



APLICAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS PARA MELHORIA DO APRENDIZADO NAS DISCIPLINAS DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS

Jáder Rosa Domingues – jadercamtuc@hotmail.com

Universidade Federal do Pará,
Rodovia BR 442 Km 13 – canteiro de Obras – UHE Tucuruí
68464-000 – Tucuruí – Pará

Arlindo Pires Lopes – arlindo@pdx.edu

Universidade do Estado do Amazonas, Faculdade de Engenharia Mecânica
Avenida Darcy Vargas, nº 1200
69065-020 - Manaus, AM – Brasil

Aarão Ferreira Lima Neto – aaraon@ufpa.br

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Civil – Tucuruí
Rodovia BR 442 Km 13 – canteiro de Obras – UHE Tucuruí
68464-000 – Tucuruí – Pará

***Resumo:** As disciplinas que envolvem Resistência dos Materiais e seus conceitos tem grande importância no decorrer do curso de Engenharia Civil, assim como em outras engenharias. Serve de base para as disciplinas futuras que envolvem dimensionamento de estruturas e análise de tensões. Estes conceitos normalmente, como em outros casos, são abordados e ensinados em sala de aula, de uma maneira geral, repetindo métodos tradicionais e que não permitem ao aluno compreender grandezas e sistemas de forças, gerando um desempenho insatisfatório dos alunos no momento em que precisam aplicar tais conhecimentos em uma situação de trabalho. Baseado nisso, este trabalho tem como finalidade apresentar experimentos que tornem as aulas de resistência dos materiais mais participativas por partes dos alunos, levando-os a solidificar conceitos e conhecimentos práticos da teoria vista em aula.*

***Palavras-chave:** resistência dos materiais, experimentos, modelos.*

1. INTRODUÇÃO

A resistência dos materiais, para o curso de engenharia civil, é uma disciplina de suma importância. Nela, são discutidas as noções de estática, torção, flexão, reações de apoios e muitas outras teorias que são responsáveis em estabelecer as proporções e as dimensões dos elementos para uma estrutura ou máquina, a fim de capacitá-la a cumprir suas finalidades com segurança, confiabilidade, durabilidade e em condições econômicas. Tal disciplina deve ser tratada com muita atenção, pois a mesma serve de base para as futuras teorias empregadas no dimensionamento de diversas estruturas, e o erro neste sentido pode causar problemas que



levam a total ruína da estrutura a que se está trabalhando. Apesar de muitos professores se dedicarem a passar essa matéria de uma forma compreensiva, os alunos veem, na sua maioria, apenas teorias adotadas de livros didáticos, levando-os a ter um pensamento crítico um pouco limitado. Um engenheiro, além de saber usar a tecnologia disponível, deve também ter noção de tudo aquilo que a modernidade faz para facilitar seu trabalho, e isso é moldado na universidade, local onde deve ser inserido na mente não só conhecimento, mas também questionamento e interpretação convicta de tudo aquilo que é assimilado. A ideia de que conhecimento é passível de transmissão não é mais aceita (FREIRE, 2002), hoje é de concordância de todos que a participação do aluno é essencial no desenvolvimento do seu ensino.

1.1. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver experimentos que levem para as salas de aula situações reais do que seria, na prática, cada um dos assuntos ministrados nas disciplinas de resistência dos materiais. Tais experimentos ficaram disponíveis para os professores do campus. A prática experimental nessas disciplinas tem se mostrado uma excelente alternativa no auxílio da massificação do conhecimento na mente dos discentes.

1.2. JUSTIFICATIVA

Percebeu-se em algumas turmas do curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal do Pará, no Campus de Tucuruí, que um grande número de alunos apresentam dificuldade em visualizar e compreender muitos conceitos que são abordados em sala de aula e que são de suma importância para o entendimento de novos assuntos a serem abordados em disciplinas futuras. Essa limitação conceitual pode ser em virtude de dificuldades adquiridas ainda no ensino médio, quando as matérias de física, química e matemática são ministradas apenas com um intuito momentâneo e abstrato, sem leva-lo a ter um pensamento reflexivo a cerca do conhecimento adquirido. Baseado nisso, e também na observação de que a Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade de Juiz de Fora e também a Universidade Católica de Brasília desenvolveram excelentes experimentos que podem ser aplicados no ensino da resistência dos materiais e, tais aplicações, demonstraram ser de excelente valia, teremos a iniciativa de aplicar experimentos na área da resistência dos materiais na UFPA campus de Tucuruí.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. MELHORAMENTOS DA PRÁTICA DOCENTE

Segundo Gouvêa e Casella (2004), o planejamento da prática docente deve almejar a aprendizagem significativa dos conteúdos conceituais e procedimentais pelos alunos. Comentam também que a realização de experimentos em aula, a partir dos quais uma teoria científica possa ser construída pelos alunos não apenas possibilita a atribuição de significados, mas constitui uma forma bastante eficaz para a acomodação de novos conceitos, em substituição aos conhecimentos prévios dos alunos. Acrescentam ainda que, embora a importância da experimentação para a promoção de uma atitude ativa do discente no processo de aprendizagem é desde há muito tempo reconhecida, os experimentos continuam sendo realizados segundo os ditames da Escola Tradicional. Isto ocorre não apenas no Ensino Médio, mas também e principalmente no Ensino Superior. A realidade que predomina é a da



realização de experimentos necessariamente em laboratório com o intuito da comprovação das teorias científicas previamente apresentadas e depositadas nos alunos, teorias estas que muitas vezes sequer são plausíveis para os alunos.

A importância do trabalho prático é inquestionável na Ciência e deveria ocupar lugar central no seu ensino (SMITH, 1975). Embora a importância da experimentação para a promoção de uma atitude ativa do discente no processo de aprendizagem é desde há muito tempo reconhecida, os experimentos continuam sendo realizados segundo os ditames da Escola Tradicional

A utilização adequada de modelos qualificados facilita a compreensão das aulas expositivas, porque estes mostram ou representam fisicamente os novos conceitos apresentados; como resultado, proporcionam ao professor maior velocidade na introdução destes conceitos e, ao aluno, melhor assimilação dos mesmos (DOS SANTOS, 1983).

2.2. Aplicações bem sucedidas

Alunos bolsistas do Laboratório Didático-Experimental de Materiais e Estruturas da UFJF desenvolveram experimentos na área de resistência dos materiais, no qual trabalhavam com treliças planas, coplanares e vigas. O resultado obtido foi a melhor compreensão dos assuntos ministrados em sala de aula por parte dos alunos participantes. Viram na prática como se comporta cada um dos experimentos as diferentes solicitações por eles aplicadas.

O Laboratório Didático de Resistência dos Materiais da Escola Politécnica da USP possui diversos modelos didáticos que são aplicados no ensino de engenharia. Com tais aplicações, eles chegaram a conclusão de que todos os recursos devem ser tentados para otimizar o que se investe no ensino. Os modelos ajudaram a reduzir inclusive o número de reprovações.

Os concursos de pontes de macarrão são um excelente exemplo de alunos empenhados em aplicar conhecimentos adquiridos em sala de aula, pois, ao fazer o desenho da ponte, em geral é utilizado programas computacionais ou cálculos manuais para saber se o dimensionamento da ponte está adequado às necessidades impostas.

Diversas universidades possuem manuais onde são expostos procedimentos para ensaios de rompimento de estruturas, e em sua grande maioria, todos alcançaram o resultado de ter alunos com pensamento crítico, questionamentos convictos e acima de tudo, autoconfiança do assunto ao qual está tomando conhecimento.

3. METODOLOGIA

A proposta metodológica consiste em desenvolver modelos didáticos que representem a aplicação de esforços, apoios, ações, reações e deformações, abordando assim conceitos inerentes a Resistência dos Materiais, e promover o encontro dos alunos que estão cursando a disciplina, com monitores responsáveis pelos experimentos, em horários fora da sala de aula, para que esses possam solidificar os conhecimentos abordados em sala. Em cada encontro terá um número reduzido de alunos, para que o monitor tenha tempo para dar uma atenção melhor para cada aluno. Assim, os minitorres aprofundam seus conhecimentos sobre assunto, estudando, elaborando modelos e ministrando palestras, e os demais alunos aprendendo com seus colegas, usando os modelos e tendo acesso ao laboratório a ser criado para este fim. Nos encontros, o aluno responsável pelos experimentos apresentará cada experimento, fazendo suas devidas explicações. Em alguns experimentos, os alunos terão que fazer alguma

atividade que mostre a real representação do experimento exposto. O professor responsável pela disciplina de resistência dos materiais, estará presente fazendo um acompanhamento para dar apoio e auxílio, caso seja necessário.

O primeiro experimento mostrado nas figuras 1, 2 e 3 consiste num conjunto representado por um engaste, um apoio de primeiro gênero e um apoio de segundo gênero. Ele servirá para demonstrar aos alunos o que seria na prática cada um dos três tipos de apoios existentes.

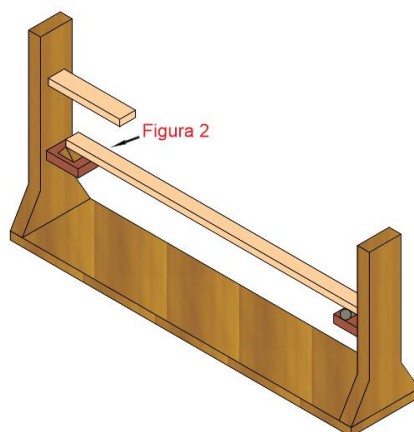


Figura 1: Vista isométrica do experimento que possui os três apoios.

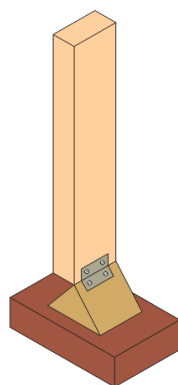


Figura 2: Representação do apoio de segundo gênero.

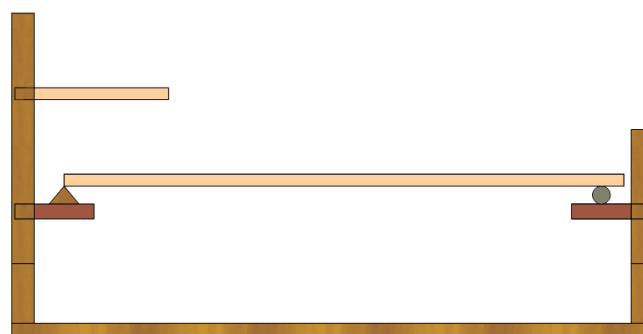


Figura 3: Vista lateral do experimento que possui os três apoios.

O experimento representado nas figuras 4a e 4b representam a ideia de momento de uma força. Nele temos uma barra fixa com possibilidade de rotação graças a um parafuso preso em seu centro. Por conta dos pesos em suas extremidades, quando o sistema está livre de alguma ação externa, ele tende a entrar em rotação para o sentido horário, parando quando encosta-se aos parafusos de sustentação. Com a ajuda de uma chave metálica, representada na figura 4c, que se encaixa nos furos paralelos verticalmente na barra horizontal, é gerado um momento. A operação com a chave metálica, gerando o momento, pode ser usada em outros furos, observando que é possível chegar-se ao equilíbrio em qualquer ponto.

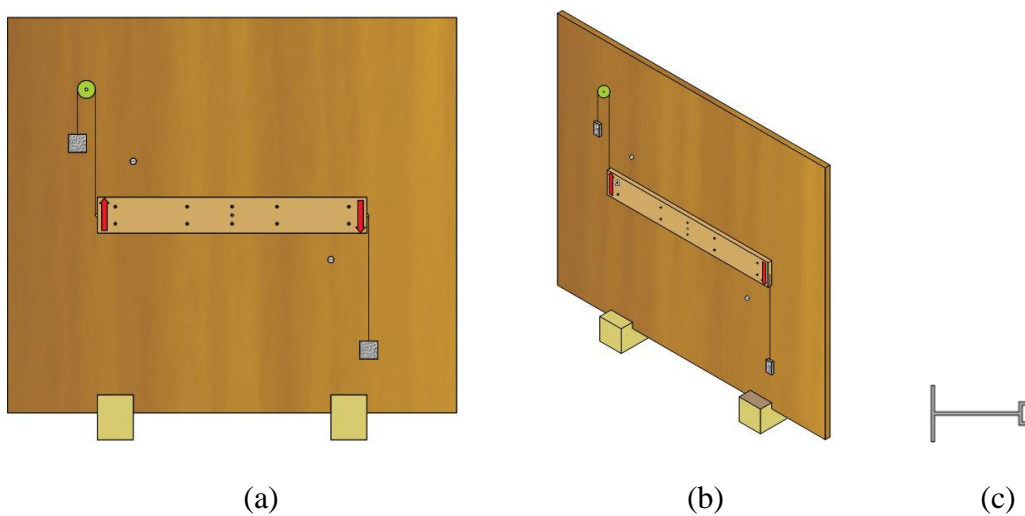


Figura 4: Conjunto experimental de momento de uma força.

O modelo proposto na figura 5 pretende representar os seguintes tipos de vínculos planos: engastamento, representado nas figuras 6; articulação fixa, representado na figura 7, articulação móvel, representado na figura 8; articulação móvel em apenas uma direção, representado na figura 9; articulação móvel em apenas um sentido, representado na figura 10; engastamento móvel, representado na figura 11; engastamento móvel em apenas uma direção, representado na figura 12; engastamento móvel em apenas um sentido, representado na figura 13.

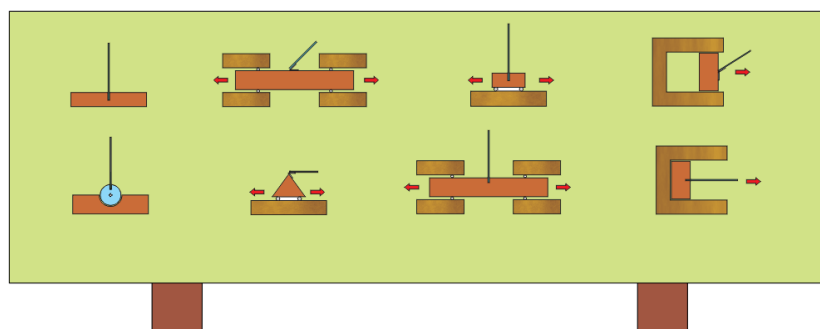


Figura 5: Painel de vínculos.

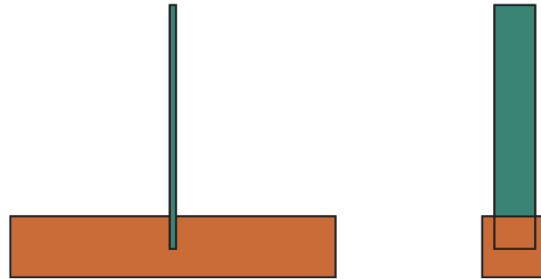


Figura 6: Engastamento.

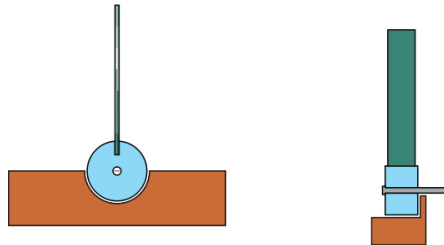


Figura 7: Articulação fixa.

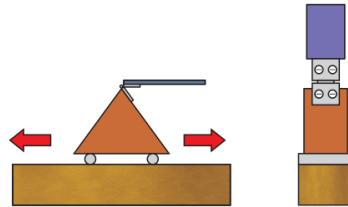


Figura 8: Articulação móvel.

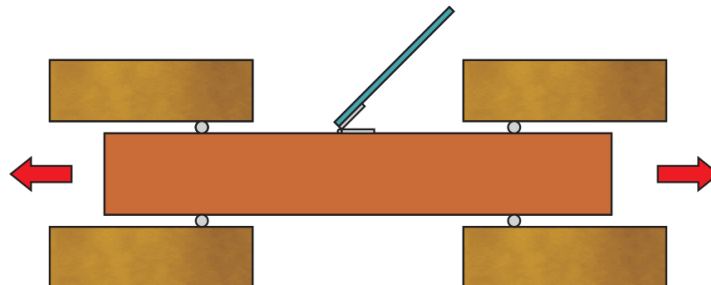


Figura 9: Articulação móvel em apenas uma direção.

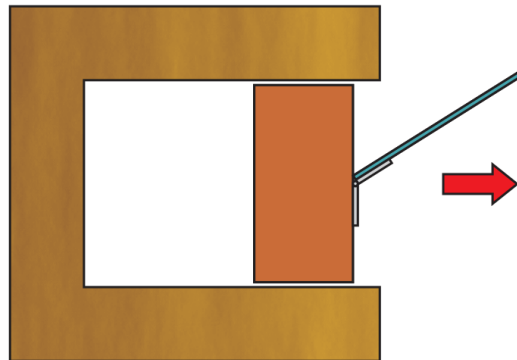


Figura 10: Articulação móvel em apenas um sentido.

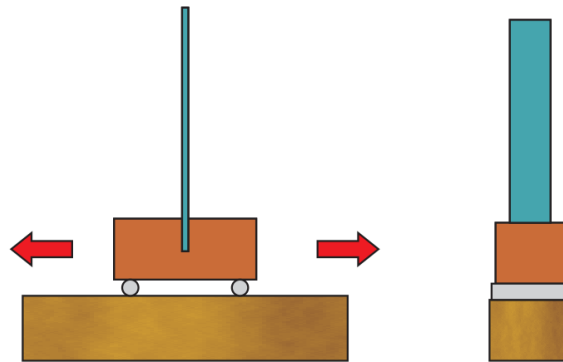


Figura 11: Engastamento móvel.

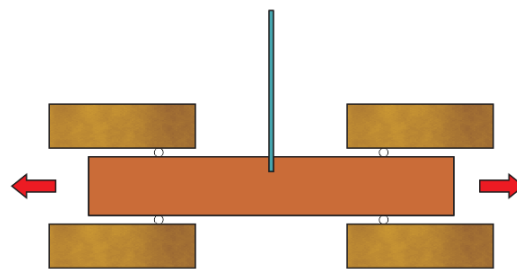


Figura 12: Engastamento móvel em apenas uma direção.

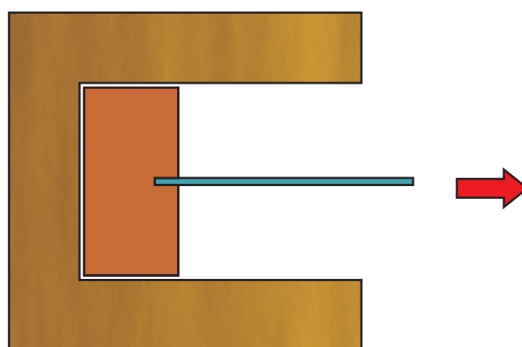


Figura 13: Engastamento móvel em apenas um sentido.

Nas figuras 14a e 14b, temos um molde de silicone, feito para representação dos esforços de tração, compressão, torção, flexão e tensões de cisalhamento. As linhas tracejadas em suas laterais servem para o aluno ter uma melhor visualização das deformações sofridas pela barra devido os esforços aplicados na barra.

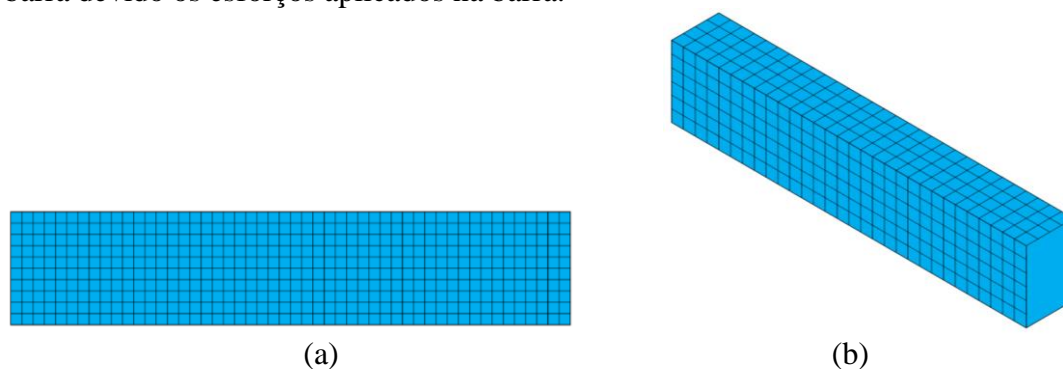


Figura 14: Molde de silicone para representação de esforços.

Nas figuras 15a e 15b temos a representação de um pilar confeccionado em silicone. Tal pilar possui na sua face superior duas linhas perpendiculares, sendo que o encontro destas ocorre exatamente no centro da face desse pilar. Baseando-se nessas linhas como orientação, serão aplicadas forças verticais na face superior do pilar para ser observada as reações de compressão centrada, flexo-compressão e flexo-compressão oblíqua.

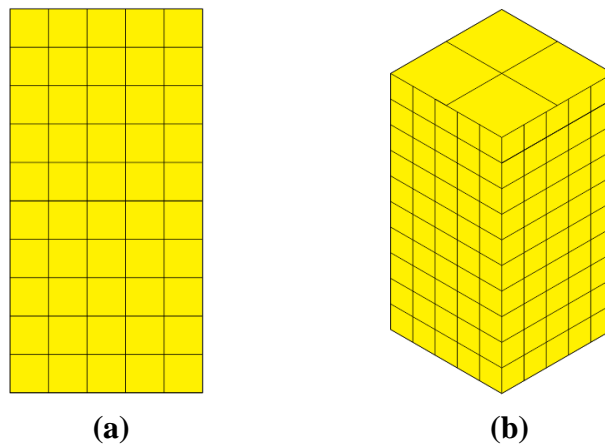


Figura 15: Pilar de silicone.

O experimento representado nas figuras 16a e 16b são utilizados para representação da tensão de cisalhamento interno quando uma viga é submetida a um carregamento transversal. É composto por três tábuas soltas entre si e com três furos, sendo que as três tábuas possuem esses furos em comum. Serão colocados pedaços de macarrão nos furos para que os alunos possam visualizar estes serem cortados, quando for aplicado um carregamento transversal nas vigas, sendo assim demonstrado o cisalhamento interno ocorrido na deformação das três tábuas, interpretadas como fibras de uma viga.

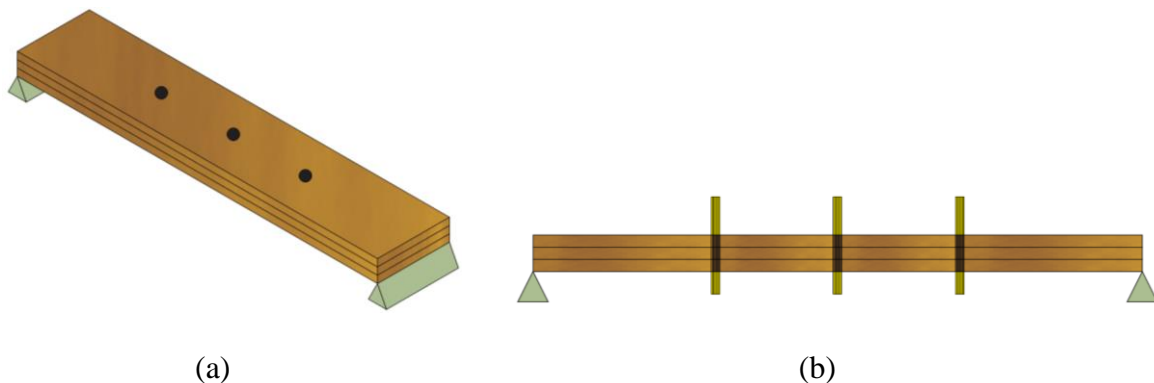


Figura 16: Modelo utilizado para representação de cisalhamento interno. (a) Visão isométrica; (b) visão lateral com os macarrões nos furos.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Após o início do desenvolvimento do trabalho em questão, observou-se aumento do interesse e melhora no desempenho dos alunos envolvidos no planejamento e idealização dos modelos a serem confeccionados. Foram mais participativos e questionadores. Passaram também a buscar exemplos de onde teria aplicação de resistência dos materiais no seu dia a dia. O mesmo é esperado que aconteça com os demais alunos do curso de Engenharia Civil, assim como de outros cursos do campus que se interessem pelo laboratório de modelos. O aumento do interesse e da compreensão de todos sobre os assuntos abordados nas disciplinas



da área de Estruturas. Os monitores aprenderão estudando, montando novos modelos e ensinando seus colegas de curso, e os alunos ganharão com o acesso aos modelos didáticos e aos minicursos e palestras dos monitores.

A ideia de deixar os experimentos disponíveis para o campus foi muito bem aceita por parte dos professores, não só da Engenharia Civil, mas também de outras engenharias que tem a disciplina de resistência dos materiais.

5. CONCLUSÃO

Ver a aplicação de um conhecimento na prática não é só chamativo, mas também é a realização da grande maioria dos alunos, pois, ao verem seu conhecimento adquirido sendo aplicado, sentem a emoção de saber que seu aprendizado tem muita importância. Passam a ter noção que a aplicação das fórmulas na prova tem uma fundamentação muito importante.

Amparado nos estudos onde se comprovam que a experimentação, aplicada em sala de aula, leva o aluno a ter uma massificação de conhecimento muito melhor, espera-se que o desenvolvimento de experimentos aplicado à resistência dos materiais leve os alunos a ter um espírito questionador e reflexivo acerca das situações em que há a ação de esforços, tensões e deformações de uma forma visualmente aplicada, formando engenheiros com maior senso crítico e noção na área abordada, profissionais que demonstrem futuramente maior segurança no mercado de trabalho. Espera-se também que os alunos do campus universitário de Tucuruí da UFPA, especialmente monitores e os alunos diretamente envolvidos no trabalho, tenham uma melhora considerada na compreensão em especial nas disciplinas de resistência dos materiais.

6. REFERÊNCIAS

- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996
- TVRZSKÁ DE GOUVÊA, M. A necessidade por busca de práticas docentes que visem à autonomia educacional. **A importância da realização de experimentos para a construção de conceitos na formação de um engenheiro autônomo**, Brasília, p. 2-3, 2004.
- MORAES, M. C. . **O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais. Formação do Engenheiro; desafios da atuação docente e tendências curriculares**. 01ed. Florianópolis: editora da UFSC , v. 01, p. 53-66, 1999.
- FERREIRA, R. C; SANTOS, W. M. S.; DIAS, P. M. C. **Construção do conceito de 'momento de uma força' a partir de experimentos relacionados ao cotidiano**. Rio de Janeiro, 2008.
- AGOSTINI, B. M.; ALMEIDA, M. C. F. **Desenvolvimento de equipamentos de apoio didático-experimental para o acervo do lademe**. [S.L] [21-]
- SANTOS, J. A. **Sobre a concepção, o projeto, a execução e a utilização de modelos físicos qualitativos na engenharia de estruturas**. 1983. 261f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

INSTRUCTIONS FOR THE PREPARATION AND SUBMISSION OF PAPERS TO BE PUBLISHED IN THE PROCEEDINGS OF THE XLI BRAZILIAN CONGRESS ON ENGINEERING EDUCATION



***Abstract** The disciplines that involve Resistance of Materials and its concepts has great importance during the course of Civil Engineering, as in other engineering. Underpins the disciplines further involving desing of structures and stress analysis. These concepts usually, and in other cases, are approached and taught in classroom, in a manner general, repeating methods traditional and not allow the student understand magnitudes and systems of force, generating performance unsatisfying of students at the moment wherein need to apply such knowledge in a situation of work. Based on that, this work has the finality present experiments to make the classes of resistance of materials more participatory by parts of the students, causing them to solidify concepts and knowledge practical of theory view in class.*

***Key-words:** resistance of materials, experiments, models.*