



UTILIZAÇÃO DO KIT LEGO MINDSTORM NXT NO ENSINO DE CONTROLE DE PROCESSOS

Geraldo Furtado Neto – geraldofurtado@gmail.com
Bruno Leandro Esteves da Silva – theblesilva@gmail.com
Rondineli Rodrigues Pereira – rondinelipereira@yahoo.com.br
Lindolpho Oliveira de Araújo Júnior – lindolph@gmail.com

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus III
Rua José Peres, 558 – Centro.
36700-000 – Leopoldina – MG

Resumo: *O modelo de ensino instrucionista ainda é uma das metodologias de ensino mais difundida. Este modelo bloqueia a criação de conhecimento por parte do aluno, fazendo com que o mesmo assuma um papel passivo no processo de ensino, e coloca o professor e seu material de referência, como únicos provedores de conhecimento. O modelo de ensino construtivista assume o caráter de contraposição ao modelo instrucionista. Nele o aluno torna-se um construtor de conhecimento e o professor assume o papel de orientador deste processo de criação. Uma ferramenta que vem sendo utilizada como forma de criar um ambiente de aprendizado construtivista é a robótica educacional, que exige dos alunos a resolução em conjunto de problemas práticos. Baseado neste modelo, o presente trabalho propõe a inserção de técnicas construtivistas, na rotina de ensino de disciplinas laboratoriais, relacionadas a controle de processos, em um curso de graduação em engenharia. Estas técnicas serão implementadas em forma de práticas que usam como ferramenta de ensino, o kit de robótica educacional LEGO MINDSTORM NXT. No presente trabalho serão apresentadas, a metodologia para a criação destas técnicas, bem como alguns exemplos de práticas propostas.*

Palavras-chave: *Construtivismo, Robótica Educacional, Controle de Processos, LEGO NXT.*

1. INTRODUÇÃO

O modelo pedagógico empregado no Brasil ainda segue os padrões do instrucionismo. Este modelo tem como foco o conhecimento homogêneo e padronizado. A metodologia deste sistema consiste na transmissão por parte dos professores do máximo de informações, que estão referenciadas em um rigoroso currículo pré-estabelecido. Já o papel dos alunos dentro deste sistema resume-se apenas a receberem essa sequência de instruções de forma passiva. Com isso pressupõe-se que o aluno não possui conhecimentos prévios, que podem ser agregados ao do professor, e que apenas são fontes de aquisição de conhecimento o professor e o material, que o mesmo usa como referências.

O modelo instrucionista dificulta o crescimento do aluno, de forma que o mesmo não consiga ser capaz de criar seu próprio conhecimento, limitando o ensino apenas a uma

Realização:



Organização:





adaptação e repetição das teorias e modelos apresentados.

A possibilidade de mudança deste modelo, que pode ser dito obsoleto, é o emprego das técnicas construtivistas. O modelo construtivista instiga o discente a construir seu próprio conhecimento por meio da cognição e o professor tem a função de orientador, valorizando os temas propostos pelos discentes e propondo a realização de atividades em equipe. (MACHADO & MAIA, 2004).

A introdução da robótica educacional nas atividades escolares é uma tendência que visa complementar o tradicional modelo pedagógico instrucionista propondo métodos de ensino dinâmicos e construtivistas. Este tipo de abordagem educativa exige dos discentes uma resolução em conjunto de problemas práticos.

A utilização da robótica como método construtivista de ensino vem sendo bastante explorada em todos os níveis de ensino (fundamental, médio e graduação), melhorando a qualidade do aprendizado de ensino puramente teórico com atividades práticas, desenvolvendo assim o raciocínio lógico e cognitivo dos alunos (MORELATO *et al.*, 2010).

A criação de robôs pode ser difícil e muitas das vezes demandar um conhecimento profundo por parte dos alunos e até mesmo do professor. Esta dificuldade pode inviabilizar a utilização da robótica como fonte de conhecimento aplicado. Visando sanar este problema, educadores estão lançando mão de kits de robótica educacional, que são de fácil manipulação e com grande gama de possibilidades. Um destes kits que é utilizado em larga escala é o *LEGO MINDSTORM NXT* (KERBER *et al.*, 2010).

O *LEGO MINDSTORM NXT* é um kit educacional lançado em 2006. Sua utilização tem sido bem sucedida em diversos projetos educacionais por ter fácil manipulação e ser bastante versátil. Este kit conta com centenas de peças encaixáveis e vários sensores, além de motores DC. Ao longo deste trabalho serão apresentadas, com mais rigor de detalhes, as características físicas do kit. Outra característica que valoriza o kit dentro dos diferentes níveis de educação é a versatilidade de formas de programação que o mesmo possui. Dentre estas formas pode-se destacar o *NXT 2.0 Programming*, que é um software padrão desenvolvido para os *smart bricks* da *LEGO*, sua programação utiliza blocos de comandos bem estruturados e de fácil compreensão, principalmente para usuários que estão iniciando sua interação com o kit ou programações. Porém existem formas robustas de programação e que propiciam uma maior diversidade de funções que podem ser exploradas do kit, dentre estas se destaca a utilização de bibliotecas do *MATLAB*, que possuem funções específicas para a comunicação do software como kit, podem ser implementadas técnicas de controle mais desenvolvidas.

O que pode ser observado muitas vezes dentro dos cursos de graduação em engenharia, é que as práticas laboratoriais limitam-se apenas a realizações de simulações em ambiente virtual, onde características reais, como as não linearidades, que são amplamente encontradas em quase todos os sistemas reais, não são apresentadas. Esta problemática muitas vezes esta ligada a falta de investimentos em equipamentos de laboratório, ou até mesmo quando estes equipamentos existem sua utilização pode ser restrita a projetos de pesquisas devido ao alto custo de aquisição do equipamento e/ou de sua manutenção, inviabilizando sua utilização em aulas repetidas de prática laboratorial, onde testes mal sucedidos podem causar danos graves a estes equipamentos.

Visando utilizar das características apresentadas pelos kits educacionais de robótica como alternativa de solução da problemática apresentada acima, o presente trabalho propõe a criação de uma metodologia baseada nas técnicas construtivistas, aplicada ao ensino de controle e automação nos cursos de engenharia. Será utilizado como ambiente de estudos o curso de Engenharia de Controle e Automação do CEFET-MG Campus Leopoldina.



Este artigo está disposto da seguinte forma: na seção dois serão apresentadas as características físicas do kit *LEGO MINDSTORM NXT*, na seção três poderão ser encontradas as diferentes linguagens e métodos de programação para o kit, na seção quatro será apresentada a metodologia que será seguida para o ensino utilizando o kit, nas seções cinco e seis, serão apresentadas respectivamente a forma de consolidação dos resultados que serão alcançados e uma primeira proposta a ser aplicada e, por fim, nas seções sete e oito serão discutidas os trabalhos futuros e a conclusão, respectivamente.

2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO KIT LEGO

O kit *LEGO MINDSTORM NXT* possui um smart brick, que pode ser comparado a um PLC – *Programmable Logic Controller*, as características deste são listadas abaixo:

- 256 kbytes de memória FLASH;
- 64 kbytes de memória RAM;
- um microcontrolador ARM7 de 32 bits;
- 4 portas para input de dados;
- 3 portas para output de dados;
- 1 entrada para conexão USB;
- comunicação wireless via Bluetooth.

Além deste *smart brick* o kit possui cinco tipos de sensores, são eles: 2 sensores de toque, do tipo botão sem travamento, um sensor ultrassônico, que pode ser utilizado na mediada de distâncias ou na identificação de presença de objetos sem a necessidade de contato, um sensor de luz/cor, este sensor tem a capacidade de identificar o índice de reflexão de uma dada superfície, através de escalas que relacionem este índice com sua respectiva coloração, é possível definir qual é a cor de um dado objeto ou superfície, um sensor de som, capaz de identificar variações de comprimento e amplitude de onda e realizar comparações com valores predeterminados. Além destes sensores, o kit possui um sensor de variação angular (encoder) acoplado em cada um dos três motores DC, através dos dados deste sensor podem ser realizadas estratégias de controle de rotação.

Como já foi dito anteriormente o kit possui três motores DC, que são utilizados como atuadores, de acordo com aplicação.



Figura 1 – Kit *LEGO MINDSTORM NXT*



São encontrados no kit também os cabos, que servem de ligação entre os sensores/motores e o *smart brick*, totalizando sete cabos de conectores. O kit possui também três cabos de conversão utilizados para a ligação das três lâmpadas LED. Outro cabo presente no kit é o cabo dados de conexão USB.

Além de todos estes equipamentos, podem ser utilizadas centenas de peças encaixáveis presentes no kit, como pode ser visto na Figura 1, para a construção de protótipos, como carros, braços mecânicos, dentre outros. Podem ser destacadas dentre estas peças as diversas engrenagens, que são encontradas em vários tamanhos, possibilitando a construção de sistemas de transmissão de velocidade e movimento.

3. LINGUAGENS E METODODS DE PROGRAMAÇÃO

Como já foi comentado na introdução o kit *LEGO MINDSTORM NXT*, possui diferentes formas de programação desde ambientes de programação de alto nível, que facilitam a utilização por estudantes que não possuam conhecimento prévio em programação, até linguagens e técnicas mais avançadas que possibilitam uma infinidade de aplicações (GREGA & PILAT, 2008).

Existem dois softwares básicos que acompanham o kit o *NXT 2.0 Programming* e o *NXT 2.0 Data Logging*. Este primeiro software apresenta um ambiente de programação de alto nível, onde eventos que irão acontecer ao longo da rotina de execução do programa, são modelados por blocos de função. Na plataforma do programa são encontrados blocos do tipo, Mover, correspondente a ações que serão executas pelos motores acoplados ao *smart brick*, Sensor, corresponde à recepção de um valor medido por um dos sensores, este valor pode ser utilizado ao longo da lógica. Na Figura 2 pode ser visto um bloco Mover e suas configurações. Além dos blocos que executam um evento, podem ser encontrado outros que realizam lógicas do tipo *while* ou *if*, este blocos propiciam um primeiro contato de alunos que não tem conhecimento prévio em programação com estas funções amplamente utilizadas. O segundo software, o *NXT 2.0 Data Logging*, pode ser utilizado para coleta de dados, o programa cria um bloco que simula um experimento, onde são definidas as variáveis a serem medidas, o tempo de amostragem e outros parâmetros que podem variar. Com o auxílio deste programa pode-se verificar desde a variação angular do eixo de um motor até a variação da cor de certa superfície.

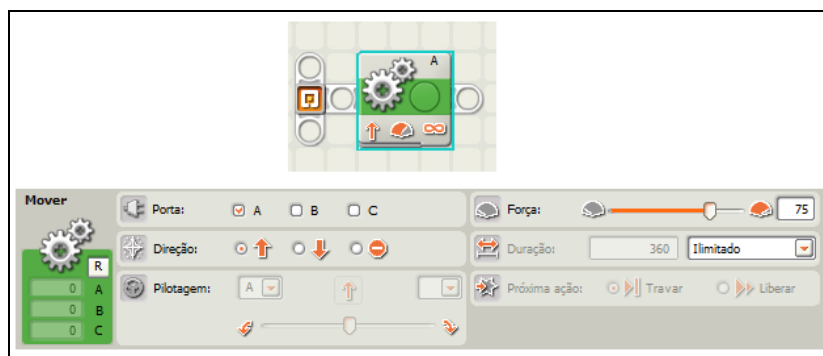


Figura 2 – Bloco Mover do *NXT 2.0 Programming*



A linguagem de programação *NXC*, linguagem esta que traz fortes características do *C*, é outra opção para a programação dos robôs. Um dos ambientes de programação que possibilita a utilização desta linguagem é o *Bricx Command Center*. Este software possui uma infinidade de funções, de manipulação do robô, funções como movimentação dos motores, coleta de dados de sensores, manipulação do LCD do *smart brick*, variações destas e outras. A vantagem de utilização deste software é a possibilidade de criação de conjuntos de linhas de código, que não seriam possíveis com a junção dos blocos do *NXT 2.0 Programming*, além de recursos mais avançados de programação. Na Figura 3 pode ser visualizado um conjunto de linhas de código referente ao movimento de um motor.

```
task main()
{
  char x=75;
  OnFwd(OUT_A, x);
}
```

Figura 3 – Linhas de código no *Bricx Command Center*

Outra forma de programação do *smart brick* é através da utilização de bibliotecas adicionais do *MATLAB*. O *MATLAB* é um software amplamente utilizado nos cursos de engenharia, por possibilitar variados tipos de análise de processos, sinais, etc. O software possui bibliotecas voltadas para aplicações em controle de processos, as quais podem interagir com as específicas para a programação dos robôs. Citando alguns exemplos destas bibliotecas destacam-se duas, sendo a primeira a *Ecrobot NXT (Embedded Coder Robot NXT)*, é uma biblioteca voltada ao ambiente do *Simulink*, software que acompanha o *MATLAB*, onde podem ser realizadas aplicações em tempo real, com a utilização de blocos de função da biblioteca. Esta biblioteca possui uma forma de instalação não muito trivial e dependente de outros softwares para seu funcionamento, o que pode ser um problema. Uma segunda biblioteca é a *RWTH – Mindstorms NXT toolbox* (BEHRENS *et al.*, 2010), esta biblioteca possui uma gama de funções de manipulação do robô. Esta biblioteca possui uma instalação mais tranquila, frente à outra citada, além de possibilitar uma integração maior com os outros recursos que o *MATLAB* propicia. Na Figura 4 é mostrado um conjunto de comandos da biblioteca *RWTH – Mindstorms NXT toolbox*, referentes ao movimento de um motor.

```
m = NXIMotor (MOTOR_A);
m.Power = 75;
m.SendToNXT()
m.WaitFor()
```

Figura 4 – Linhas de código no *MATLAB*

Uma vantagem que torna a utilização do *MATLAB* e de suas bibliotecas adicionais, extremamente atraentes, é a possibilidade de trabalhar com a manipulação do robô em tempo real. Quando se utiliza as primeiras técnicas de programação citadas no início desta seção, um programa é criado, compilado e em seguida embarcado no *smart brick*, ou seja, ao longo de sua execução o programador não tem a possibilidade de realizar nenhum tipo de comando, ou extrair algum dado dos sensores de maneira aleatória.



Outra possibilidade que pode ser explorada através da utilização do MATLAB é o comando remoto do robô utilizando o Bluetooth (POSTAL *et al.*, 2011). Isso propicia aplicações do tipo, veículos de controle remoto, veículos de aquisição de dados, uma vez que os dados dos sensores também podem ser enviados para um PC. Testes realizados com a comunicação Bluetooth do *smart brick*, verificam que o alcance desta comunicação pode ser de até quinze metros, um valor adequado para aplicações de práticas laboratórios.

4. METODOLOGIA APLICADA AO ENSINO

Como já foi descrito na introdução deste artigo o objetivo deste trabalho é propor uma metodologia de ensino que possibilite ao professor uma estratégia de ensino mais didática e dinâmica e ao aluno deslumbrar as técnicas apresentadas durante as aulas teóricas aplicadas em um modelo real.

Para iniciar o processo de criação desta metodologia serão seguidas algumas etapas de forma a coletar dados suficientes para identificar nichos temáticos que a aplicação do kit *LEGO MINDSTORM NXT*, contribuirá de forma mais efetiva no ensino das disciplinas.

Neste trabalho será utilizado como ambiente de desenvolvimento, o curso de Engenharia de Controle e Automação do CEFET-MG Campus Leopoldina.

Dentro da ementa do curso existe um eixo de ensino intitulado “Controle de Processos”, em que as disciplinas que compõem este eixo são práticas e teóricas relacionadas ao Controle Automático I até o Controle Automático IV e as disciplinas de Instrumentação e Controle teórica e prática. Esta metodologia será limitada apenas as disciplinas práticas de Controle Automático I ao IV. A primeira etapa desta coleta de dados será uma análise minuciosa da ementa destas disciplinas, buscando entender e identificar possíveis aplicações do kit como ferramenta de ensino.

Feito este estudo, a próxima etapa é realizar entrevistas com os professores que já ministraram estas disciplinas. Através destas entrevistas será possível definir as dificuldades enfrentadas pelos mesmos durante as aulas e propor soluções em formas de trabalhos que possibilitem a utilização do kit para sanar estas dificuldades. Além de entrevistas com os professores das disciplinas será importante também ouvir os alunos que já concluíram as mesmas, buscando identificar as suas dificuldades no entendimento da matéria, e como estas afetaram os seus rendimentos relação aos objetivos propostos pela ementa da disciplina.

Findado este levantamento, e analisados e compilados os dados obtidos. Será iniciada a etapa de criação da metodologia de ensino.

Inicialmente será criado um guia instrucional para apresentar o kit *LEGO MINDSTORM NXT* aos professores e alunos, com o objetivo de estabelecer um contato prévio com a ferramenta, antes da utilização da mesma dentro das aulas práticas. Este primeiro contato tem como objetivo, desonerar o professor da obrigação de apresentar a ferramenta durante as suas aulas. Através das propostas de trabalhos feitas pelos professores, serão criados modelos de plantas didáticas utilizando o kit visando possibilitar o entendimento da dinâmica de processos e de técnicas de controle. Será criado um material didático tanto para professores e alunos, buscando orientar ambos quanto à utilização destas plantas. Este material será o mais genérico possível, deixando aberta a possibilidade de alteração da programação da planta, tanto por parte dos professores quanto dos alunos, que é o objetivo principal do trabalho, permitir a construção do conhecimento de forma coletiva.

Estas plantas também terão como objetivo secundário aproximar o aluno de técnicas de automação, possibilitando ao mesmo trabalhar com teorias apresentadas em outras disciplinas.



Na seção seis deste artigo será apresentada uma primeira proposta de trabalho a ser aplicada na disciplina prática de Controle Automático I.

5. CONSOLIDAÇÃO DE RESULTADOS

Visando consolidar o trabalho, que será iniciado com a realização das práticas que utilizarão o kit *LEGO MINDSTORM NXT* durante as aulas de laboratório, pretende-se aplicar um conjunto de avaliações ao grupo composto por professores e alunos buscado verificar qualitativamente e quantitativamente o impacto da nova metodologia de ensino.

Estas avaliações acontecerão de forma a não intervir e sugerir, no decorrer das práticas de ensino.

Nesta primeira etapa do trabalho serão utilizadas formas de avaliação direta por parte do aluno e do professor, das vantagens e desvantagens, das aulas práticas em que forem utilizadas as plantas didáticas confeccionadas com o kit.

Estas avaliações ocorrerão da seguinte maneira, ao longo da disciplina serão realizadas aulas, seguindo a metodologia normal, ou seja, sem a utilização do kit, e aulas que utilizarão a nova metodologia de ensino com a inserção do kit como ferramenta de aprendizado. Serão escolhidos também temas que o professor julgue mais convenientes em que serão ministradas aulas comuns e em seguida aulas com o kit, ou na ordem contrária, sobre o mesmo assunto. Após estas aulas serem ministradas os alunos e professores responderão de forma individual, formulários avaliativos que buscaram extrair o maior número de informações a cerca da opinião dos envolvidos. Através da compilação dos dados obtidos com os formulários, será possível gerar material avaliativo suficiente para trabalhar de forma a qualificar como positiva ou negativa a inserção do kit no ambiente laboratorial.

Buscando encontrar uma forma de quantificar a contribuição da modificação da metodologia de ensino, pretende-se utilizar as notas dos alunos nas disciplinas práticas e teóricas presentes no eixo intitulado “Controle de Processos”, da ementa do curso em que o trabalho está sendo desenvolvido. Será realizada uma padronização das notas obtidas pelos alunos nas respectivas disciplinas, durante períodos anteriores ao início do trabalho com a nova metodologia e dos alunos do período em que os trabalhos utilizando o kit forem iniciados. Poderá também ser avaliado o impacto do trabalho sobre o índice de reprovação nas disciplinas do eixo “Controle de Processos”. Além de quantificar a contribuição do trabalho no ensino das disciplinas práticas de Controle I ao IV, esta técnica propiciará uma avaliação do impacto deste trabalho no rendimento dos alunos em disciplinas correlatas as que o trabalho atingirá diretamente.

Vale ressaltar que em nenhum momento ao longo desta pesquisa nomes de alunos serão divulgados relacionando-os aos seus rendimentos em disciplinas que estão no escopo da pesquisa, não ocorrendo desta forma nenhum tipo de comparação pejorativa entre os alunos.

Estas técnicas de avaliação propiciarão a criação de um vasto material avaliativo, que além de possibilitar a validação do trabalho, auxiliarão na criação de novas ferramentas e técnicas para solução dos problemas enumerados ao longo desta pesquisa, possibilitando uma melhora contínua ao longo do desenvolvimento do trabalho.

6. PRIMEIRA PROPOSTA DE TRABALHO

Nesta seção será apresentada uma primeira proposta de construção de uma planta didática utilizando o kit, que abordará temas relativos à ementa da disciplina de Laboratório de Controle I.



Neste primeiro trabalho o objetivo é desenvolver uma planta capaz de gerar um sinal a partir de um pulso. Este princípio está diretamente ligado a parte da disciplina que trata da resposta temporal e das características do estado transitório e permanente do sinal.

A construção deste modelo é bastante simplória. Será utilizado apenas o *smart brick* e um dos motores DC.

Como já foi dito o objetivo é verificar um sinal de saída e suas características. Foi escolhida para melhor facilitar o entendimento por parte dos alunos uma variável de fácil observação, esta variável é a velocidade do motor em RPM (rotações por minuto).

A primeira decisão a tomar para o desenvolvimento deste trabalho, após a montagem, foi escolher o ambiente de programação a se trabalhar. Tendo que a utilização deste software é comum à metodologia de ensino já empregada ao curso, sabendo que os estudantes ao cursarem esta disciplina já possuem conhecimento prévio em programação, e que para o desenvolvimento mais eficiente desta prática esta ferramenta possibilitaria um estudo mais avançado do sinal, optou-se por trabalhar com o software MATLAB juntamente com a biblioteca de expansão *RWTH – Mindstorms NXT toolbox*, já detalhada anteriormente neste artigo.

Para obter os valores de velocidade do motor era preciso algum tipo de sensor e/ou função da biblioteca de expansão que propicie a aquisição destes. No entanto, como já foi descrito na seção dois, o kit não possui um sensor que seja capaz de passar de forma direta o valor da velocidade do motor, e como por consequência a biblioteca de expansão também não possui uma função que o faça. Neste caso foi necessário utilizar o seguinte princípio, sabendo que a derivada primeira da curva de deslocamento é igual à curva de velocidade, pode-se obter a velocidade do motor sabendo a sua variação angular no tempo. Para poder gerar a curva correspondente a variação angular do motor foi utilizado o sensor de posição angular acoplado ao motor do kit, uma função pertencente à biblioteca de expansão que possibilita a leitura do valor deste sensor e também uma função de contagem de tempo que o próprio MATLAB possui. De posse destes dados foi gerada uma curva correspondente a variação angular do motor. Em seguida foi utilizada uma técnica de derivação a diferenças finitas para obter a curva correspondente a velocidade do motor ao longo do tempo.

Durante o processo de criação desta prática foram encontrados alguns problemas, que foram solucionados, e que propiciaram a visualização de situações que são normalmente encontradas em aplicações de tempo real, mas que por muitas vezes passam despercebidas pelos alunos quando os modelos são apenas simulados em computadores. Pode ser citado como umas destas situações a questão da frequência de amostragem, que se não for definida dentro de valores aceitáveis, ocasionando o fenômeno conhecido como *aliasing*, podem ocorrer discrepâncias entre o valor real da variável e seu valor medido.

Observando o gráfico gerado, na Figura 5, podem-se perceber as diferenças que uma prática com equipamentos reais, pode ter em relação a uma apenas simulada em softwares. No gráfico de velocidade do motor percebem-se pequenas alterações de velocidade, que podem ser acarretadas pelas condições físicas do equipamento ou ainda devido às técnicas utilizadas para a medição da grandeza.

Todos estes pormenores, que podem até parecerem corriqueiros, mudam a forma com que os alunos encaram as teorias apreendidas e os possibilita um universo novo de questionamentos e respostas, validando assim o objetivo principal do trabalho que é possibilitar que os alunos construam seu próprio conhecimento.

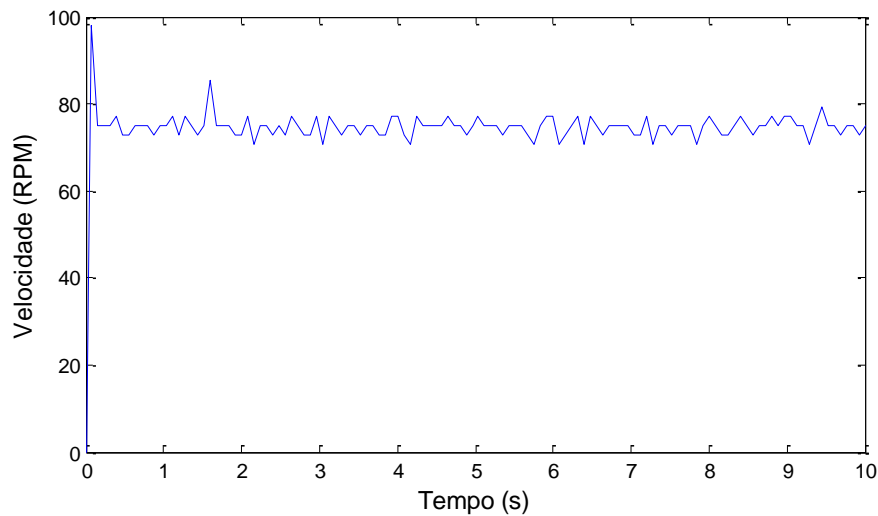


Figura 5 – Velocidade do motor em RPM

7. TRABALHOS FUTUROS

Nesta seção apresentaremos alguns dos possíveis trabalhos a serem desenvolvidos, utilizando o kit *LEGO MINDSTORM NXT*, ao longo das disciplinas de laboratório de Controle I a IV. Essas são só algumas das primeiras idéias, que contemplam apenas as aplicações mais corriqueiras do kit, ao longo do desenvolvimento do trabalho novas metodologias poderão aparecer agregando valor ao trabalho e possibilitando aos alunos criarem seus próprios protótipos.

Em cada uma das subseções a seguir estão descritas sucintamente estas primeiras idéias. É apresentado um tema que está presente na ementa da disciplina, e em seguida uma proposta de trabalho utilizando o kit.

7.1. Controle I

Estudos de sinais: neste tema poderão ser desenvolvidos protótipos como o da seção anterior objetivando adquirir sinais de diferentes características. Isto possibilitará ao aluno visualizar problemas existentes em sistemas reais amostrados, como: a escolha do tempo de amostragem de um sinal e como isso interfere nas características de um sinal.

Resposta no tempo: através de sinais de saída, como por exemplo, velocidade de um motor, os alunos poderão estudar características destes sinais como, o máximo sobre sinal, comportamento no estado transitório e estado estacionário, tempo de estabilização, tempo de máximo sobre sinal, dentre outras características que podem ser alteradas mudando a potência de alimentação do motor e verificando as diferenças que isso acarreta na curva de resposta.

7.2. Controle II

Projeto de controladores: através dos sinais obtidos no decorrer dos trabalhos realizados ao longo do Controle I, os alunos poderão obter as funções de transferência dos sistemas ou suas aproximações (GONÇALVES, 2009), e de posse destas conseguir projetar controladores



para as mesmas. Do ponto de vista da evolução da metodologia de ensino isso será um salto grandioso, pois os alunos deixariam de lidar apenas com modelos computacionais e passariam a interagir com o mundo real do controle.

7.3. Controle III

Estudo de sistemas não-lineares: neste tema serão realizados trabalhos que possibilitaram ao aluno entender, diversos tipos de não linearidades, como a saturação que está presente em quase todos os tipos de sistemas reais e que pode gerar problemas sérios se não for devidamente estudada. Além de observar sistemas não-lineares os alunos poderão realizar projetos de controladores que atendam as características adversas dos mesmos.

7.4. Controle IV

Representação por variáveis de estados: Neste ponto do trabalho os alunos já terão conhecimento de como obter um sinal, analisá-lo e assim definir a função de transferência ou modelo equivalente, referente ao sistema, de posse destes dados os alunos poderão obter o modelo em variáveis de estados. Através deste modelo os alunos terão a oportunidade de realizar projetos de controladores e observadores, e analisar suas vantagens e desvantagens em relação a métodos já empregados.

Análise e controle de Sistemas Multivariáveis: Outro trabalho que poderá ser desenvolvido será a criação de plantas didáticas de sistemas multivariáveis, para que os alunos possam realizar a análise destes sistemas e aplicar técnicas de controle aos mesmos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento deste trabalho foi possível vislumbrar inúmeras dificuldades que poderão surgir ao longo do processo de criação desta metodologia de ensino. No entanto estas dificuldades são fundamentais para o processo de criação, em que poderão ser solucionadas e essa solução enriquecer o projeto.

O trabalho de identificação da necessidade de mudança da forma como as disciplinas laboratoriais são ministradas, já é válido, e possibilita o início de um dialogo entre professores e alunos, a cerca de como estas mudanças acontecerão e quais vantagens as mesmas trarão.

A utilização do kit *LEGO MINDSTORM NXT* é extremamente enriquecedora para os alunos e professores envolvidos, pretende-se avançar cada vez mais na busca por novos métodos de ensino utilizando o kit, que ajudem a valorizar o conhecimento adquirido na graduação. As diferentes formas de programação do kit abrem uma vasta gama de possibilidades que devem ser exploradas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao MEC/SESu, FNDE, CAPES, FAPEMIG e CEFET-MG pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MACHADO, F. B. e MAIA, L. P. Um Framework Construtivista no Aprendizado de Sistemas Operacionais - Uma Proposta Pedagógica com o uso do Simulador SOSim . **Anais:**



XII Workshop de Educação em Computação (WED), XXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), Salvador, BA, ago. 2004.

MORELATO, L. A.; NASCIMENTO, R. A. O.; D'ABREU J. A. A.; BORGES M. A. F. Avaliando diferentes possibilidades de uso da robótica na educação - Robotics In Education: Evaluation of possible uses. **REnCiMa**, v. 1, n. 2, p. 80-96, jul/dez 2010.

KERBER, F. M.; GUEDES, A. L.; GUEDES F. L. Experimentando a tecnologia LEGO MINDSTORM. **Anais: SULCOMP** 2010.

POSTAL, A.; PAETZOLD, G. H.; CASTRO, J. P.; JESUINO, T. Z. Controles Remotos Alternativos para LEGO® MINDSTORMS® NXT 2.0. **Anais: IV EPAC - Encontro Paranaense de Computação**, 2011.

GREGA, W.; PILAT, A. Real-time Control Teaching Using LEGO® MINDSTORMS® NXT Robot. **IMCSIT**, v.3, p. 625-628, 2008.

BEHREN, A.; ATORF, L.; SCHWANN, R.; NEUMANN, B.; SCHNITZLER, R.; BALLÉ, J.; HEROLD, T.; TELLE, A.; NOLL, T. G.; HAMEYER, K.; AACH, T. MATLAB Meets LEGO Mindstorms—A Freshman Introduction Course Into Practical Engineering. **IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION**, v. 53, n. 2, p. 306-317, 2010.

GONÇALVES, José Alexandre de Carvalho. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia. Modelação e simulação realista de sistemas no domínio da robótica móvel, 2009. Tese (Doutorado).

USE OF KIT LEGO MINDSTORM NXT THE EDUCATION OF PROCESS CONTROL

Abstract: *The instructional model of education is still one of the most widespread education methodologies. This model blocks the creation of knowledge by the student, causing it to assume a passive role in the education process, and put the professor and his reference material as sole providers of knowledge. The constructivist model of education is the opposite of previous students it becomes a creator of knowledge and the teacher assumes the role of guiding this process of creation. One tool that has been used as a way to create a constructivist learning environment is the educational robotics, which requires students to set resolution of practical problems. Based on this model, this paper proposes the inclusion of constructivist techniques in routine laboratory education subjects related to process control in an college in engineering. These techniques will be implemented in the form of practices used as an education tool kit LEGO MINDSTORM NXT robotics education. In the present study will be presented, the methodology for the creation of these techniques as well as some examples of practical proposals.*

Key-words: *Constructivism, Educational Robotics, Process Control, LEGO NXT.*