



## ENSINO PARA NÍVEL SUPERIOR DE CONCEITOS “PBL” PARA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL ENVOLVENDO CONCEITOS DE FÍSICA

**Eik Tenório** – eikten@globo.com.br

Faculdade de Tecnologia de Tatuí

Rodovia Mario Batista Mori, 971

18280-000 – Tatuí – São Paulo

**Lílian Marques Silva** – lilianmarques@usp.br

Faculdade de Tecnologia de Tatuí

**Mauro Tomazela** - tomazela@terra.com.br

Faculdade de Tecnologia de Tatuí

**Resumo:** *Este trabalho visa verificar a compreensão do ensino obtida durante a disciplina de física para Tecnologia/Engenharia em Automação Industrial ministrada com a utilização de uma ferramenta importante, o ensino de resolução de problemas (PBL). Este objetiva a compreensão da importância de fenômenos, conceitos e técnicas relacionadas ao desenvolvimento de projetos, por exemplo, construção de pontes de macarrão, utilização de softwares usados para simular fenômenos físicos-químicos envolvendo possíveis situações cotidianas, entre outros. A avaliação da retenção dos conhecimentos é obtida através de apresentação e respectiva funcionalidade dos projetos, que para serem desenvolvidos necessitaram dos conceitos teóricos fornecidos ao longo do curso.*

**Palavras-chaves:** *automação industrial, ensino por resolução de problemas (PBL), simuladores, fenômenos físico-químicos.*

### 1. INTRODUÇÃO

Com a evolução tecnológica e a facilidade de acesso às informações, as técnicas de ensino devem ser atualizadas e aplicadas a situações cotidianas. Os discentes atualmente têm muito dificuldade de entender os fenômenos físico-químicos explicados pelos grandes cientistas da história, por exemplo, Newton, Arrhenius, Joule, Einstein, Ampère, Bunsen, Avogadro, Becquerel, etc. Novas técnicas de ensino são utilizadas através de programas implantados na área de engenharia/tecnologia para auxiliar o professor no desenvolvimento do processo de ensino. Os processos envolvendo estudos de casos e simuladores são bons exemplos de ferramentas auxiliares.

Os conceitos da física se desenvolveram em função da necessidade do homem de compreender o mundo natural e controlar/reproduzir as forças da natureza em benefício próprio (HEWITT, 2002). Pode-se definir a física como a ciência que estuda as propriedades da matéria e as forças naturais (SERWAY, 2003). Os fenômenos naturais são expressos em equações matemáticas, fato este que distinguiu a física, a filosofia e a religião, que, originalmente, tinham como objetivo comum compreender a origem e a constituição do Universo (MACIAS, 2006). A Física abrange estudos sobre a matéria em seus níveis



atômicos, moleculares, nucleares e subnuclear. É uma área tão ampla que atinge também os níveis de organização, isto é, os estados sólidos, líquidos, gasosos e plasmáticos da matéria. O embasamento das quatro forças fundamentais: a gravidade (força de atração exercida por todas as partículas presentes no Universo), a eletromagnética (força que liga os elétrons ao núcleo), a interação forte (responsável pela desintegração de certas partículas - a da radiatividade) e a interação fraca (que mantém a coesão do núcleo) também são estudadas pela física. Tem-se a divisão da física em teórica e em experimental, ambas estudam as propriedades da matéria, assim como as suas transformações. A física experimental estuda os fenômenos em condições laboratoriais com a possibilidade de reprodutibilidade. A Física teórica estuda, de maneira bastante sistemática, os resultados experimentais, estabelecendo relações entre conceitos e grandezas através de cálculos matemáticos prevendo fenômenos inéditos. Estes fenômenos físicos podem ser simulados.

Na década passada, novas tecnologias geraram profundas mudanças no escopo da Engenharia, principalmente para as Engenharias: Química, Eletrônica e de Automação. Nessas áreas, novas tecnologias, tais como a miniaturização, apareceram e, em muitos casos, ainda necessitam de melhor conceituação. O alto investimento para ensinar, especialmente, na Engenharia, fez com que o uso de ferramentas educacionais de baixo custo se tornassem cada vez mais necessárias. Além disso, atualmente dá-se ênfase em estudos que visem o desenvolvimento sustentável, principalmente no que diz respeito à preservação dos recursos naturais aliado ao melhor aproveitamento de energia e matéria-prima. Assim, a simulação tornou-se um caminho para diminuir custos e Dahm (2002) afirma que as simulações são normalmente sub-utilizadas e sugere que processos de simulação de projetos podem fazer parte do ensino. Segundo Silva (2006) o uso da simulação e de miniaturização não apenas minimiza o uso de insumos, ou seja, colabora com o Desenvolvimento Sustentável, mas é de grande valia para desenvolver programas de redução de resíduos se aliado ao ensino com base em estudo de caso (PBL - comumente definido em Engenharia como *Project Based Learning*), pois possibilita a resolução de problemas enquanto desenvolve outras habilidades.

## 2. FINALIDADE DO CURSO

A Faculdade de Tecnologia de Tatuí tem o compromisso de formar profissionais adequados às necessidades específicas do referido setor, automação industrial, preparando e capacitando profissionais éticos, pró-ativos, com crescente autonomia intelectual, ascendente criatividade, motivação, flexibilidade e conhecimento para facilmente se adequar às constantes mudanças, desenvolvimentos tecnológicos e de mercado consumidor, sempre voltados para o crescimento profissional e aprendizagem contínua.

Desta forma, os futuros profissionais terão a formação que lhes possibilitará a empreender seus próprios negócios ou, até mesmo, aplicar seus conhecimentos adquiridos em projetos e plantas de empresas já formadas.

Atualmente, o mercado de trabalho, exige um profissional altamente qualificado capaz de exercer as mais variadas funções dentro de sua área. O Tecnólogo/Engenheiro em Automação Industrial poderão exercer funções referentes à supervisão, assistência, gerenciamento, análise e coordenação dentro de uma mesma empresa em diversos setores. Os mesmos poderão ocupar cargos, como exemplo, gerente de instrumentação, analista industrial, coordenador de processos automatizados, supervisor de processos, chefe de inspeção, analista de processos, instalador industrial, encarregado de instrumentação e controle, gerente de relações institucionais, coordenador de projetos entre outros cargos. Entretanto, para que tais funções sejam ocupadas com competência, os profissionais desta área devem estar aptos para definir e implementar estratégias mais adequadas para o



desenvolvimento de sistemas de automação industrial, assim como, diagnosticar necessidades empresariais e atender com versatilidade as atividades de planejamento, análise nos mais diversos setores, tais como produção e embalagem de produtos alimentícios, corte e usinagem de partes de peças de metalúrgicas, controle de qualidade (ISO 9000), bombeamento e tratamento de águas e esgotos (ISO 14000), injeção de peças plásticas e produção de embalagens, distribuição e controle de energia elétrica entre outros.

### **3. PERFIL DO PROFISSIONAL**

O profissional egresso deste curso terá alto nível de especialização, será intitulado Tecnólogos/Engenheiros em Automação Industrial, e dominará tecnologias nas diferentes áreas cuja integração compõem os sistemas automatizados (sistemas mecânicos, eletro-eletrônicos e computacionais), sistemas de manufatura e manutenção. O intuito do curso é desenvolver competências profissionais e intelectuais que o insiram na realidade do mercado brasileiro e mundial em seu esforço para superar intensas divergências sociais. Desta forma, tais tecnólogos terão uma visão dos avanços tecnológicos ponderada pelas contribuições e riscos que surgirão para o aperfeiçoamento do desenvolvimento da humanidade.

A capacitação destes profissionais deverá ser suficiente para que o mesmo assimile, integre e produza conhecimentos tecnológicos e científicos e na área de Automação Industrial, analisando criticamente a sociedade brasileira como um todo e as diversas formas de atuação do profissional Tecnólogo, além de desenvolver as competências e habilidades necessárias ao desempenho de suas atividades profissionais específicas, como exemplo podemos citar o supervisionamento, a coordenação e a orientação de equipes de instalação, montagem, operação, reparo e manutenção de planta de controle. O conhecimento obtido em laboratório durante o curso permite que estes profissionais também possam prestar serviços junto à especificação de instrumentos e equipamentos de uma planta industrial automatizada, assim como operá-los e realizar a manutenção destes e de suas respectivas instalações. Podendo ainda, prestar assistência, assessoria e consultoria referentes a instrumentos e equipamentos de controle.

Dentre as habilidades estão inclusas as administrações e execuções de trabalhos técnicos referentes à automação industrial; vistorias, perícias, avaliações, arbitramentos, laudos e pareceres técnicos referentes às áreas afetadas; desempenho de cargos e funções técnicas específicas em sua área de graduação; atividades voltadas à análise, experimentação, ensaio e divulgação técnicas referentes ao campo da automação industrial.

A ampla grade curricular permite a elaboração de orçamentos referentes a instrumentos e equipamentos de controle de processos; execução de atividades de padronização, mensuração e controle de qualidade; fiscalização de obras e serviços técnicos de planta de controle; produção técnica e especializada de equipamentos e instalações de acionamento, automação e controle; seleção de novas tecnologias levando-se em consideração características técnicas, humanas, econômicas, ambientais e gerenciais de sistemas de manufaturas, vistorias, avaliações e laudos técnicos, dentro de seu campo profissional, podendo, ainda, exercer o ensino e a pesquisa tecnológica.

### **4. METODOLOGIA**

O foco da disciplina é a aplicação da teoria de física com ênfase em mecânica oscilatória, bem como as aplicações tecnológicas em automação (TIPLER, 2006).

A disciplina escolhida tem como conteúdo programático o ensino de sistemas de medidas, movimento em uma, duas e três dimensões, leis de Newton, momento linear,



trabalho e energia, rotação e momento angular, equilíbrio estático de um corpo rígido (RESNICK, 2009).

Outras faculdades com o mesmo curso têm a mesma disciplina, entretanto, cada docente ministra o conteúdo programático a seu modo, de acordo com a ementa, resultando em diferentes índices de aprovação e aproveitamento do ensino.

A metodologia adotada na disciplina tem como base o estudo de caso. Esta disciplina sofreu algumas alterações desde a primeira turma devido à reestruturações do curso, portanto não ocorreu nenhuma alteração significativa que faça com que os discentes percam matérias e carga horária.

Os discentes, desde o primeiro dia de aula, tomam ciência de que o método de ensino, mesmo sendo uma matéria obrigatória, é um pouco diferente do tradicional, ensino por resolução de problemas (PBL). Os discentes também ficam cientes que terão que entregar e apresentar, no final do semestre, o desenvolvimento de um projeto funcional da construção de uma ponte de macarrão.

Esta matéria não necessita de pré-requisitos específicos para ser cursada. Durante o decorrer da disciplina os alunos recebem as informações teóricas de como proceder para o desenvolvimento do projeto, bem como, são informados sobre referências (artigos, *sites* etc) que podem auxiliá-los ao longo da disciplina. Todos os alunos devem se arranjar em grupos (com número máximo de integrantes) para trabalhar, e ficar responsável pelo cumprimento do cronograma, desenvolvimento da construção, anotação das etapas de projeto, simulações, material necessário, tecnologia empregada, justificativas com relação ao tipo de material/tecnologia, estimar alterações de projeto/material/tecnologia etc. Encontros “extra-sala” se fazem necessários devido à demanda de trabalho.

#### **4.1. Estrutura das Aulas**

As aulas são desenvolvidas em sala de aula, com uma preleção inicial abordando os procedimentos básicos, abordagem teórica sobre os parâmetros a serem analisados e a realização dos respectivos projetos. No primeiro dia da aula do curso é feita uma apresentação do professor e dos discentes. Tal apresentação tem como propósito verificar quais as expectativas dos alunos com relação à disciplina e mapear o perfil da sala para adequar o método de ensino de acordo com a “bagagem” de conhecimento que os alunos têm. Também é exposto o conteúdo programático da disciplina, a metodologia de ensino, o critério de avaliação e a bibliografia recomendada. É iniciada a divisão dos grupos para o desenvolvimento do projeto de construção da ponte de macarrão.

Os discentes se comunicam ao longo do curso para adequar as etapas e desenvolvimento do projeto, discutem os resultados obtidos gerando um relatório onde serão descobertas soluções, possíveis melhorias durante o projeto e novas técnicas de construção.

As aulas são divididas em duas partes: os primeiros 2 (dois) meses são ministradas as aulas teóricas e nos dois meses seguintes são tratados estudos de caso. Após toda a teoria ser ministrada é dado início as aulas práticas onde os alunos continuam tendo as aulas teóricas, porém, a teoria agora é aplicada aos estudos de caso trazidos e a apresentação das pontes de macarrão e seus respectivos testes de resistência às cargas.

#### **4.2 Avaliação**

A disciplina possui a composição da média final de forma construtiva, ou seja, a cada dia de aula são aplicadas atividades que somadas formam 20% da nota da média final. As atividades são compostas de duas etapas: todos os dias em que tem aula são aplicadas



atividades que devem ser feitas durante a aula e a outra parte das atividades devem ser feitas em casa. Nesta metodologia há fixação da matéria, além de ajudar ao aluno a criar o hábito de estudar, ajuda ao aluno ter uma linha de raciocínio durante os estudos. Antes das avaliações são dadas aulas de revisão com lista de exercícios contendo toda a matéria dada até o momento anterior à avaliação. Além disso, são feitas duas avaliações oficiais contendo a matéria dada. Sendo ainda possível a aplicação de uma avaliação substitutiva e um exame para garantir que todas as chances foram dadas para os discentes atingir a média.

Além destas atividades e avaliações são pedidos projetos de construção de pontes de macarrão para serem testados ao final do curso, na décima sexta (16<sup>a</sup>) semana de aula, junto com um relatório com todas as etapas de execução do projeto.

As apresentações dos projetos refletiram a proposta inicial onde se mostraram suficientes para avaliar a capacidade do aluno de propor, administrar/gerenciar e consolidar projetos de forma bastante profissional, sendo relevante mencionar que houve o desenvolvimento de novas técnicas de construção de estruturas capazes de suportar grande quantidade de carga (massa) provando que os cálculos de forças e tensão são verdadeiramente úteis no desenvolvimento de projetos.

#### 4.2.1. Projeto

O tema do projeto é a construção e o teste de carga de uma ponte treliçada, utilizando macarrão do tipo espaguete e colas epóxi ou quente (ou silicone). A ponte deve ser capaz de vencer um vão livre de 1 m, com peso não superior a 1 kg, uma adaptação do artigo de Gonzalez, 2005. A construção da ponte deverá previamente simulada e analisada de acordo com as opções possíveis de tipos de pontes, também deverá ser entregue um relatório detalhado do tipo de ponte escolhida, assim como, de todas as etapas e com a estimativa da carga de colapso. O trabalho deverá ser realizado em grupo, sendo cada grupo formado por até cinco (05) alunos. O objetivo principal do projeto é: motivar nos discentes o desenvolvimento de habilidades que lhes permitam aplicar conhecimentos e conceitos básicos de mecânica dos sólidos para solucionar possíveis problemas de engenharia; incentivar a utilização de simuladores para resolução de problemas de engenharia; projetar estruturais simples; justificar seus dados obtidos no projeto em forma de apresentação escrita e oral; e trabalhar em equipe para a execução do projeto. Antes da construção da ponte faz-se a necessária simulação da estrutura de forma detalhada. Para simular todos os fenômenos envolvidos existem simuladores capazes de calcular pontes de treliça, tais como, *West Pont Bridge Designer* 2004, que foi desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Civil e Mecânica da Academia Militar de *West Point* (localizada nos Estados Unidos da América), uma excelente ferramenta para estudar o comportamento de treliças em pontes. Nele é possível desenhar a ponte e simular a passagem de veículos, em tempo real, também, pode-se observar as barras que ficam tracionadas e comprimidas através da diferenciação das cores permitida pelo simulador. Outro exemplo de simulador é o *FTool*, que é um simulador implementado pelo Ph.D. Luiz Fernando Martha, Departamento de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, que permite analisar estruturas de barras no plano e fornece como resultados as reações, diagramas de esforços e de deslocamentos (MARTHA, 2010). O *MDSolids* é um simulador composto por diversos módulos que permitem a aprendizagem de mecânica dos sólidos, foi desenvolvido pelo Prof. Timothy A. Philpot (PHILPOT, 2012) da Universidade de Missouri (Estados Unidos da América), e neste simulador um dos módulos permite analisar treliças planas de maneira muito fácil e intuitiva. Outro simulador capaz de simular as treliças planas é o *Truss Analysis Wizard*, faz parte de um conjunto de programas do simulador *Mathematic for Technology*, desenvolvido por Eric



Hiob do Departamento de Matemática do *British Columbia Institute of Technology*. Também existem as simulações de treliças em 3D site do Engenheiro Dattaraj Jagdish Rao.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Aprovação

Até o presente momento a disciplina foi ministrada para quatorze turmas que atingiram a média mostrando grande interesse/participação na área. Devido ao alto nível de estresse que os discentes ficam antes de cada avaliação pode-se dizer que a avaliação não é um item que avalia o conhecimento real e empenho dos discentes. Por este motivo, a disciplina aproveita de forma mais ampla todo o conhecimento do adquirido através dos resultados apresentados nas atividades que complementam a nota obtida nas avaliações.

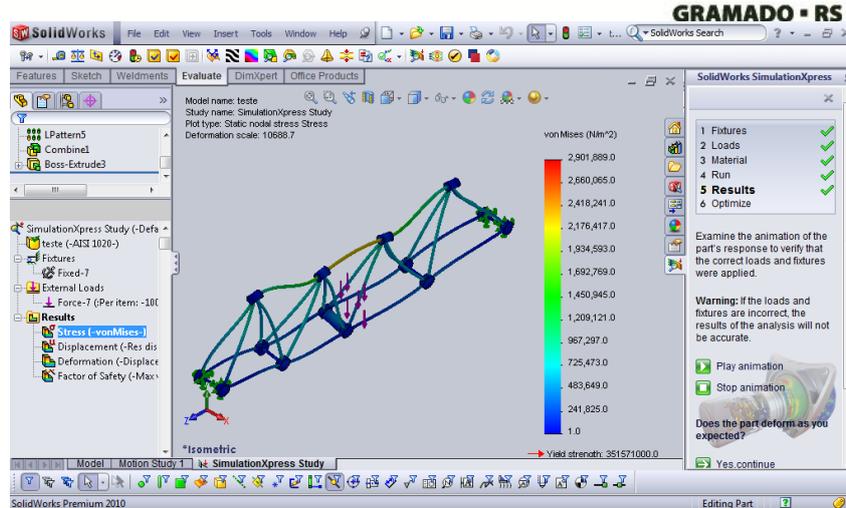
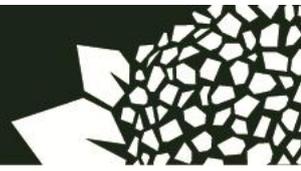
Observa-se que mesmo os alunos que não têm atividade profissional e/ou pré-conhecimento técnico a respeito da matéria ensinada conseguem absorver rapidamente a teoria e já visualizam como aplicar na prática, além de mostrarem atitudes pró-ativas durante as aulas já na segunda semana.

### 5.2. Projetos

O uso do estudo de caso (PBL) permite que os alunos resolvam situações do cotidiano aplicando as técnicas ensinadas em sala de aula. Geralmente, em cada turma são formados de 6 a 7 grupos. Para iniciar cada projeto todos os alunos devem arranjar um grupo para trabalhar, onde todos ficarão responsáveis por administrar o cronograma, anotar todos os dados e etapas do projeto, assim como, indicar quais novas etapas que estão faltando para o término do projeto. Os discentes também são responsáveis por simular o projeto, escolher o material necessário e a tecnologia que será empregada. Entretanto, para tomar todas estas decisões eles devem se reunir para discutir qual a melhor escolha.

Existe um Campeonato Mundial de Pontes de Macarrão que, neste ano de 2013, obteve o recorde mundial com uma ponte que suportou 472,3 kg por uma faculdade Húngara. Os discentes da disciplina em questão tiveram como resultado dos projetos desenvolvidos o desenvolvimento de pontes de macarrão capazes de suportar em torno de 117 kg.

A seguir pode-se observar algumas etapas dos projetos desenvolvidos. Usando 1 kg de macarrão tipo espaguete e cola fez-se alguns modelos de ponte de macarrão. A geometria adota, assim como a simulação das forças, ficam por conta da escolha dos discentes. Na Figura 1 observa-se a simulação da estrutura a ser construída usando o simulador *SolidWorks®* versão Premium 2010. Na Figura 2 observa-se as hastes da ponte secando para a montagem da ponte. Na Figura 3 observa-se a ponte que suportou mais carga, 117 kg.



**Figura 1 - Simulação da estrutura a ser construída.**



**Figura 2 – Construção das hastes da ponte secando para a montagem.**



**Figura 3 – A ponte já pronta para teste.**

Mesmo que as geometrias adotadas não fossem as mais adequadas, a ponte que mais teve capacidade para suportar carga tinha o formato reto com hastes triangulares.

A construção da ponte em forma de arco gera uma estrutura semicircular com suportes em cada uma das extremidades. O desenho em arco desvia, naturalmente, o peso da ponte para os suportes laterais. O arco funciona em compressão, ou seja, a compressão ocorre quando a força axial aplicada estiver atuando com o sentido dirigido para o interior da ponte,



isso faz com que o peso da ponte seja transportado para os pilares de suporte e para os lados (impulso lateral e diagonal) permitindo a abertura de vãos maiores sem risco de colapsar a ponte. As principais forças atuantes sobre a ponte em arco são: a tração, a compressão, a flexão, a torção e o cisalhamento; e para que a ponte permaneça em equilíbrio a força resultante deve ser nula e o torque resultante em relação a qualquer ponto deve ser zero. Pode-se dizer que a tração na construção de pontes em arco não tem valores significativos. A curvatura do arco e sua capacidade de dissipar a força para fora reduzem em muito os efeitos de tração sobre a parte de baixo do arco. Quanto maior o semicírculo do arco, maior o grau de curvatura, no entanto, maiores serão os efeitos da tração na parte de baixo da ponte. A pressão aumenta quando a curvatura do arco aumenta, ou seja, as forças tendem a empurrar para fora. É preciso uma solução para cobrir essa pressão. Contra fortes maciços, que irão neutralizar a tendência do arco de sair do lugar.

### 5.3. Equipes

Além da participação em massa de todos os discentes, o trabalho em grupo faz com que os discentes comecem a ter idéias em conjunto tendo que respeitar a opinião dos colegas assim como deverão fazer em seu local de trabalho na vida real. Também, torna possível a visualização de como será trabalhar em equipe, como deverá ser colocada a opinião mediante dos colegas de trabalho. A troca de informação/conhecimento faz com que os alunos aumentem a sua “bagagem” intelectual. É possível observar qual a importância de estarem se atualizando intelectualmente para não ficarem sem opinião sobre novas tecnologias, materiais, equipamentos, simuladores etc, fato este que também incentiva os alunos a pesquisarem, a terem o raciocínio lógico e a trabalharem de forma sistêmica. Este item também possibilita a aprendizagem com relação a divisão de tarefas entre os colegas de trabalho e evidencia que o comprometimento das pessoas envolvidas no processo é fundamental, pois cada etapa depende da outra, e se uma não for cumprida a risca e no prazo todo o processo fica comprometido.

### 5.4. Simuladores

Com a evolução tecnológica o uso de simulador é bastante comum. O uso de simuladores evita o desperdício e gastos desnecessários por isso estão sendo amplamente usados nas empresas, sem mencionar que evita contaminação da natureza. Na disciplina em questão o uso do programa simulador, SolidWorks®, ajuda na visualização geral de como funcionará o projeto. Todas as etapas dos projetos devem estar relatadas no relatório final para que possam ser evidenciados os fatos que deram certo e os que deram errado. Para tanto, os alunos devem pesquisar diferentes projetos e compará-los em conformidade com suas tecnologias, materiais e formas, assim como a capacidade de suportar carga.

## 5 CONCLUSÃO

Uma das missões do docente é responder a grande dúvida dos discentes: “Onde vou usar isso?”. Ao aplicar a metodologia de “PBL” fica mais fácil de mostrar onde serão aplicadas as teorias na prática, ou seja, em situações reais. Isso ajuda a despertar nos alunos o interesse em querer aprender cada vez mais. Usando esta metodologia observa-se um grande interesse em participar ativamente das atividades da disciplina, o que indica que o método de ensino usado se mostra favorável. Devido à disciplina ser ministrada no primeiro semestre do curso da faculdade, mesmo que o discente não tenha pré-requisitos específicos, as turmas



possuem experiências de caráter prático de forma a aplicá-los durante as aulas enriquecendo-as com situações cotidianas.

A realização deste estudo de caso indica que o uso do (PBL) favorece a formação do raciocínio sistêmico nos discentes, sendo relevante mencionar que os discentes ficam motivados a procurar por novos casos para tentar solucioná-los. O desenvolvimento de novos trabalhos para a aplicação da teoria na prática fez com que todos alunos participassem resultando na aprovação de 99% dos alunos.

Os discentes apresentaram atitudes pró-ativas que corroboram com a meta da matéria. Os alunos interessados em trazer problemas para serem resolvidos, além de atuarem na forma de equipes auto-gerenciadas. É importante observar que a maioria das soluções, inclusive para a construção e desenvolvimento das pontes de macarrão, foram encontradas pelos alunos.

### *Agradecimentos*

Aos alunos da turma de Automação Industrial, noturno, turma de janeiro de 2013 (primeiro semestre) pela dedicação.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

DAHM, K. D.; HESKETH, R. P. E SAVELSKI, M. J. Che Curriculum, Is Process Simulation Used Effectively In Che Courses? Che Division Of American Society for Engineering Education, Winter, **ASEE**, p. 192-198, 2002.

Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.cpgec.ufrgs.br/segovia/espaguete>. Acesso em: 15 mar. 2013.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

GONZALEZ, L. A. S.; MORSCH, I. B. & MASUERO, J. R. Didactic Games in Engineering Teaching – Case: spaghetti bridges design and building contest. Anais: 18th International Congress of Mechanical Engineering - COBEM 2005. Ouro Preto: MG, 2005.

MACIAS, A C; CRUZ, E H B; GUERRA, M L M. Sistema de Capacidades Físicas. Ícone, 2006. 288 p.

MARTHA, L. F. **Análise de Estruturas: Conceitos e Métodos Básicos**. 1 ed., Campus Elsevier. 2010. 536 p.

PHILPOT, T. A. **Mechanics of Materials: An Integrated Learning System**, 3 ed., Hardcover. 2012. 912 p.

RESNICK, R; HALLIDAY D; WALKER, J. Fundamentos da Física - Mecânica. 8 ed., v. 1. LTC, 2009. 372 p.

RESSELER, Stephen J. Designing and Building File-Folder Bridges: A Problem-Based Introduction to Engineering. 2005.

SERWAY, R. A., JEWETT Jr, J. W. **Princípios de física: mecânica clássica**. 1.ed., v.1. Thomson Learning (Pioneira), 2003.

SILVA, M. L. P.; FURLAN, R.; RAMOS, I. Development of Miniaturized Structures and Setups for Research and Teaching of New Concepts in Engineering. **ICEE**, Puerto Rico, p. 3059, 2006.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G.. Física para cientistas e engenheiros: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica. 5. ed., v.1. Rio de Janeiro: LTC, 2006.



## **EDUCATION FOR LEVEL SUPERIOR OF CONCEPTS "PBL" FOR INDUSTRIAL AUTOMATION CONCEPTS INVOLVING PHYSICS**

**Abstract:** *This study aims to verify the understanding of education obtained during the course of physics to Technology / Engineering in Industrial Automation administered with the use of an important tool, teaching problem solving (PBL). This objective understanding of the importance of phenomena, concepts and techniques related to project development, for example, building bridges of noodles, use of software used to simulate physical and chemical phenomena involving possible everyday situations, among others. The evaluation of the retention of knowledge is obtained by presentation, and its functionality, projects that needed to be developed theoretical concepts provided throughout the course.*

**Key-words:** *industrial automation, learning for problem solving (PBL), simulators, physico-chemical phenomena.*