparando para o mercado de trabalho.

A disciplina de robótica móvel na UFRGS geralmente é muito teórica, tendo como enfoque estudar como a robótica é aplicada, e não as nuances da montagem de um sistema robótico (que envolveria estudo de programação de micro controladores e sistemas de controle). Isso gera uma grande evasão dos alunos, principalmente para o final do semestre, quando eles devem fazer trabalhos para outras disciplinas. O aumento da frequência das aulas visto nesse semestre é uma evidência que o trabalho prático é motivador e necessário em uma disciplina de robótica. Esse experimento demonstra que se pode desenvolver um



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



projeto prático de uma forma independente da disciplina, se dispormos de uma tecnologia que não requer muito estudo para ser aplicada (senão ela precisará de um acompanhamento teórico). É uma maneira eficiente de lidar com o contraste entre aplicação e prática, o aluno faz um trabalho análogo ao conteúdo estudado. Trazendo essas constatações para o curso técnico, isso só tem a contribuir pois é uma forma de se trabalhar habilidades do aluno que serão exigidas em sua vida profissional, como atividades projetistas de sistemas eletro-mecânicos.

Sobre a efetividade no aprendizado dos alunos, cada grupo no experimento base pode ser diferenciado apenas na integralidade de seus esforços e nas escolhas feitas por cada um em relação ao plano estratégico, observados nos gráficos de Gantt, no seu trabalho para desenvolver um projeto completo. Não é fácil avaliar uma disciplina de estado da arte, o que se pode dizer é que a abordagem PBL complementou as aulas teóricas e incentivou os alunos a continuarem assistindo as aulas teóricas. Um fator positivo sobre a metodologia é que ela permite que os alunos desenvolvam habilidades de trabalho em projetos e organização de grupos, habilidades muito valorizadas no mercado de trabalho, mas que nem sempre são trabalhadas na formação acadêmica.

Fica evidente que experimentos em atividades regulares, como foi o experimento base, que consistiu em monitorias e palestras ministradas pelos bolsistas do projeto, ajudou de forma clara na preparação deste projeto de extensão. Pode-se considerar o experimento como uma pequena amostragem (uma disciplina de curso superior) de um conjunto populacional muito maior (ensino médio vinculado ao técnico), e, com os dados obtidos, inferir e planejar uma atividade extenssionista válida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRIESEL, Anna. **Retaining electronic engineering students by project and team-work from the first semester**. Ballerup: Copenhagen University College of Engineering, 2010.

Ipea diz que pode haver "apagão" na área de engenharia do Brasil. Disponível em: <<http://www.portaluniversidade.com.br/noticias-ler/ipea-diz-que-pode-haver-apagao-na-area-de-engenharia-do-brasil/1607>> Acesso em: 10 mai. 2011.

LEVINE, Alan. **An Overview of PBL**. Disponível em: <<http://www.mcli.dist.maricopa.edu/pbl/info.html>> Acesso em: 12 mai. 2011.



NEHMZON, Ulrich. **Mobile Robotics: A Pratical Introduction**. 2ª Edição. Colchester: Springer, 2003.

Problem Based Learning. Disponível em: <<http://www.maastrichtuniversity.nl/web/Main/Education/EducationalProfile/ProblemBasedLearning.htm>> Acesso em: 15 jun. 2011.

Problem Based Learning at University of Delaware. Disponível em: <<http://www.udel.edu/inst/why-pbl.html>> Acesso em: 15 jun. 2011.

RHEM, James. **Problem-Based Learning: An Introduction**. Disponível em: <http://www.ntlf.com/html/pi/9812/pbl_1.htm> Acesso em: 12 mai. 2011.

Robótica móvel. Disponível em: <<http://moodle.epfl.ch/mod/resource/view.php?id=152731>> Acesso em: 9 jun. 2011.

SILVEIRA, Vandyck. **Ibmec terá engenharia e cursos em cidades médias**. Folha de São Paulo, São Paulo, 05 jun. 2011. Caderno B, p. 11.

WOOD, Diana F. **Problem based learning**. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1125189/>> Acesso em: 12 mai. 2011.