



## **A IMPORTÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO DE UMA EMBARCAÇÃO EM ESCALA REDUZIDA PARA O ENSINO DA ENGENHARIA**

**Leonardo da Silva e Silva** – leonardo.silva\_@hotmail.com  
Universidade do Estado do Amazonas - UEA  
Rua das Canforeiras, 45, Conj. João Bosco 1, Coroado 3  
69082716 – Manaus – Amazonas

**Matheus Valente de Lima** – matheus\_iori11@hotmail.com  
Rua Vicente Torres Reis, 1356, São Jorge  
69033030 – Manaus – Amazonas

**Rosa Fernandes Crisóstomo** – rosafcrisostomo@gmail.com  
Rua 16, 434, Castanheira, São José  
69086531 – Manaus – Amazonas

***Resumo:** A construção naval tem sido realizada, ao longo dos anos, através de processos de fabricação baseados no empirismo e passadas por gerações. No entanto, nas últimas décadas, houve uma série de avanços tecnológicos inseridos tanto no mercado mundial quanto nacional. Logo, para evoluir nessa área, a tendência é atender aos pré-requisitos fundamentais, ou seja, suprir as necessidades de mão de obra qualificada, incentivando assim a formação acadêmica de engenheiros e técnicos da região aptos em planejamento, nas práticas de projeto e acompanhamento, fabricação e montagem. Este artigo propõe o desenvolvimento de uma embarcação em escala reduzida para o ensino da engenharia baseado no conceito de Aprendizado Baseado em Problemas ou Problem Based Learning (PBL). A elaboração do nautimodelo, da classe rebocador, mediante as pesquisas bibliográficas envolvendo todas as subáreas, que envolvem várias engenharias, instituídas no projeto tais como - propulsão, refrigeração, estrutura, hidrodinâmica e design, sistema de controle e automação – estimula a concepção de que apesar das subdivisões adotadas no projeto, bem como em embarcações de tamanho real, cada área está interligada diretamente na eficiência das outras, então, a gestão dentro da própria equipe de construção é essencial para contribuir de maneira a otimizar a eficiência da embarcação em geral. O resultado prático deste artigo consiste na produção do nautimodelo utilizado no Desafio Universitário de Nautidesign “DUNA”, competição universitária internacional realizada em Joinville – SC, onde o projeto é submetido a testes afim de analisar seu desempenho.*

***Palavras-chave:** Método PBL, Engenharia, Ensino, Nautimodelo, Projeto.*

### **1 INTRODUÇÃO**

Na engenharia, o método de ensino utilizado na educação ainda está focado nos aspectos conceituais de inúmeras teorias, não sendo assim muito contextualizada. A reprodução desses



conhecimentos se dá pelo estímulo a memorização, pela prática e lógica envolvendo modelos que necessitem de aplicação prática e métodos que envolvam uma forma de otimizar uma solução para os problemas.

A ideia é de que o conhecimento possa ser dividido em pequenas partes, sendo diminuído até os últimos elementos, e que isso seja feito a favor de sua eficiência, assim realizando uma tarefa de melhor modo possível, utilizando o máximo dos recursos produtivos.

Ao assistir as aulas presenciais o aluno tem uma participação que pode ser considerada passiva, pois a possibilidade de interação é mais restrita, tendo-se janelas de interação no esclarecimento de dúvidas ao longo da apresentação do conteúdo da aula pelo professor. Frequentemente, para o aluno, é imperceptível a apreensão de conteúdo. (MATSUYAMA *et al.*, 2014)

Muitas vezes, o aluno sente dificuldade em enxergar a aplicabilidade dos conceitos presentes nas disciplinas, principalmente no primeiro ano de engenharia onde a maioria das matérias do curso é de cálculo, física e álgebra. Todavia, é importante salientar que a razão dessas matérias estarem na grade tem um ponto de vista da matriz curricular e do projeto pedagógico elaborado para o curso.

Diante disso, a adoção de novos modelos educacionais torna-se necessária, assim o aluno fica estimulado a encontrar soluções para problemas vivenciais, onde possa externar o conhecimento teórico obtido em sala com a prática que o projeto proporciona.

Atualmente, dentre os métodos educacionais aplicados em sala de aula, a Aprendizagem Baseada em Problemas ou Problem Based Learning (PBL), tem se mostrado uma técnica eficiente para complementar e melhorar o aprendizado tradicional.

A dinâmica de ensino proposta neste artigo baseia-se na PBL e vem sendo aplicada na Universidade do Estado do Amazonas desde junho de 2014, com alunos de graduação em Engenharia. O projeto consiste em um modelo de aprendizagem vivencial, onde grupos são envolvidos em experiências concretas, responsabilizando-se por cada área de interesse de uma embarcação, sendo estas: hidrodinâmica, propulsão, refrigeração, mecânica, produção e elétrica; com o objetivo final de confeccionar embarcações em escala reduzida (nautimodelos) da classe rebocador e submetê-las a testes afim de avaliar seu desempenho final.

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma: Inicialmente é apresentado uma breve contextualização sobre a PBL. Na segunda parte, apresenta-se o estudo de caso, seguido da sua metodologia de realização. Por fim, são apresentados os resultados obtidos e as considerações finais

## **2 CONCEITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL)**

O PBL (Problem Based Learning), em português, Aprendizagem Baseada em Problemas, é um método que utiliza problemas do mundo real, que são resolvidos em grupos de alunos, para iniciar e motivar a aprendizagem, desenvolvendo habilidades, auxiliando na assimilação dos conteúdos vistos em sala de aula e pensamento crítico dos alunos.

A metodologia PBL utiliza como principal foco o aluno, estimulando uma atitude ativa do aluno em busca do conhecimento, contrariando os métodos tradicionais que distanciam o acadêmico da busca crítica e consistente da aprendizagem. (SANTANA *et al.*, 2012)

## **3 ESTUDO DE CASO**

Baseado no método PBL, foi desenvolvido o projeto de um nautimodelo em escala reduzida da classe rebocador afim de vivenciar na prática o processo de criação de uma

Organização



Promoção





embarcação, mesmo que em escala reduzida, visto que obedece os mesmos princípios de uma embarcação de grande porte, envolvendo várias áreas da Engenharia.

Uma vez concluído, o nautimodelo foi utilizado no Desafio Universitário de Nautidesign – DUNA, em Joinville – SC. O DUNA é um projeto criado pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus Joinville, e consiste em uma competição universitária de abrangência internacional. Apesar de ser uma competição nova, no Brasil, ela apresenta uma evolução constante que pode ser observada nos modelos construídos e desenvolvidos com o uso de ferramentas sofisticadas criadas pelas próprias equipes.

O projeto DUNA é uma competição onde os universitários são estimulados a desenvolverem e construir um modelo funcional, em escala reduzida, de uma embarcação. Os modelos concebidos pelas equipes, conforme figura 1, são então submetidos a uma série de provas a fim de avaliar a qualidade do seu projeto e construção.

Os alunos foram capazes de aplicar diversos conceitos vistos em sala de aula, fugindo da metodologia de ensino usual, onde muitas vezes não é posto em prática aquilo ensinado e aprendido.

Figura 1 – Modelos desenvolvidos para a competição DUNA.



#### 4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do nautimodelo a divisão em áreas foi necessária, visto que é imprescindível a divisão de tarefas dentro de uma organização, e mesmo que estes sejam responsáveis por seus projetos, a equipe atenta para o fato da necessidade de se ter um bom relacionamento interpessoal, comprometimento, feedbacks internos e geração de inovações pois é isso que o projeto propõem, integrar todas as áreas da engenharia na construção de um nautimodelo.

Inicialmente foi efetuada a pesquisa bibliográfica para embasamento da fundamentação teórica sendo esta composta por todo estudo literário relevante e substancial para o desenvolvimento do projeto. Após isso, foram definidas as metas do projeto para o ano, os objetivos e as estratégias que seriam adotadas para alcançá-los.

Quinzenalmente eram realizadas reuniões para apresentar o que foi desenvolvido, avaliar se algum item deveria ser refeito, discutir o prosseguimento do projeto entre outros tópicos. As reuniões são muito importantes, tendo em vista que além de fazer com que todos fiquem cientes do que está sendo feito, permite, também, ajustar o projeto quando ele passa a envolver duas áreas simultaneamente, o que é algo comum dentro do projeto.

As áreas de engenharia envolvidas no projeto são: Elétrica, Naval, Mecânica e Produção. A seguir, apresenta-se resumos sobre cada área, suas responsabilidades na equipe e os conhecimentos vistos em algumas matérias que se aplicam no projeto.



## 4.1 Engenharia Elétrica

Uma das partes importantes, tratando do ponto de vista prático do projeto, pois, após os dimensionamentos e cálculos (a parte teórica) realizados, vem a parte prática, o contato com os equipamentos dimensionados, o contato com a ferramentaria.

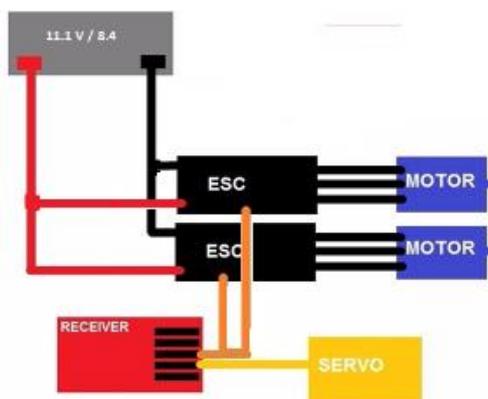
São os responsáveis pelo desenvolvimento do sistema elétrico da embarcação. Juntos, eles projetam os esquemas elétricos, como pode ser observado nas figuras 2 e 3, constroem o controle da embarcação, buscam inovações para serem aplicadas, como por exemplo: a utilização de energia solar, fazem levantamento dos materiais necessários, entre outras atividades.

Ao longo do projeto, eles adquirem mais conhecimento sobre: correntes elétricas, motores, servo motores, baterias e circuitos elétricos. As matérias vistas no curso de engenharia elétrica que auxiliam são: circuitos elétricos, máquinas elétricas, acionamentos elétricos, eletrônica analógica, linguagem de programação, sistemas microprocessados, mecânica dos fluidos e sistema de controle.

Figura 2 – Componentes elétricos do nautimodelo.



Figura 3 – Sistema elétrico do nautimodelo.



## 4.2 Engenharia Naval

Os estudantes dessa área são os mais envolvidos no projeto de criação do nautimodelo da classe rebocador, tendo em vista que acompanham o processo desde a fase inicial até sua finalização. Para projetar a embarcação dividimos os estudantes em equipes, que se tornam responsáveis pelas áreas de: hidrodinâmica, propulsão, estabilidade e design da embarcação.

A área de Hidrodinâmica e Design é responsável por projetar a forma do casco e seus espaços internos visando a redução de resistência ao avanço e um bom desempenho na



interação casco-hélice-água. O nautimodelo é desenhado no software DelftShip, o qual fornece os dados necessários para análise de estabilidade e projeto da propulsão.

O projeto do hélice é a determinação da geometria mais adequada para operar junto ao casco, em certo número de rotações, consumindo uma potência que deve ser fornecida por um conjunto motor-redutor, e impulsionando a embarcação ( em sua condição de deslocamento de projeto) em uma determinada velocidade (PADOVEZZI, 2008)

Após a determinação da geometria do propulsor, os softwares PropCad e SolidWorks são combinados para que a modelagem do hélice seja realizada. É realizada a análise de simulações para que os hélices de melhor desempenho sejam selecionados, impressos em 3D e fundidos.

Utilizamos conceitos vistos principalmente em matérias como: cálculo, física, mecânica dos fluidos, hidrodinâmica e arquitetura naval. Os alunos projetam o casco, figura 4, as hélices da embarcação, figura 5, sistema de manobrabilidade e executam testes para que tudo esteja dentro dos parâmetros desejados.

Figura 4 – Plano de linhas gerado no software DelftShip em comparação com o casco fabricado.

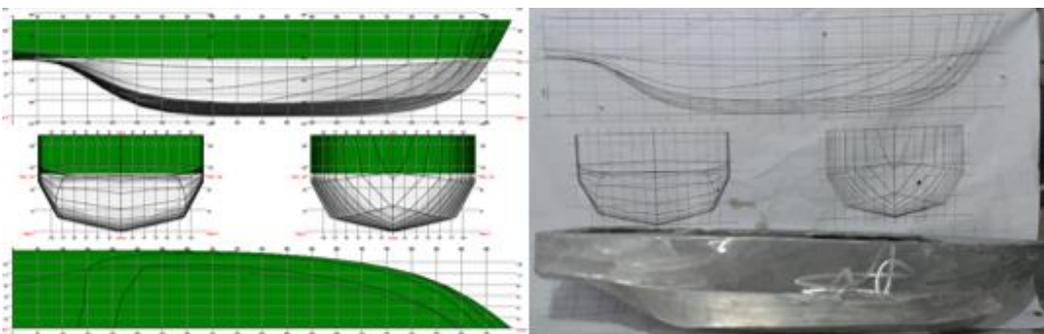


Figura 5 – Resultado final das hélices projetadas.



### 4.3 Engenharia Mecânica

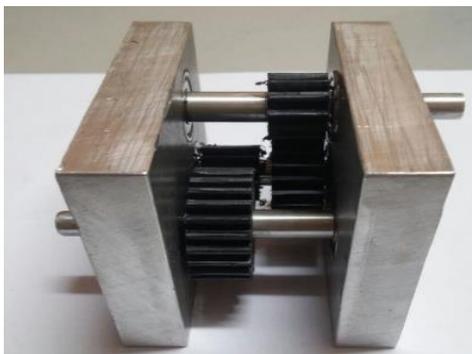
Os principais componentes desenvolvidos por eles, utilizando o software Inventor, são: caixa de redução, figura 6, proteção para os motores e o sistema de refrigeração do nautimodelo.

Ao longo do projeto adquirem experiência em soldagem, usinagem e utilização de ferramentas e máquinas específicas dessa área, algo de grande importância para este setor. Além dos cálculos, dimensionamento e modelagem de peças exclusivas para a embarcação em escala reduzida, é uma área que estimula muito o aluno a ter contato com ferramentas como: chave allen, chave torx, chave de boca combinada, furadeira, entre outras.

Conhecimentos vistos em: cálculo, física, termodinâmica, vibrações mecânicas, usinagem e outras, são colocados em prática.



Figura 6 – Caixa de redução projetada pelos estudantes.



#### 4.4 Engenharia de Produção

Aprendem a lidar com área burocrática e planejamento geral do projeto, conforme a figura 7. Ficam encarregados de cuidar da organização da equipe, cumprimento de metas, marketing, cronogramas, conseguir recursos para o projeto, recrutamento de pessoas e firmar parcerias entre equipe e empresas/escolas/universidades.

Todas essas atividades contemplam a área de engenharia de produção e assemelham-se muito com a realidade que os estudantes irão encontrar quando estiverem no mercado de trabalho. Matérias como: cálculo, pesquisa operacional, administração da produção e engenharia de processos são utilizadas como base nesse âmbito.

Figura 7 – Espiral de projetos desenvolvida para ser utilizada pela equipe.



#### 4.5 Engenharia Química

Área responsável por aplicar o que foi estudado em matérias como: fenômenos de transporte, termodinâmica, operações unitárias e física, na elaboração do sistema de refrigeração da embarcação em conjunto com a área de engenharia mecânica. Atualmente desenvolvem um protótipo de trocador de calor para otimizar a refrigeração dos motores da embarcação.

### 5 RESULTADOS OBTIDOS

#### 5.1 Na Competição

Organização



Promoção





Os modelos concebidos pelas equipes são então submetidos a uma série de provas, como: empurrar uma barcaça com peso estipulado, cabo de guerra entre dois nautimodelos, agilidade, manobrabilidade e circuito com obstáculos, que ocorrem durante vários dias a fim de avaliar a qualidade do projeto e a construção do mesmo.

Em 2014, primeira participação, a equipe utilizou um material diferenciado na construção do casco e confeccionou o próprio controle remoto assim conquistando o título de melhor projeto e terceiro lugar geral na competição.

No ano de 2015, os estudantes apostaram em inovações e melhorias no projeto, vencendo quatro de seis categorias da competição o que os consagrou como equipe campeã geral do DUNA.

Em 2016, a equipe manteve boas posições nas provas e foi capaz de aproveitar o intercâmbio de ideias com os membros das outras equipes, trocando experiência e adquirindo conhecimento. Conquistaram o 1º lugar na prova da barcaça e o 4º lugar na classificação geral do evento, sendo a melhor equipe das regiões norte e nordeste. A figura 8 apresenta o nautimodelo utilizado neste ano.

Figura 8 – Nautimodelo desenvolvido em 2016.



## 5.2 Na Universidade

A equipe é formada por membros proativos, que sempre estão buscando novas maneiras de desenvolver as ideias que surgem. Utilizamos vários softwares para dar forma aos projetos, tais como AutoCAD, Defltpship, SolidWorks, Inventor e PropCad.

Realiza-se processo seletivo para os estudantes, de várias universidades. Geralmente são alunos no seu primeiro ou segundo ano de vários cursos que tem interesse em aprimorar sua formação acadêmica.

Os alunos que possuem mais habilidades na utilização desses softwares auxiliam os demais através de minicursos, onde podem disseminar este conhecimento e contribuir para o crescimento da equipe como um todo. Um resultado significativo dos minicursos realizados dentro da equipe foi obtido em 2016, quando alguns integrantes foram convidados pela coordenação para ministrar cursos para o novos alunos durante a Semana de Tecnologia em 2016, na Universidade do Estado do Amazonas – UEA.

Além disso, os alunos adquirem experiência para redigir relatórios técnicos e artigos científicos para apresentações em congressos, elaborar memorial descritivo que contenham as metodologias utilizadas e o processo de criação do projeto.

## 5.3 No Âmbito Social

Organização



Promoção





Visando a parte social, a equipe desenvolve junto a escolas de ensino médio e eventos estudantis, figura 9, oficinas e palestras, figura 10, a fim de promover debate entre as turmas e tirar dúvidas sobre os cursos. O projeto é levado para exposição dentro das escolas como estímulo sensorial, incitando a curiosidade dos alunos afim de despertar o interesse dos mesmos em cursar Engenharia no nível superior.

Figura 9 – Membros da equipe no evento Porta Abertas, realizado pelo HUB - UEA.



Figura 10 – Palestra realizada pela equipe.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de um modelo de embarcação, em escala reduzida, é uma excelente ferramenta para realizar testes com o propósito de avaliar as características que influenciam na eficiência e funcionalidade da embarcação. As metodologias para o cálculo (...) do comportamento com modelos em escala reduzida, tem uma grande importância no processo de busca de soluções para obtenção de navios mais eficientes. (PADOVEZI, 2008).

Nota-se que o projeto tem como objetivo estimular os alunos a buscarem cada vez mais conhecimento, ultrapassarem as barreiras da teoria e desenvolver novas ferramentas e habilidades que serão úteis para o mercado de trabalho.

Deste modo, o aluno fica interessado no curso porque sabe que são matérias e técnicas que vão ajudá-lo futuramente a ter sucesso na sua área de trabalho (White, 2001).

Esta pesquisa mostra a importância e benefícios da dinâmica de ensino para a formação de profissionais mais qualificados na área de engenharia, através da utilização de um protótipo de classe rebocador, em escala reduzida. Uma excelente ferramenta para realizar testes com o propósito de avaliar as características que influenciam na eficiência e funcionalidade de embarcações e também de diversas outras características das demais áreas da engenharia.



O aprendizado baseado na solução de problemas, em que, a necessidade de se obter respostas às tarefas alocadas, faz aflorar, além da conexão com problemas práticos reais do profissional de engenharia, outros benefícios adicionais: Desenvolvimento do espírito de equipe; Desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas; Motivação para identificar conexões entre as disciplinas; Desenvolvimento da capacidade de tomada de decisões; Desenvolvimento de habilidades de liderança; Desenvolvimento na aplicação dos conceitos de gestão de projetos; Auxílio ao aluno no processo de aquisição e construção do conhecimento.

Esta dinâmica interdisciplinar é capaz de abordar os principais conceitos sobre projeção, gestão e construção, com experiência em setores semelhantes. Ainda, é capaz de proporcionar aos envolvidos a oportunidade de pôr em prática conhecimentos teóricos além de contribuir para o desenvolvimento de habilidades desejáveis para a vida profissional futura do engenheiro, como interação, trabalho em equipe e tomada de decisão, tão necessárias nos dias de hoje.

### *Agradecimentos*

Os autores agradecem à Universidade do Estado do Amazonas, por todo o suporte dado ao projeto durante a construção, e aos demais membros e apoiadores da equipe.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

MATSUYAMA, F.; BEZZON, G.; SANTOS, C. D. G. Avanços no Ensino de Engenharia com Aplicação de Conceitos de PBL Através de Aplicação de Desafios. Revista de Engenharia e Tecnologia, V.6, N.1, 2014.

PADOVEZI, C.D. A importância do projeto hidrodinâmico. Engenheiro Naval, Doutor, Diretor do Centro de Engenharia Naval e Oceânica do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2008.

Santana, C., Cunha, N., & Soares. A. (2012). Avaliação discente sobre a metodologia de ensino baseado em problemas na disciplina de farmacologia. Revista Brasileira de Farmácia.

White, H. (2001). Problem-based learning. Stanford University Newsletter on Teaching, Winter 2001, 11(1)

### **THE IMPORTANCE OF THE DEVELOPMENT OF A REDUCED SCALE VESSEL FOR ENGINEERING EDUCATION**

**Abstract:** *Shipbuilding has been carried out over the years through manufacturing processes based on empiricism and passed down through generations. However, in the last decades, there have been a series of technological advances inserted both in the world market and in the national market. So, to evolve in this area, the tendency is to meet the fundamental*

Organização



Promoção





*prerequisites, that is, to meet the needs of skilled labor, thus encouraging the academic training of engineers and technicians of the region suitable for planning, design and monitoring practices , manufacturing and assembly. This paper proposes the development of a small-scale boat for engineering teaching based on the concept of Problem Based Learning (PBL). The elaboration of the vessel, of the tugboat class, through the bibliographical researches involving all the subareas, that involve several engineering, instituted in the project such as - propulsion, refrigeration, structure, hydrodynamics and design, control system and automation - stimulates the conception that despite the subdivisions adopted in the project as well as in real-size vessels, each area is directly interconnected in the efficiency of the others, so management within the construction team itself is essential to contribute in order to optimize efficiency the vessel in general. The practical result of this article is the production of the vessel used in the Nautidesign University Challenge "DUNA", an international university competition held in Joinville - SC, where the project is submitted to tests in order to analyze its performance.*

**Key-words:** *PBL Method, Engineering, Teaching, Vessel, Project.*

Organização



Promoção

