



CURSO DE MECÂNICA ZERO: DIMINUINDO O GAP ENTRE CICLO BÁSICO E PROFISSIONAL NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Odivaldo Barbosa Dias – juniordias51@hotmail.com

Diego Ribeiro Pinto de Castro – diegopintocastro@gmail.com

Mayara Gonçalves Costa – mayaracosta33@yahoo.com.br

Alexandre Guimarães Rodrigues – alexgr@ufpa.br
Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia
Campus Universitário Guamá
Rua Augusto Corrêa, nº 01
66075-110 – Belém – Pará

***Resumo:** É de extrema importância que o profissional da engenharia tenha a habilidade de visualizar e compreender o comportamento das estruturas em diferentes circunstâncias, e não é fornecendo apenas as ferramentas analíticas e computacionais que o aluno desenvolve tal habilidade no decorrer da sua graduação. O estudo matemático das estruturas, ou seja, o estudo quantitativo, depende do estudo da concepção estrutural, onde são analisados os fenômenos que regem o comportamento das estruturas. O “Mecânica Zero” foi o nome dado a um minicurso realizado durante a Semana do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (ITEC-UFPA) no ano de 2015 e no presente trabalho temos como objetivo relatar uma proposta de metodologia de ensino desenvolvida pelo Programa de Cursos de Nivelamento da Aprendizagem (PCNA), contando com a parceria do Laboratório Didático da Faculdade de Engenharia Civil (LABDIC). O curso visa uma nova proposta metodológica voltada ao ciclo básico de engenharias como a civil, a mecânica, a elétrica, entre outras que, muitas vezes, durante este ciclo, não conseguem desenvolver a intuição dos alunos ao mesmo tempo que desenvolve os conhecimentos teóricos. No “Mecânica Zero” são aplicados os princípios da metodologia ativa combinados ao uso de ferramentas didáticas e modelos físicos qualitativos, que intenta em tornar visível para os alunos a projeção dos conceitos fundamentais da mecânica newtoniana na disciplina “mecânica dos sólidos” pertencente ao ciclo profissional de grande parte dos cursos de engenharia.*

***Palavras-chave:** Minicurso, Mecânica Newtoniana, Mecânicas dos Sólidos.*

1. INTRODUÇÃO

As dificuldades enfrentadas durante a transição do ensino médio ao ensino superior são um desafio em comum para todos os ingressantes em cursos de engenharia. Segundo Rodrigues (2016), tais dificuldades devem-se às deficiências advindas do ensino básico, e acabam por refletir nos dois primeiros anos do ciclo básico do curso. Essas dificuldades somadas ao elevado nível de abstração das matérias básicas, como a “física teórica” ou “física



fundamental”, não permitem que os alunos percebam a real importância dessas matérias para a sua formação como engenheiro.

O ensino da engenharia estrutural nas faculdades enfrenta o problema exposto acima, uma vez que as aulas teóricas em sala de aula não se materializam em formas concretas e palpáveis para os alunos, pois práticas como o uso de modelos qualitativos não são ferramentas usadas, em geral, pelos docentes, a fim de ilustrar os conceitos e os resultados numéricos. E os laboratórios de engenharia estão cada vez mais investigativos e menos didáticos.

Diante disso, já foram elaborados modelos qualitativos e quantitativos no decorrer das últimas décadas, com a finalidade de aprimorar o aprendizado dos discentes. Como exemplo disso, temos Oliveira (2008), que desenvolveu uma “Maquete Estrutural”, composta por molas, esferas e chapas metálicas ligadas através de ímãs, pela força de atração magnética. Para o autor, o aluno deve experimentar primeiramente para depois conceituar, assim, a intuição é estimulada. A aprendizagem baseada em projetos também levou Pinheiro (2000) a propor o uso da metodologia de desenvolvimento e construção de protótipos, como um instrumento de ligação interdisciplinar e de motivação.

Segundo Pravia (2001), a devida utilização dos modelos qualitativos nas aulas expositivas nas disciplinas do ciclo básico, facilitam a compreensão do aluno. Isso evidencia que expor a representação física dos conceitos teóricos resulta maior velocidade no processo de ensino-aprendizagem.

Para Pinheiro (2000), a união teoria-prática deve ser realizada como meio de mitigar tal abstração, pois, assim, as dificuldades aparecerão para serem superadas por esforço próprio do aluno, haja vista que desenvolver projetos lhe concede uma visão global e interdisciplinar do curso.

O estudo da resistência dos materiais, ou seja, do uso de materiais com fins estruturais, é a disciplina central na formação de várias modalidades da engenharia. E não é à toa que se trata de disciplina obrigatória em quase todas as engenharias. O aprendizado da mecânica dos sólidos, assim como em qualquer outra área da engenharia, deve ser uma experiência divertida, excitante e contínua.

Deste modo, o objetivo deste artigo é relatar uma proposta de metodologia de ensino utilizada em formato de um minicurso chamado “Mecânica Zero”, durante a Semana do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (ITEC-UFPA) no ano de 2015. A proposta metodológica foi idealizada pela equipe de monitores do Programa de Cursos de Nivelamento da Aprendizagem (PCNA), programa este apresentado em Rodrigues et al., 2012, e contou com a parceria do Laboratório Didático de Engenharia Civil (LABDIC) para a realização do curso. Nele são aplicados os princípios da metodologia ativa combinados ao uso de ferramentas didáticas e modelos físicos, que intenta em tornar visível para os alunos a projeção dos conceitos fundamentais da mecânica newtoniana na disciplina “mecânica dos sólidos” pertencente ao ciclo profissional de grande parte dos cursos de engenharia. Foi feita também a esquematização dessa metodologia, objetivando viabilizar sua aplicação para além do formato de minicurso, no período regular inserida na disciplina “física teórica”.

2. O MINICURSO “MECÂNICA ZERO”

A organização da SITEC 2015 solicitou ao PCNA um minicurso voltado a alunos que ainda estivessem cursando matérias do ciclo básico de engenharia civil. Diante dessa demanda, os monitores do programa, munidos da análise do banco de dados que o PCNA possui e que revela, segundo Brito et al (2016), o desempenho insatisfatório da maioria dos

Organização



Promoção





discentes de engenharia civil na disciplina de física, elaboraram o “Mecânica Zero”. As aulas foram realizadas no período de 18 a 20 de novembro, no Laboratório de Informática do Laboratório de Engenharia Civil (LEC) da UFPA.

2.1. Primeiro dia

O principal objetivo deste dia foi a introdução dos alunos à área de estruturas. Relembrou-se os principais pontos da disciplina de física. Os conceitos fundamentais da mecânica newtoniana, como equilíbrio de corpo rígido, foram abordados de forma mais aplicada ao curso de engenharia civil com exemplos que incluíam vigas, pilares, entre outros. Este dia foi marcado por aulas expositivas do conteúdo, com auxílio de apresentação em PowerPoint. A Tabela 1 mostra o plano de aula elaborado para o primeiro dia de minicurso.

Tabela 1 - Plano de aula.

Objetivos de aprendizagem	Conteúdos abordados	Atividades	Recursos
1 Aprender o significado de projeção ortogonal;	Análise trigonométrica básica;	Apresentação de noções de trigonometria, com ênfase nos aspectos úteis ao trabalho com vetores;	Pincel atômico, apagador, data show, notebook e livros de mecânica.
2 Aprender o que significam as componentes de um vetor e utilizá-las em cálculo de vetores;	Decomposição de vetores;	Apresentação do método de decomposição vetorial com ferramentas da Trigonometria;	Pincel atômico, apagador, data show, notebook e livros de mecânica.
3 Aprender o significado de força resultante e força resultante nula.	Leis de Newton.	Conceituação de força resultante e Primeira lei de Newton.	Pincel atômico, apagador, data show, notebook e livros de mecânica.

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 1 – Primeiro dia de minicurso.



Fonte: arquivo pessoal do autor.

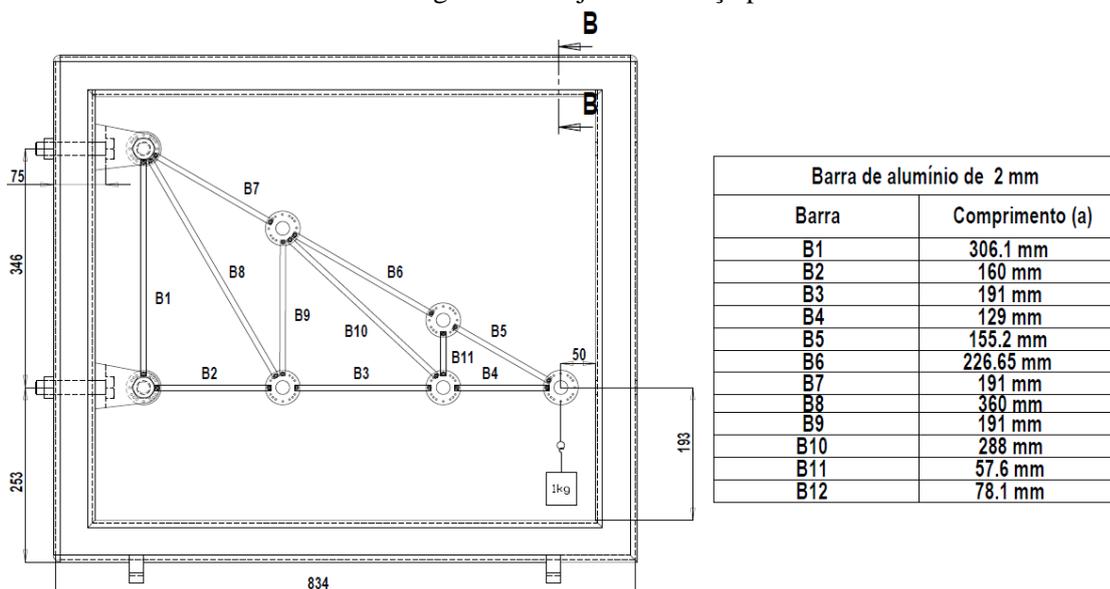
2.2. Segundo dia

Em parceria com o LABDIC, foi possível apresentar aos alunos um modelo de treliça plana, na qual puderam observar os esforços presentes na estrutura através de extensômetros, instrumentos que medem deformações, acoplados nas barras da treliça, ligados a um software



instalado em um computador do laboratório. A Figura 2 mostra o projeto da treliça que se encontra no LABDIC.

Figura 2 – Projeto da treliça plana.



Fonte: Laboratório Didático da Faculdade de Engenharia Civil (LABDIC).

Nesta segunda aula fez-se uso da metodologia aplicada por Oliveira (2008), que consiste em primeiramente experimentar para só então conceituar. Os alunos tiveram a oportunidade de visualizar o comportamento estrutural da treliça trabalhando para combater a solicitação de uma carga aplicada. Visualizaram que em algumas barras o resultado fornecido pelo computador era negativo e em outras positivos, questionando-se o porquê físico e matemático daquela diferença.

Figura 3 – Treliça plana.



Fonte: arquivo pessoal do autor.

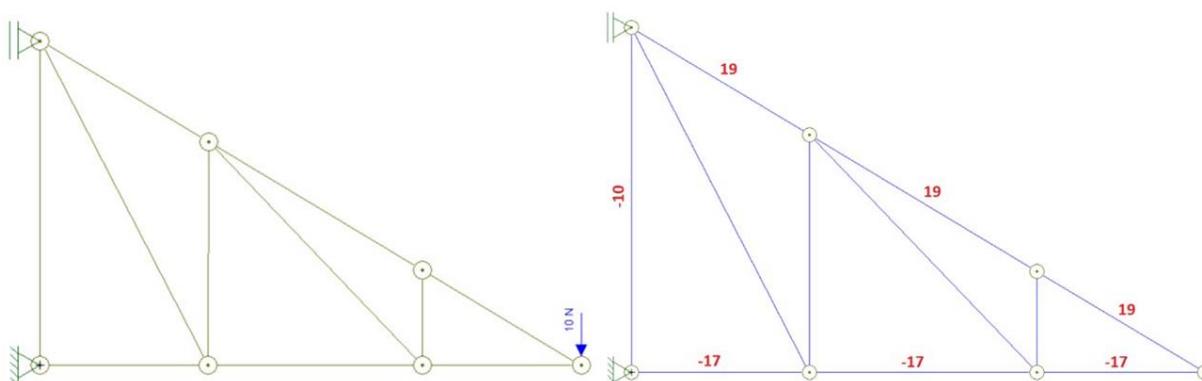
2.3. Terceiro dia

Foram ministrados métodos de equilíbrio de forças em treliças, como o Método dos Nós e o Método das Seções, com o intuito de finalizar a metodologia aplicada por Oliveira (2008). O primeiro consiste em uma análise de equilíbrio dos diagramas de corpos livres para os nós da treliça, uma vez que, para estes diagramas, podemos aplicar as equações de equilíbrio para determinar os esforços internos das barras, pois estes são considerados forças externas para os



nós; o segundo, parte do princípio de que, se um corpo está em equilíbrio, então qualquer parte dele também está em equilíbrio e tem como metodologia um “corte” (seção) da estrutura em, no geral, até três elementos de treliça que haja interesse em se determinar as forças internas e então aplica-se as três equações de equilíbrio ($\sum Fx = 0$, $\sum Fy = 0$, $\sum MO = 0$) para uma das duas partes resultantes da estrutura após o seccionamento. A principal vantagem do método das seções em relação ao método dos nós está na possibilidade de se determinar diretamente a força em um elemento particular da treliça (HIBBELER, 2005). Agora, com este conhecimento em mãos, os alunos puderam calcular os esforços simulando a estrutura através da ferramenta computacional *ftool*, que é um *software* largamente utilizado na área da engenharia estrutural capaz de calcular os esforços em uma estrutura plana.

Figura 4 – Resultados fornecidos pelo *ftool*.



Fonte: arquivo pessoal do autor.

2.4. Dificuldades enfrentadas

Em virtude da organização da SITEC ter cedido o laboratório de informática por três dias não pôde ser realizado um marco importante no planejamento do “Mecânica Zero”, o desenvolvimento de protótipos de treliças e a competição de desempenhos às solicitações, a exemplo de pontes, coberturas, entre outras estruturas que pudessem ser analisadas dentro dos conceitos físicos abordados até então. Similar às competições de pontes feitas de macarrão, esta competição proposta possui o potencial de proporcionar aos alunos uma breve vivência de ensaios, necessária para que o aluno desenvolva a sensibilidade de dimensionar e otimizar um modelo em escala reduzida que tenha resultados semelhantes à de uma estrutura real. Essa etapa aumentaria, e muito, o engajamento dos alunos.

Também em virtude do tempo disponível para a realização do “Mecânica Zero” tornou-se inviável que os alunos recebessem as devidas instruções para a manipulação do *ftool*, limitando a abordagem computacional à apenas uma breve apresentação deste recurso. Assim como outros softwares de análise estrutural, o *ftool* é uma ferramenta que auxilia o aluno a enxergar o comportamento das estruturas, importância esta que demandava um período de tempo maior para que o discente aprendesse as ferramentas do software e, assim, usá-las na construção de protótipos e problemas de engenharia.

3. A PROPOSTA DE METODOLOGIA DE ENSINO “MECÂNICA ZERO”

A etapa de revisão dos conceitos fundamentais da mecânica newtoniana é vista como instrumento de nivelamento e de conscientização de que o aprendizado da física é parte



fundamental para a formação em engenharia. É fundamental que se desperte nos alunos a consciência que a física tem um papel fundamental na sua formação como engenheiro, uma vez que em atuação é exigido desse profissional a utilização de métodos organizados/sistematizados para resolver problemas (BELHOT, 1997).

A utilização de modelos qualitativos sempre desempenhou um papel importante no desenvolvimento e na evolução da engenharia estrutural, com diversas aplicações como na concepção de projetos, pesquisas e no desenvolvimento de produtos. Portanto, trazê-los para a sala de aula facilita a compreensão das aulas expositivas, principalmente nas disciplinas que compõem a área de estrutura. Mostrar a representação física dos conceitos teóricos proporciona maior velocidade de aprendizagem por parte dos alunos (SCHWARK, 1996).

É importante que esses modelos tenham um fim prioritariamente didáticos, pois tem o objetivo de aguçar a percepção dos alunos sobre o comportamento estrutural, através de questionamentos, interpretações e discussões sobre o que se vê, e também por que atualmente os laboratórios de engenharia são mais voltados à investigação do que à demonstração.

Uma vez que a conceituação é a etapa posterior, o professor deve realizá-la considerando a mobilização das percepções dos alunos despertadas na etapa anterior para operar com as informações que ele traz. Nesta etapa o professor deve apresentar os fundamentos de uma forma organizada, de modo a proporcionar uma visão geral do assunto, garantindo aos alunos um direcionamento para estudo e pesquisa subsequente.

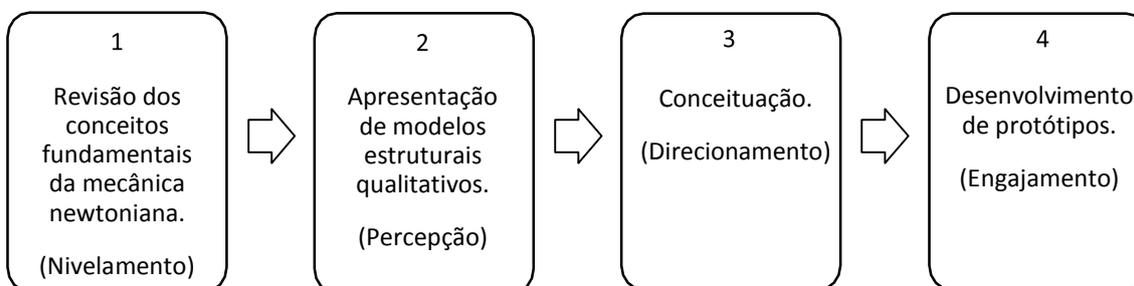
Para manter o engajamento dos alunos no processo de aprendizado é importante propiciar uma maior interação entre a teoria e a prática. Uma atenção especial deve ser dada para relacionar as informações apresentadas em sala de aula com a realidade dos projetos e prática de engenharia. Por esse motivo a última etapa consiste em solicitar o desenvolvimento de protótipos, capacitando os alunos para o trabalho em equipe, aplicando seus métodos e técnicas, relacionando a teoria com a prática na atividade do projeto.

O desenvolvimento de protótipos desde as disciplinas iniciais do curso de engenharia, permite que o estudante conheça desde cedo a metodologia de desenvolvimento de projetos de engenharia, permite a criação de uma visão global e interdisciplinar do curso, estimula a curiosidade científica e torna-se um poderoso incentivo ao estudante (PINHEIRO, 2000).

A figura 5 apresenta um esquema que sintetiza as principais etapas que compõe a proposta metodológica.

Figura 5 – A proposta de metodologia de ensino “Mecânica Zero”.

Obs.: Entre parênteses estão as metas para cada etapa.



Fonte: arquivo pessoal do autor.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de desenvolvimento da intuitividade dos alunos é parte fundamental para o sucesso do curso “Mecânica Zero”, além da percepção dos alunos quanto à importância do embasamento teórico da física aplicada para o estudo da mecânica dos sólidos e cálculo estrutural. Portanto, confirma-se que o curso atingiu seu objetivo de proporcionar um aprendizado integrado entre as matérias básicas e as profissionais, introduzindo uma metodologia que estimula a intuitividade do aluno, deixando evidente que os modelos qualitativos são um caminho viável para um maior engajamento de uma aprendizagem ativa e dinâmica pela parte mais interessada neste processo: os próprios alunos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao LABDIC, ITEC-UFGA e PCNA pelo apoio e orientações.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, D. H.; HAISLER, W. E. Introduction to Aerospace Structural Analysis. Canadá: Wiley & Sons, 1985. Resenha de: ARRUDA, J. R. F. Introdução histórica à mecânica dos sólidos. Campinas, 2001.

BRITO, M. L. S. et al. Análise da influência do curso de física elementar do PCNA sobre o percentual de aprovação na disciplina Física I para o curso de engenharia civil da UFGA. In: XLIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA (COBENGE-2016), 2016, Natal, RN, **Anais...** Natal: ABENGE, Associação Brasileira de Educação em Engenharia, 2016.

HIBBELER, R. C. **Estática**: mecânica para a engenharia. 10ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. Vol. 1.

MOURA, A. C. et al. Desenvolvimento de um modelo reduzido didático qualitativo e quantitativo de treliça plana. In: XLIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA (COBENGE-2016), 2016, Natal, RN, **Anais...** Natal: ABENGE, Associação Brasileira de Educação em Engenharia, 2016.

OLIVEIRA, M. S. Maquete estrutural: um instrumento para o ensino de estrutura em escolas de arquitetura. In: CONSTRUMETAL, 2., 2006, São Paulo. **Contribuições técnicas...** São Paulo: Associação Brasileira da Construção Metálica, 2006.

OLIVEIRA, M. S. **Modelo estrutural qualitativo para pré-avaliação do comportamento de estruturas metálicas**. 2008. 172 f. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) - Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais. 2008.



PINHEIRO, P. C. C. Desenvolvimento de protótipos: instrumento de motivação e ligação das disciplinas do curso de engenharia. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA (COBENGE-2000), 2000, Ouro Preto, MG, **Anais...** Ouro Preto: ABENGE, Associação Brasileira de Educação em Engenharia, 2000.

PRAVIA, Z. M. C.; ORLANDO, D. Modelos qualitativos de treliças planas: construção e aplicação no ensino da análise e comportamento estrutural. In: XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA (COBENGE-2001), 2001, Porto Alegre, RS, **Anais...** Porto Alegre: ABENGE, Associação Brasileira de Educação em Engenharia, 2001.

RODRIGUES, A. G. et al. Curso de nivelamento de física elementar: um projeto inovador de aprendizagem na engenharia. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA COBENGE-2012), 2012, Belém, PA, **Anais...** Belém: ABENGE, Associação Brasileira de Educação em Engenharia, 2012.

SIQUEIRA, B.; FIORITI, C. F.; OKIMOTO, F. S. Utilização de modelos qualitativos para pré-avaliação do comportamento de vigas e pilares. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, Itapetininga, v. 4, n. 2, 2017.

ZERO MECHANICAL COURSE: DECREASING THE GAP BETWEEN BASIC AND PROFESSIONAL CYCLE IN ENGINEERING COURSES

Abstract: *It's extremely importance that the professional engineering has the ability to visualize and understand the behavior of structures in different circumstances, and it's not only providing the analytical and computational tools that the student develops such skill in university. The mathematical study of structures, which means the quantitative study, depends on the study of the structural design, where the phenomena that govern the behavior of the structures are analyzed. The "Zero Mechanics" was the name given to a mini-course realized during the Week of the Institute of Technology of the Federal University of Pará (ITEC-UFGA) in the year 2015 and in this article we've the objective of reporting a teaching methodology proposal developed by Program of Leveling Courses of Learning (PCNA), counting on the partnership of the Didactic Laboratory of the College of Civil Engineering (LABDIC). The course objective at a new methodological proposal focused on the basic cycle of engineering such as civil engineering, mechanics, electrical engineering, and others, which often during this cycle can't develop student's intuition while developing theoretical knowledge. In "Zero Mechanics", the principles of active methodology combined with the use of didactic tools and qualitative physical models are applied, with intention at making visible to students the projection of the fundamental concepts of Newtonian mechanics in the discipline "solids mechanics" belonging to the professional cycle of most engineering courses.*

Keywords: *Minicourse, Newtonian mechanics, Solids Mechanics.*

Organização



Promoção

