

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA POLITÉCNICA – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA**

**CONVITE À ENGENHARIA**

**PAULO BRANDÃO DE SOUZA OLIVEIRA**

**SÃO PAULO  
2007**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA POLITÉCNICA – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA**

**CONVITE À ENGENHARIA**

**Trabalho de formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo para  
obtenção do título de graduação em Engenharia.**

**Paulo Brandão de Souza Oliveira**

**Orientador: Marcelo Augusto Leal Alves**

**Área de concentração: Engenharia Mecânica**

**SÃO PAULO  
2007**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Paulo Brandão de Souza  
Convite à engenharia / P.B. de S. Oliveira. -- São Paulo, 2007.  
52 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Produto pedagógico 2. Educação tecnológica 3. Porto de  
Santos 4. Modelos analógicos 5. Laboratórios I. Universidade de  
São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia  
Mecânica II.t.

## RESUMO

O propósito deste projeto é desenvolver um produto pedagógico eficiente em educação tecnológica. Esse produto integra três laboratórios com modelos (Embarcação, Guindaste e Fábrica), cada um com a missão de tornar didática e lúdica a visualização de conceitos tecnológicos fundamentais. A escolha do porto de Santos como cenário é interessante porque encadeia as áreas de engenharia naval, mecânica e produção. Os métodos para a construção dos modelos analógicos seguem uma ordem; o conceito a ser visualizado aponta os parâmetros mais importantes, o equacionamento do modelo simbólico permite o cálculo dos parâmetros críticos e o esboço impõe proporção aos parâmetros construtivos. Os modelos equacionados são: restauração de estabilidade da embarcação sob excitação, movimento pendular do *container* preso ao carro transversal de pórtico e produtividade da linha de produção. O material para construção dos modelos analógicos engloba brinquedos reutilizados, sucata, retalhos de serralheria e material escolar. Os laboratórios despertam a interatividade e a contextualização nos alunos e um questionário exercita a transversalidade e a interdisciplinaridade; fundamentos do sistema de ensino. Os resultados mais significativos estão registrados nos questionários e nas filmagens. A conclusão é que o produto final é eficiente e desperta o interesse dos alunos pela engenharia e pelo porto.

## **ABSTRACT**

The purpose of this project is to prepare models to be used as supporting teaching material to efficiently develop competences and capabilities of grade students. The challenge of this project is to represent in an entertaining way the scope of the areas of naval, mechanical, fabrication engineering. The engineering areas mentioned will be studied in problem dealing situations, simulated in laboratories. The laboratories' titles are – Boat, Crane and Factory. The end result is to allow students to visualize concepts of engineering and mechanics, through the observation of their own experience and interacting with the real-life.

## SUMÁRIO

### LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 Pêndulo invertido .....	15
Figura 4.2 Diagrama de blocos .....	17
Figura 4.3 Esboço da maquete de embarcação .....	19
Figura 4.4 Maquete Embarcação .....	20
Figura 4.5 Laboratório Embarcação .....	20
Figura 4.6 Esboço da maquete do segundo guindaste .....	23
Figura 4.7 Maquete 1º Guindaste.....	24
Figura 4.8 Maquete 2º Guindaste.....	24
Figura 4.9 Esboço Atividades .....	26
Figura 4.10 Laboratório Fábrica .....	27
Figura 4.11 Cartão aceito.....	27

### LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Simulação para modelo carregado.....	18
Gráfico 2 Simulação para modelo descarregado .....	19

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Constante elástica de torção.....	16
Tabela 2 Coeficiente de amortecimento equivalente .....	16
Tabela 3 Momento de inércia polar de massa.....	17
Tabela 4 Dados utilizados para simulação.....	18
Tabela 5 Definição das atividades e configurações da linha .....	25
Tabela 6 Dados estatísticos.....	28

1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA .....	4

2.1 Conceito de modelo em Engenharia.....	4
2.2 Restauração do estado e da estabilidade.....	5
2.2.1 Determinação da constante elástica de torção (TMB).....	5
2.2.2 Determinação da constante de amortecimento equivalente.....	6
2.2.3 Equação do movimento do sistema (TMA).....	6
2.3 Movimento horizontal de articulação com pêndulo .....	7
2.4 Conceito ‘gargalo’ em uma linha de produção.....	8
2.5 Conceitos pedagógicos .....	9
2.5.1 Construtivismo.....	9
2.5.2 Construcionismo.....	9
2.5.3 Fundamentos do sistema de ensino ‘J. Piaget®’ .....	10
2.5.3.1 Transversalidade .....	10
2.5.3.2 Interdisciplinaridade .....	10
2.5.3.3 Interatividade .....	10
2.5.3.4 Contextualização .....	11
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3.1 Laboratório Embarcação.....	12
3.2 Laboratório Guindaste .....	13
3.3 Laboratório Fábrica .....	14
4 RESULTADOS .....	15
4.1 Projeto da maquete de embarcação .....	15
4.1.1 Modelo icônico .....	15
4.1.2 Resultados no <i>Scilab</i> .....	18
4.1.3 Esboço da maquete .....	19
4.1.4 Maquete Embarcação .....	20
4.2 Projeto da maquete do segundo guindaste.....	21
4.2.1 Modelo simbólico .....	21
4.2.2 Esboço da maquete .....	23
4.2.3 Maquete Guindastes .....	24
4.3 Projeto das atividades de linha de produção.....	25
4.3.1 Tabela de definição das atividades .....	25
4.3.2 Esboço Atividades .....	26

4.3.3 Atividades em linha de produção .....	27
4.4 Dados estatísticos .....	28
5 DISCUSSÃO .....	29
6 CONCLUSÕES .....	31
7 ANEXOS .....	32
ANEXO A – CERTIFICADOS DAS CAPACITAÇÕES .....	32
ANEXO B – QUESTIONÁRIO ÀS PROFESSORAS .....	33
ANEXO C – SUGESTÕES PARA INTERDISCIPLINARIDADE .....	34
ANEXO D – QUESTIONÁRIO (2 <sup>a</sup> SÉRIE) .....	35
ANEXO E – QUESTIONÁRIO (3 <sup>a</sup> SÉRIE) .....	39
ANEXO F – QUESTIONÁRIO (4 <sup>a</sup> SÉRIE) .....	43
ANEXO G – QUESTIONÁRIO (5 <sup>a</sup> SÉRIE) .....	47
8 LISTA DE REFERÊNCIAS.....	51
9 CRONOGRAMA .....	52

## 1) INTRODUÇÃO

A revolução do conhecimento é uma necessidade declarada, segundo citação da divisão educacional do grupo LEGO®:

“O final do século XX trouxe a revolução do conhecimento e da tecnologia e, com ela, novas exigências pessoais e profissionais. Estamos vendo um mundo novo como jamais visto antes, que valoriza as habilidades e competências pessoais e não apenas a quantidade de informação.”

*Divisão Educacional do grupo LEGO®*

O projeto inspirou-se na proposta desenvolvida pela ‘LEGO®’ em parceria com o MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), em uso nos EUA, na Europa e em mais de 50 países. O projeto ‘LEGO® ZOOM’ fornece às escolas todo o material didático pedagógico que compõe a proposta da sua divisão educacional.<sup>1</sup>

Entretanto, o planejamento do projeto ‘Convite à Engenharia’ baseou-se na proposta do sistema de ensino ‘J. Piaget®’ e seu desenvolvimento compatível aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Este projeto foi realizado no ‘Colégio Jean Piaget São Vicente®’, localizado na baixada santista, e teve o porto de Santos como tema. No processo criativo do projeto, três situações-problema foram consideradas interessantes: o equilíbrio de embarcações, o levantamento e traslado de cargas por guindastes e a produtividade de uma linha de produção. Essas situações-problema, quando estudadas através de maquetes, foram consideradas lúdicas e com conceitos de engenharia adequados ao ensino fundamental e, porque não, possíveis de serem representadas através de *kits* de montagem, como no projeto ‘LEGO® ZOOM’.

Então, essas situações foram colocadas de acordo com a logística no transporte de um *container*; primeiro, a sua chegada ao porto através da embarcação, depois seu carregamento para fora da embarcação através de guindaste e, por fim, a utilização do material que está dentro do *container* numa linha de produção de uma fábrica.

---

<sup>1</sup> Informações nos sites [www.edacom.com.br](http://www.edacom.com.br) e [www.revistazoom.com.br](http://www.revistazoom.com.br)

O despertar do interesse dos alunos sobre conceitos de Engenharia e sobre o porto de Santos foi, então, finalidade deste projeto.

O projeto ‘Convite à Engenharia’ teve como objetivo satisfazer a necessidade real, ou seja, construir maquetes, apresentar os conceitos nos laboratórios e habilitar os estudantes.

Os métodos realizados para atingir o objetivo abrangeram a Engenharia e a Pedagogia; revisão de conceitos em Metodologia do Projeto, Vibrações Mecânicas, Administração Industrial e Estruturas, cálculo dos parâmetros críticos para a construção do produto e capacitação no sistema de ensino ‘J. Piaget®’.

No planejamento, os projetos básicos levantaram parâmetros construtivos para avaliação da viabilidade. A realização de uma pesquisa com o corpo docente através de questionários (ANEXO A e B) serviu para aprimorar o planejamento e o estudo de viabilidade. Citação do Regimento Escolar define o meio sócio-econômico:

“O Colégio Jean Piaget atua na cidade de São Vicente trabalhando com crianças da região, principalmente de bairros mais carentes, proporcionando várias bolsas de estudo como parte de sua proposta. Alcança também bairros nobres da cidade, atendendo a classe média e média alta.”

*Regimento Escolar*

No 1º semestre, foram realizados encontros com a coordenação e corpo docente às segundas-feiras para atualizações do desenvolvimento dos laboratórios e três capacitações aos sábados em São Bernardo do Campo (Colégio Jean Piaget). Tais capacitações apresentaram fundamentos do sistema de ensino para que fossem exercitados no decorrer dos laboratórios.

No 2º semestre, foram realizados seis encontros de 50 minutos cada, totalizando 300 minutos; para realização dos laboratórios. Um desenho animado (acessível no site [www.portodesantos.com.br](http://www.portodesantos.com.br) em ‘Porto Kids’) foi apresentado aos alunos antes dos laboratórios. Nos laboratórios, a situação-problema foi abordada levantando-se **hipóteses** para, depois, prová-las.

O projeto foi registrado em vídeo. Os alunos receberam um questionário para auxiliar seu aprendizado, que, junto com os vídeos, possibilitou a discussão dos resultados do projeto.

## 2) REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1) Conceito de modelo em Engenharia

A construção do produto, nesse projeto, será tratada como construção de maquete, e não como construção de modelo. As representações não tiveram como função levantar dados em testes e ensaios para determinação de características de operação dos protótipos, mas sim demonstrar didaticamente os conceitos de Engenharia selecionados.

Então, as maquetes foram apresentadas aos alunos como modelos que determinam como o protótipo vai se comportar. Essas definições são importantes já que se diferenciam pelo ponto de vista; **maquete** será a denominação do produto final do projeto e **modelo** é o conceito que o produto final deve passar. Portanto, a função da maquete é passar o conceito de modelo em Engenharia.

Paulo Carlos Kaminski define que modelos são representações idealizadas de uma situação real, criados com a finalidade de auxiliar na análise e/ou previsão de determinado fenômeno ou processo. E classifica três tipos de modelo:

Modelos icônicos são esquemas, fluxogramas, diagramas, desenhos, perspectivas, maquetes físicas ou eletrônicas, protótipos obtidos de sistemas de prototipagem rápida etc. utilizados para a visualização do produto em seus vários aspectos. Os modelos icônicos são utilizados em praticamente todas as fases e/ou ciclos da espiral do projeto, com especial ênfase no estudo de viabilidade e projeto básico.

Modelos analógicos podem ser protótipos ou modelos reduzidos (modelos em escala reduzida de navios, plataformas offshore etc. para ensaios em tanque de prova, por exemplo) do produto, utilizados avaliar o funcionamento por meio de medidas experimentais. Há ainda os modelos que representam o funcionamento do produto através de leis físicas análogas.

Modelos simbólicos são relações matemáticas (equações ou inequações) que representam as leis físicas ou químicas que regem as várias propriedades do produto, permitindo avaliar, de forma compacta, seu desempenho funcional e construtivo.

## 2.2) Restauração do estado e da estabilidade

O desempenho funcional da primeira maquete é a capacidade de se distinguir a restauração do estado e da estabilidade. Um sistema de pêndulo invertido com uma mola de torção em sua base representa essa situação-problema. A mola de torção do sistema faz o papel da força Empuxo na embarcação.

A equação do equilíbrio, a equação de energia dissipada e a equação do movimento desse sistema foram os modelos simbólicos adotados.

Pelo Teorema do Movimento do Baricentro (T.M.B.), o momento torçor representado pelo torque da mola de torção deve igualar-se ao momento causado pela força Peso; assim será obtida a constante elástica de torção.

A energia de dissipação por atrito viscoso é representada pela energia dissipada por histerese da mola de torção do sistema; a constante de amortecimento equivalente será determinada igualando-se as energias de dissipação.

Do Teorema do Momento Angular (T.M.A.) será deduzida a equação do movimento do sistema escolhido para representar o movimento da embarcação.

### 2.2.1) Determinação da constante elástica de torção (T.M.B.)

Equação (1). Equilíbrio (momento torçor igual ao momento do Peso).

$$\theta * K_t = P * d$$

- $\theta$  é o ângulo de torção;
- $K_t$  é a constante elástica de torção;
- $P$  é a força peso;
- $d$  é a distância do pólo ao vetor Peso.

Simplificação: o seno do ângulo  $\theta$  é deduzido pela geometria e  $\theta$  é considerado pequeno.

$$\operatorname{sen} \theta = d / \sqrt{d^2 + r^2} \approx \theta$$

Então, a Eq.(1) fica:

$$K_t = P * y$$

- $y$  é a distância do pólo ao centróide.

### 2.2.2) Determinação da constante de amortecimento equivalente

Equação (2). Energia (dissipação por atrito viscoso igual à por Histerese).

$$\pi * C_{eq} * w_f * \theta^2 = \pi * b * K_t * \theta^2$$

Simplificando:

$$C_{eq} = (b * K_t) / w_f$$

- $C_{eq}$  é a constante de amortecimento equivalente;
- $b$  é o coeficiente de Histerese;
- $w_f$  é a freqüência imposta ao sistema.

### 2.2.3) Equação do movimento do sistema (T.M.A.)

Equação (3). Movimento do pêndulo invertido.

$$J * \theta'' = [-C_{eq} * \theta' - K_t * \theta + L * F_o * \sin(w_f * t)]$$

- $F_o$  é a força da onda;
- $L$  é comprimento submerso;
- $J$  é o momento de inércia polar de massa.

O momento de inércia polar de massa será calculado a partir de:

Equação (4). Momento de inércia polar de massa.

$$J = M * y^2$$

- $M$  é a massa.

### 2.3) Movimento horizontal de articulação com pêndulo

O desempenho funcional dessa maquete é a capacidade de se manipular o carro transversal para inibir o movimento pendular. O Teorema do Momento Angular (T.M.A.) fornece a equação que é o modelo simbólico do movimento pendular do *container* preso ao carro transversal:

Equação (5). Movimento do pêndulo.

$$m * (L * \theta'' + y'') = - m * g * \sin \theta$$

- $m$  é a massa do *container* da maquete;
- $L$  é o comprimento do cabo;
- $\theta$  é o ângulo do pêndulo em relação ao estado inicial;
- $y$  é o deslocamento da articulação;
- $g$  é a aceleração da gravidade.

Simplificação é feita considerando  $\sin \theta = \theta$ :

$$L * \theta'' + g * \theta = - y''$$

Equação (6). Desaceleração da articulação.

$$- y'' = v_o / t_p$$

Idealizando-se inibição do movimento pendular com velocidade final do carro transversal igual a zero.

- $t_p$  é o tempo de frenagem;
- $v_o$  é a velocidade inicial (antes da frenagem).

Equação (7). Solução homogênea.

$$\theta = A * \sin(w * t) + B * \cos(w * t)$$

- A e B são constantes.
- $w$  é a freqüência natural do sistema.

Equação (8). Solução particular.

$$\theta = -v_o / (t_p * g)$$

Equação (9). Solução homogênea mais a particular.

$$\theta = A * \sin(w * t) + B * \cos(w * t) - v_o / (t_p * g)$$

$$\theta' = A * w * \cos(w * t) - B * w * \sin(w * t)$$

Equação (10). Freqüência natural do pêndulo.

$$w = (g / L)^{1/2}$$

## 2.4) Conceito ‘gargalo’ em uma linha de produção

A etapa da linha de produção que determina sua produtividade é conhecida como ‘gargalo’ da linha. Qualquer atraso nesta etapa acarreta sistematicamente atraso na produção.

É importante ressaltar que, nesse projeto, uma atividade realizada por alunos será indicada como ‘gargalo’ da linha e, por isso, o conceito não deve ser tratado como estorvo; deve-se ressaltar a importância e atenção essencial a essa etapa. Afinal, não haveria produção nenhuma sem o ‘gargalo’!

## **2.5) Conceitos pedagógicos**

A divisão educacional da LEGO® descreve Construtivismo e Construcionismo no manual didático-pedagógico do seu projeto de educação tecnológica (Zoom Editora Educacional Ltda.) através de textos traduzidos e adaptados do site [www.lego.com](http://www.lego.com).

### **2.5.1) Construtivismo**

A teoria do conhecimento de Piaget, estipulando que o conhecimento é construído pela criança, é conhecida como Construtivismo. As crianças não são vistas como recipientes vazios nos quais podemos derramar conhecimentos. Pelo contrário, elas são elaboradoras de teorias, que constroem e rearranjam os conhecimentos com base em suas experiências de mundo.<sup>2</sup>

### **2.5.2) Construcionismo**

Essa teoria (Construcionismo) incluía tudo que estava associado ao Construtivismo de Piaget, mas ia além dele, afirmando que a aprendizagem construtivista acontece especialmente bem quando as pessoas estão engajadas na construção de um produto, algo externa a elas como um castelo de areia, uma máquina, um programa de computação ou um livro.<sup>2</sup>

O Construcionismo é um modo de tornar as idéias formais e abstratas – bem como as relações – mais concretas, mais visuais, mais tangíveis, mais manipuláveis e, consequentemente, mais prontamente compreensíveis.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Trechos do manual didático-pedagógico (Zoom Editora Educacional Ltda.)

### **2.5.3) Fundamentos do sistema de ensino ‘J. Piaget®’**

Foram realizadas três capacitações; “Sistema de ensino J. Piaget”, “Indicadores de desempenho de sua escola” e “Utilização de barras e cores no ensino da Matemática”, todas no Colégio Jean Piaget em São Bernardo do Campo, junto a membros do corpo docente do Colégio Jean Piaget de São Vicente e de outros colégios. O sistema de ensino adotado possui quatro fundamentos básicos. Para apresentá-los, foram utilizados textos do site [www.jpiaget.com.br](http://www.jpiaget.com.br).

#### **2.5.3.1) Transversalidade**

Os temas transversais são abordados desde a Educação Infantil, visando estimular o auto-conhecimento e o conhecimento do outro, para que floresça o respeito às maneiras diferentes de ser e pensar, e se consolide a convivência harmoniosa.<sup>3</sup>

#### **2.5.3.2) Interdisciplinaridade**

O saber não é dissociado, fragmentado. Ele é abrangente a toda a realidade que nos cerca. Do mesmo modo, as disciplinas não são individualizadas. Elas se unem e se completam. Por isso, a nossa concepção de ensino privilegia a inter-relacionalidade dos conteúdos programáticos.<sup>3</sup>

#### **2.5.3.3) Interatividade**

Em nosso sistema, o educando interage o tempo todo com seu próprio aprendizado. Isso quer dizer que vai sendo convidado a participar, a colocar as suas experiências, vivências, conhecimentos já adquiridos. Ele vai pensando, respondendo e, aos poucos, um ‘novo’ conceito é criado. As atividades são compostas para motivar o educando e conduzi-lo à reflexão e busca de respostas. Ele constrói seu conhecimento, caminhando junto com o professor que, agora, exerce o papel de mediador e não de ‘doador’ de resultados fechados.<sup>3</sup>

#### **2.5.3.4) Contextualização**

A interatividade pressupõe toda uma preocupação com o contexto, isto é, com a realidade em que vive o aluno. Ele só poderá interagir realmente se estiver sendo apresentado algo significativo e pertinente ao seu cotidiano. Sabe-se que todo aluno traz conhecimentos prévios e experiências variadas. O nosso material busca, em vista disso, relacionar os conceitos que precisam ser transmitidos à realidade concreta do aluno.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Textos no site do sistema de ensino [www.jpiaget.com.br](http://www.jpiaget.com.br)

### 3) MATERIAIS E MÉTODOS

O planejamento do projeto considerou os questionários respondidos pelas professoras, solucionando dúvidas quanto à adequação dos conceitos e acrescentando sugestões.

O projeto básico das maquetes consiste no desenvolvimento do modelo simbólico. O modelo simbólico rege a propriedade do produto e permite avaliar seu desempenho funcional e construtivo de forma compacta. O produto tem a função de expor o conceito de Engenharia de forma didática. O modelo simbólico deve, então, avaliar se é possível construir a maquete e se esta possibilitará a visualização do conceito.

Quanto ao material, principalmente brinquedos foram reutilizados, a fim de tornar o aprendizado mais lúdico. Vale lembrar que o método de abordagem das situações-problema consiste em levantar hipóteses para depois prová-las falsa ou verdadeira.

Os resultados foram registrados em filmagem e questionários. Dúvidas e participação dos alunos mostraram a aceitação do produto pedagógico e seu mercado potencial.

#### 3.1) Laboratório Embarcação

A situação-problema apresentada nesse laboratório pressupõe que embarcações balançam.

A primeira hipótese supõe que a embarcação balança menos com os lastros cheios e a segunda supõe que balança menos com os lastros vazios. Portanto, a maquete deve balançar visivelmente mais em um dos casos.

Para determinar parâmetros construtivos, o modelo simbólico foi simulado no *software Scilab*. Nesse caso, foram testadas duas alternativas (embarcações de brinquedo) com pesos diferentes. A melhor alternativa, assim como os parâmetros críticos (massas nas duas situações), foi escolhida quando uma das simulações **demonstrou o dobro** de oscilações em relação à outra, no mesmo intervalo de tempo.

Outros conceitos discutidos em laboratório foi flutuação; delimitou-se o volume submerso da embarcação responsável por sua flutuação, e energia em coluna de água; a energia potencial causou propulsão suficiente para movimentar o modelo. Os parâmetros construtivos necessários para demonstrar tais conceitos foram determinados com cálculos simples e através de um esboço.

O material usado na construção englobou brinquedos reutilizados e sucata (três latas de alumínio, garrafa PET, copos de plástico, canudo dobrável e isopor). As latas fazem o papel de lastros auxiliares, isopor faz o papel de convés, a garrafa PET é o reservatório, os copos formam o *container* e brinquedos são reutilizados no casco da embarcação e num volante composto de corda e engrenagens para direcionar o bocal (canudo dobrável).

### 3.2) Laboratório Guindaste

A situação-problema apresentada nesse laboratório pressupõe que levantar e movimentar cargas exige esforço e precisão. Para isso foram utilizados dois tipos de guindaste: o primeiro guindaste movimenta a carga verticalmente, e o outro possui um nível para o transporte horizontal da carga. A redução do esforço por associação de roldanas e a precisão da desaceleração do carro transversal foram os conceitos discutidos.

A primeira prova de hipótese supõe menor esforço associando-se as roldanas. Portanto, a maquete do primeiro guindaste deve ser capaz de equipar roldanas em associação. Sua estrutura também deve possuir treliças a fim de dar oportunidade a comentários sobre a otimização da resistência estrutural. Um brinquedo foi reutilizado, tornando o esboço desnecessário.

Por outro lado, na prova da segunda hipótese, a construção da maquete do segundo guindaste baseou-se nos parâmetros críticos, comprimentos do cabo e da lança, de seu desempenho funcional. Eles foram calculados a partir da seguinte condição: intervalo de tempo suficiente para acelerar e frear manualmente o carro transversal. A realização do esboço ajudou a definir parâmetros construtivos proporcionais às dimensões dos parâmetros críticos.

A hipótese, neste caso, supõe que quanto mais rápido movimentar-se o carro transversal, mais rápido o *container* é depositado em seu suporte.

Outro conceito foi apresentado; o *container* foi idealizado em formato de duplo-cone para que, depositado nesse suporte, rolasse até a caçamba do caminhão de brinquedo. Uma experiência semelhante pode ser encontrada no site [www.conviteafisica.com.br](http://www.conviteafisica.com.br). Um nível de bolha foi acoplado ao suporte para demonstrar a posição horizontal do suporte. Então as hastes de alumínio que compõem o suporte foram montadas neste plano e em posição não paralela que favorecesse o rolamento do *container* para a caçamba do caminhão de brinquedo. Fica claro o aproveitamento da geometria e da ação gravitacional para provocar movimento em um suporte horizontal.

Retalhos de uma serralheria foram usados na construção do segundo guindaste e do suporte do *container*, brinquedos foram reutilizados na representação do carro transversal e do caminhão.

### **3.3) Laboratório Fábrica**

A situação-problema apresentada nesse laboratório pressupõe que fabricar exige produtividade e qualidade. Duas configurações de linha de produção foram idealizadas com atividades lúdicas como recortar, pintar e colar.

As hipóteses supõem maior produtividade com maior número de alunos na atividade ‘gargalo’, sem alterar o total de alunos na linha.

O parâmetro crítico é a etapa da linha que retém a produção, conhecida como ‘gargalo’. O produto escolhido a ser fabricado foram cartões de Natal e uma das atividades de recortar foi projetada para ser a etapa ‘gargalo’ da linha na sua primeira configuração. Uma das atividades de colar foi projetada para ser o ‘gargalo’ apenas na segunda configuração, com maior produtividade.

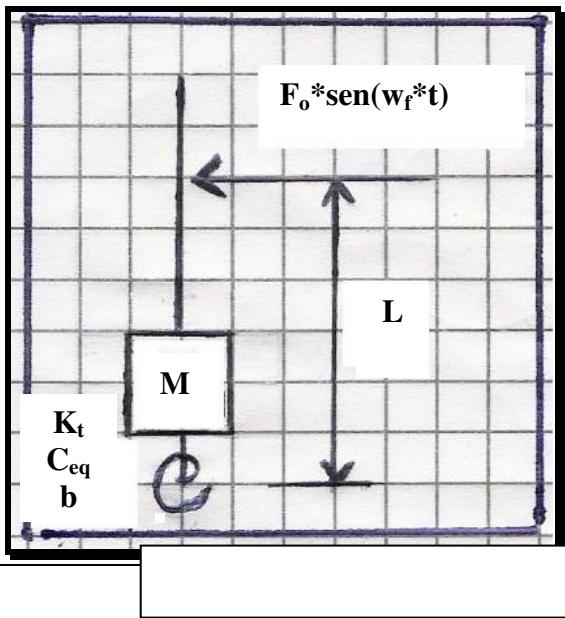
O material utilizado para a representação da fábrica foram mesas, cadeiras e material escolar (papel, caneta, tesoura, furador, cola); todos cedidos pelo colégio.

## 4) RESULTADOS

### 4.1) Projeto da maquete de embarcação

#### 4.1.1) Modelo icônico

O modelo icônico de uma embarcação oscilando angularmente é o sistema de pêndulo invertido com mola de torção em sua base excitado por força a uma distância do pólo. O modelo icônico foi utilizado para duas situações; a embarcação está com os lastros cheios na primeira e com os lastros vazios na segunda.



Os parâmetros críticos são as massas da maquete de embarcação, que definiram o quanto uma situação balança mais que a outra. Duas alternativas foram simuladas no *Scilab*. A alternativa escolhida definiu **1,5 kg** para a maquete carregada e **0,5 kg** para a maquete descarregada.

Os dados estimados e as variáveis calculadas com o auxílio das equações abaixo para as duas situações estão nas tabelas seguintes.

A Eq. (1) foi utilizada para o cálculo das constantes elásticas de torção:

$$K_t = P * \gamma$$

Variáveis	Modelo carregado	Modelo descarregado	Unidades em S.I.
<b>P: peso</b>	15	5	N
<b>y: distância do pólo ao centro de gravidade</b>	0,058	0,036	M
<b>K<sub>t</sub>: constante elástica de torção</b>	0,87	0,18	N*m/rad

**Tabela 1. Constante elástica de torção**

O cálculo de **y** baseou-se na distância do pólo ao centróide nos casos de ‘Semicírculo’ para o modelo carregado e de ‘Arco circular fino’ para o modelo descarregado.

A Eq. (2) foi utilizada para o cálculo dos coeficientes de amortecimento equivalentes:

$$C_{eq} = (b * K_t) / w_f$$

Variáveis	Modelo carregado	Modelo descarregado	Unidades em S.I.
<b>w<sub>f</sub>: freqüência de excitação</b>	6,28		rad/s
<b>b: coeficiente de Histerese</b>	0,01		rad <sup>-1</sup>
<b>C<sub>eq</sub>: coeficiente de amortecimento equivalente</b>	24*10 <sup>-4</sup>	8*10 <sup>-4</sup>	N*m*s/rad <sup>3</sup>

**Tabela 2. Coeficiente de amortecimento equivalente**

O coeficiente de Histerese **b** foi presumido **0,01 rad<sup>-1</sup>**; dez vezes menor que o comumente usado para sólidos.

A Eq. (4) foi utilizada para o cálculo do momento de inércia polar de massa:

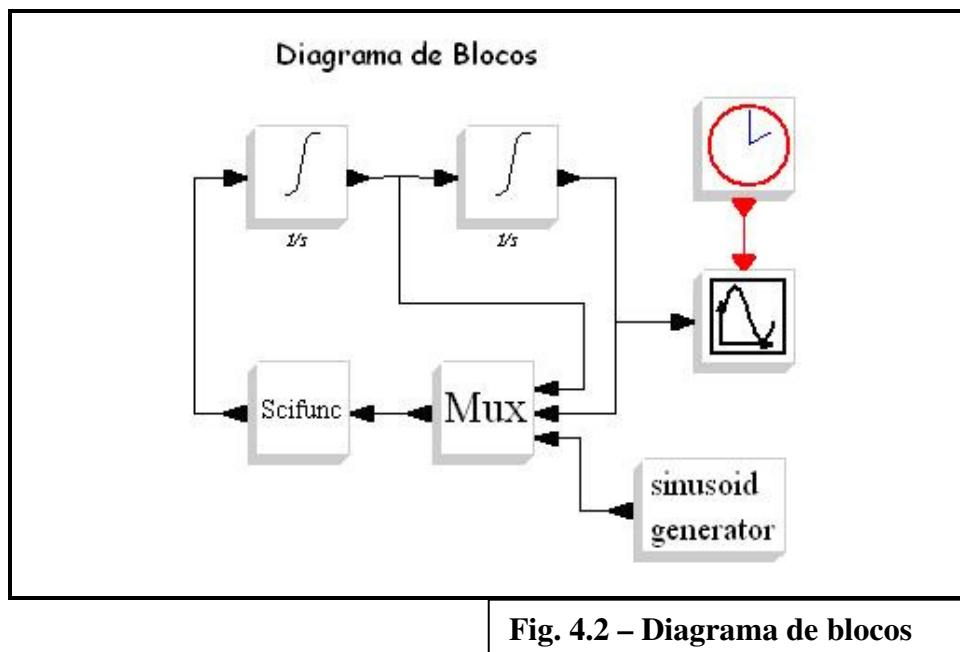
$$J = M * y^2$$

Variáveis	Modelo carregado	Modelo descarregado	Unidades em S.I.
<b>M: massa</b>	1,5	0,5	kg
<b>y: distância do centróide</b>	0,058	0,036	m
<b>J: momento de inércia polar de massa</b>	0,0050	0,0007	kg*m <sup>2</sup>

**Tabela 3. Momento de inércia polar de massa**

Eq. (3) foi utilizada para a composição da função inserida no *Scifunc* do diagrama de blocos. O diagrama de blocos é montado no *Scicos* do *Scilab*:

$$J * \theta'' = (-C_{eq} * \theta' - K_t * \theta + L * F_o * \sin(w_f * t))$$



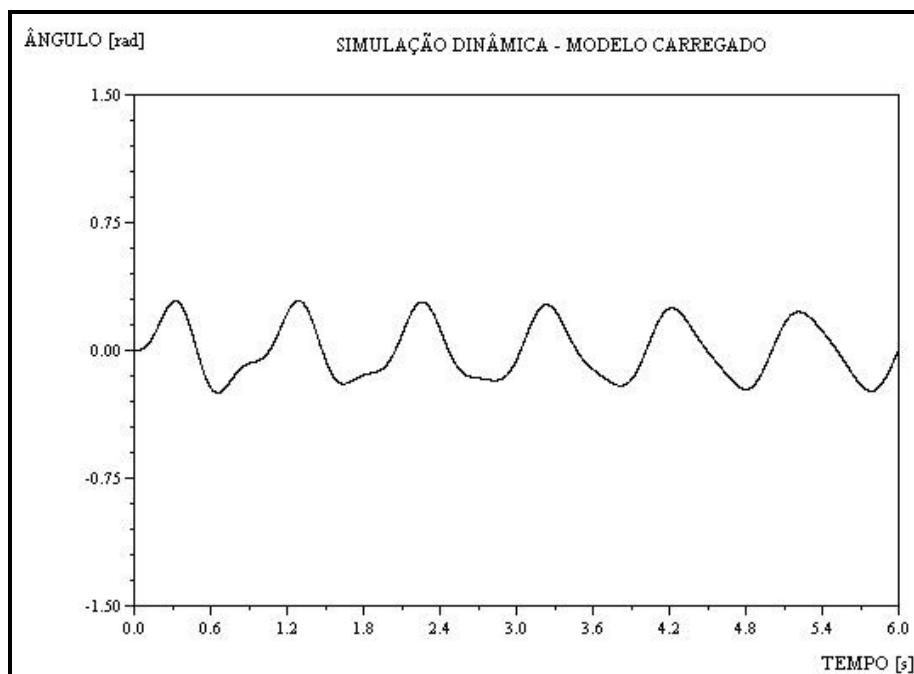
Os dados da tabela seguinte foram utilizados nessa função para se obter as duas simulações desejadas. A força  $F_o$  da onda foi estipulada em **5,0 N** e a freqüência  $w_f$  dessa onda em **1,0 Hz** ou **6,28 rad/s**. Os braços das forças das ondas foram estimados **0,03 m** para a situação carregada e **0,02 m** para a situação descarregada:

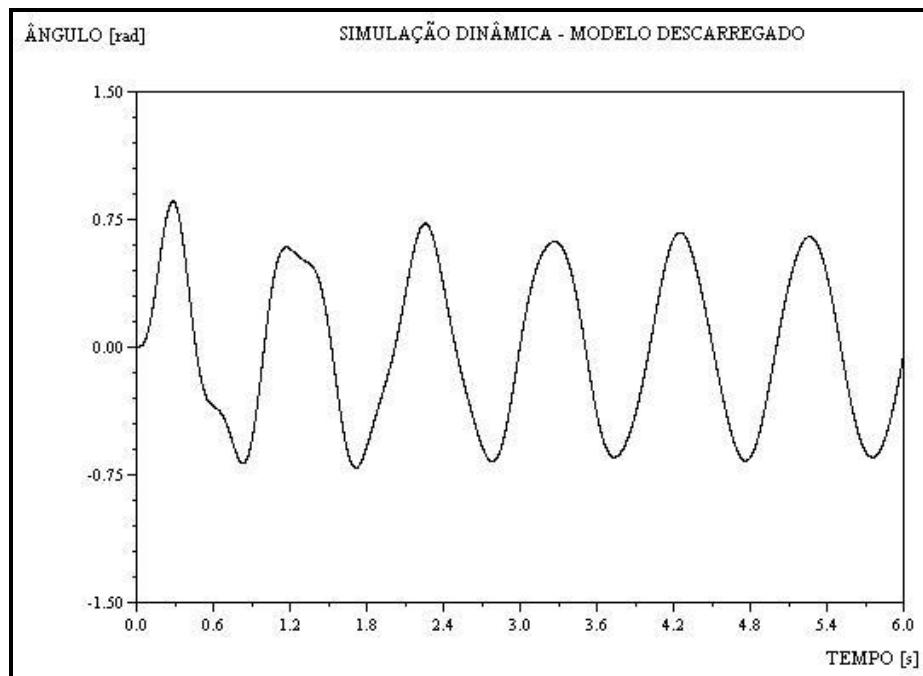
Variáveis	Modelo carregado	Modelo descarregado	Unidades em S.I.
<b>J: momento de inércia polar de massa</b>	0,0050	0,0007	kg*m <sup>2</sup>
<b>C<sub>eq</sub>: coeficiente de amortecimento equivalente</b>	24*10 <sup>-4</sup>	8*10 <sup>-4</sup>	N*m*s/rad <sup>3</sup>
<b>K<sub>t</sub>: constante elástica de torção</b>	0,87	0,18	N*m/rad
<b>L: braço da força da onda</b>	0,03	0,02	m
<b>F<sub>o</sub>: força da onda</b>		5,0	N
<b>w<sub>f</sub>: freqüência de excitação</b>		6,28	rad/s

**Tabela 4. Dados utilizados para simulação**

#### 4.1.2) Resultados no *Scilab*

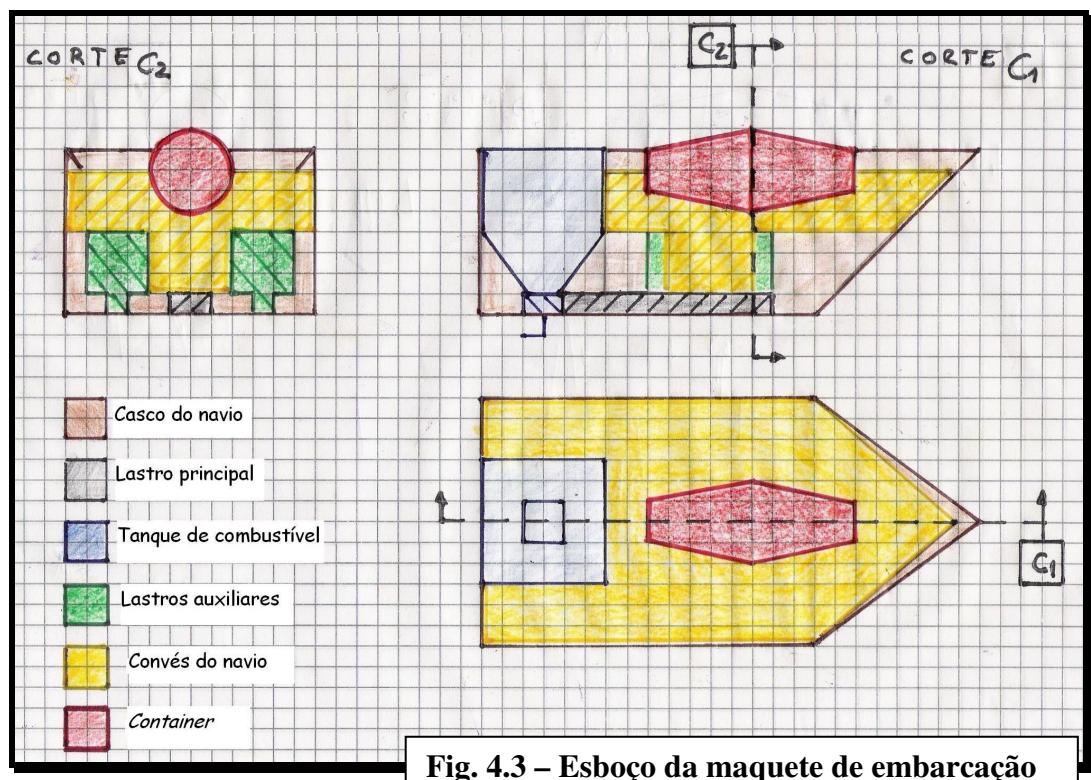
A alternativa foi considerada adequada quando uma das simulações apresentasse amplitude de oscilação duas vezes maior que a outra.





**Gráfico 2. Simulação para modelo descarregado**

#### 4.1.3) Esboço da maquete



#### 4.1.4) Maquete Embarcação

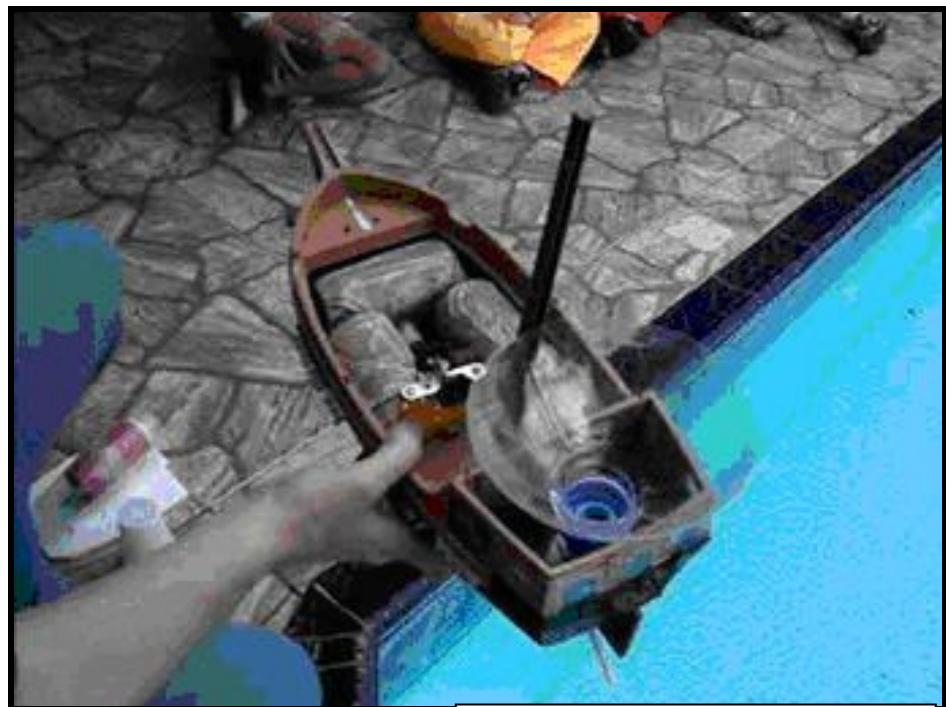


Fig. 4.4 – Maquete Embarcação



Fig. 4.5 – Laboratório Embarcação

O material usado na construção englobou brinquedos reutilizados e sucata (três latas de alumínio, garrafa PET, copos de plástico, canudo dobrável e isopor). As latas fazem o papel de lastros auxiliares, isopor faz o papel de convés, a garrafa PET é o reservatório, os copos formam o *container* e brinquedos são reutilizados no casco da embarcação e num volante composto de corda e engrenagens para direcionar o bocal (canudo dobrável).

#### 4.2) Projeto da maquete do segundo guindaste

##### 4.2.1) Modelo simbólico

$$L * \theta'' + g * \theta = - y''$$

A resolução da equação homogênea mais a particular fica:

$$\theta = A * \sin(w * t) + B * \cos(w * t) - v_o / (t_p * g)$$

$$\theta' = A * w * \cos(w * t) - B * w * \sin(w * t)$$

Condições iniciais do problema (carro transversal parado):

$$\theta(0) = 0$$

$$\theta'(0) = 0$$

Determinação das constantes A e B:

$$A = 0$$

$$B = v_o / (t_p * g)$$

Solução homogênea mais a particular fica:

$$\theta = [v_o / (t_p * g)] * \cos(w * t) - v_o / (t_p * g)$$

$$\theta' = -[v_o / (t_p * g)] * w * \sin(w * t)$$

Para  $t = t_p$ , tem-se:

$$\theta = [v_o / (t_p * g)] * [\cos(w * t_p) - 1]$$

Deseja-se:

$$\theta(t_p) = 0$$

Então:

$$\cos(w * t_p) = 1$$

$$w * t_p = 2 * \pi$$

Em intervalo, considerado mínimo, de tempo de **1 segundo** para acelerar e frear manualmente o carro transversal tem-se afinal:

$$t_p = 1 \text{ s}$$

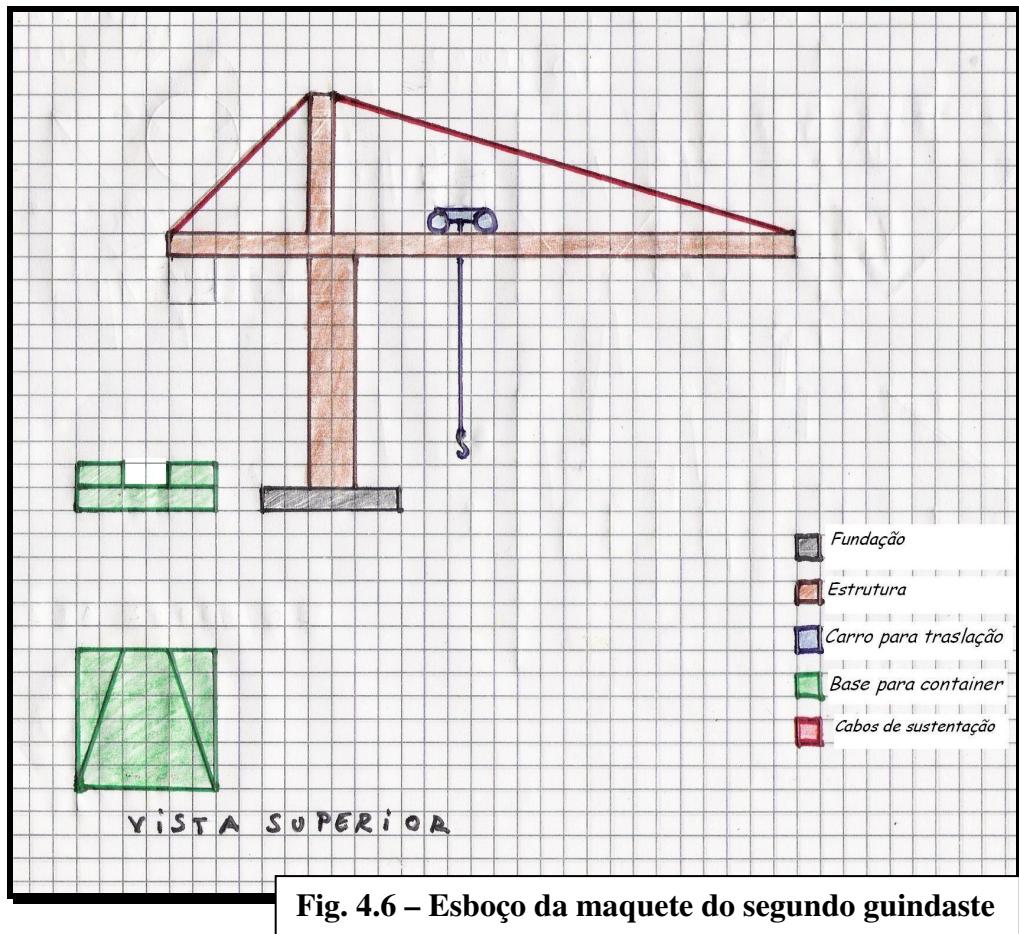
$$w = 2 * \pi$$

$$w = (g / L)^{1/2}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$L = 0,25 \text{ m}$$

#### 4.2.2) Esboço da maquete



Com  $L = 0,50\text{ m}$ , o tempo de operação fica em **1 segundo e 30 centésimos**.

O esboço proporciona o parâmetro construtivo comprimento da lança, que foi definido em  $S = 1,00\text{ m}$ .

Assim, o parâmetro construtivo comprimento do cabo ficou entre esses dois valores limites. No carro transversal, um carretel permitiu regular o comprimento do cabo entre os limites.

Outro conceito foi apresentado; o *container* foi idealizado em formato de duplo-cone para que, depositado em um suporte, rolasse até a caçamba do caminhão de brinquedo. Um nível de bolha foi acoplado ao suporte para provar sua horizontalidade. Então as hastes de alumínio que compõem o suporte foram montadas neste plano horizontal e em posição não paralela que favorecesse o rolamento do *container* para a caçamba do caminhão de brinquedo. Ficou claro o aproveitamento

da geometria e da ação gravitacional para provocar movimento em um suporte horizontal.

Retalhos de uma serralheria foram reutilizados na construção do segundo guindaste e do suporte do *container* e brinquedos reutilizados na construção do carro transversal e na representação de um caminhão.

#### 4.2.3) Maquetes Guindastes



**Fig. 4.7 – Maquete 1º Guindaste**



**Fig. 4.8 – Maquete 2º Guindaste**

### 4.3) Projeto das atividades de linha de produção

#### 4.3.1) Tabela de definição das atividades

Atividade	Configuração A	Tempo médio em A	Configuração B	Tempo médio em B
Escrever 'Feliz Natal'	1 aluno	13 s		
Pintar o tronco de marrom	1 aluno	10 s	1 aluno	23 s
Recortar folhas verdes	1 aluno	<b>1 min e 15 s</b>	3 alunos	25 s
Fazer enfeites vermelhos com furador	1 aluno	2 s	1 aluno	2 s
Colar as folhas verdes	1 aluno	22 s	1 aluno	22 s
Colar enfeites vermelhos	1 aluno	33 s	1 aluno	<b>33 s</b>
Dobrar papel	1 aluno	14 s		
Colar estrela	1 aluno	6 s	1 aluno	20 s

**Tabela 5 – Definição de atividades e configurações da linha**

O tempo necessário para as devidas observações foram 5 minutos para a configuração A e 10 minutos para a configuração B.

Na configuração A, os alunos detectaram a etapa 'gargalo' com facilidade, isto é, a atividade de recortar folhas verdes.

Na configuração B, a percepção foi mais demorada, e colar os enfeites vermelhos foi, então, definido como 'gargalo'. Melhorar ainda mais a linha ficou como problemática. O conceito de política de estoque, principalmente aplicado a atividade de fazer enfeites vermelhos com o furador, foi sugerido. A atividade de

colar a estrela foi definida como o controle de qualidade, sendo executada apenas quando o produto estivesse sem defeitos. Exemplos de defeitos são: letra ilegível, imperfeições no recorte e outras características fora das normas do produto final.

#### 4.3.2) Esboço Atividades

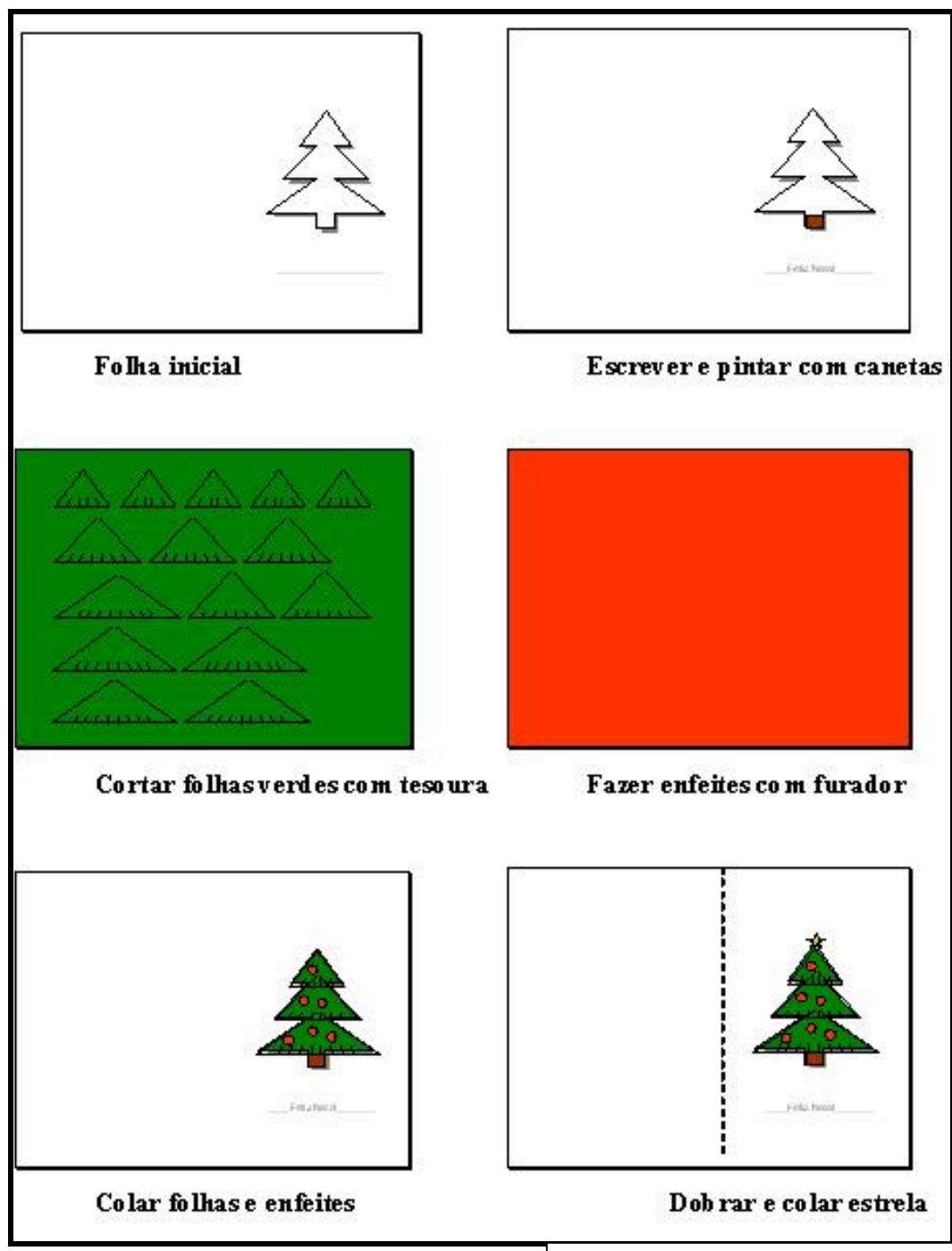


Fig. 4.9 – Esboço Atividades

#### 4.3.3) Atividades em linha de produção



**Fig. 4.10 – Laboratório fábrica**



**Fig. 4.11 – Cartão aceito**

O material utilizado para a representação da fábrica foram mesas, cadeiras e material escolar (papel, caneta, tesoura, furador, cola); todos cedidos pelo colégio.

#### 4.4) Dados estatísticos

SÉRIE	Número de alunos	Porcentagem	Nota média	Desvio padrão	Nota máxima	Nota mínima
2 <sup>a</sup> série manhã	12	21%	6,3	2,6	9,5	2,0
2 <sup>a</sup> série tarde	13	23%	7,5	1,2	10,0	5,0
3 <sup>a</sup> série manhã	16	28%	7,8	0,6	8,0	6,0
4 <sup>a</sup> série tarde	7	12%	6,9	0,4	7,0	6,0
5 <sup>a</sup> série manhã	9	16%	5,8	2,7	8,0	1,0
<b>TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>100%</b>	<b>7,0</b>	<b>1,7</b>	<b>10,0</b>	<b>1,0</b>

**Tabela 6 – Dados estatísticos**

Os dados acima inferem num mercado potencial do produto.

Alunos da 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> tiveram uma questão extra e os da 5<sup>a</sup> série tiveram duas questões extras, uma delas com nenhuma resposta correta. Talvez o interesse abaixo do esperado por parte da 5<sup>a</sup> série esteja relacionado com faixa etária e falta de motivação nos laboratórios, já que estes eram apresentados junto a outras faixas etárias.

## 5) DISCUSSÃO

Notas de aula de ‘Vibrações em Sistemas Mecânicos’ e ‘Administração Industrial’ foram revisadas para a concepção dos modelos.

O resultado principal do primeiro projeto básico foram os valores das massas das embarcações; **1,5 kg** e **0,5 kg**. A diferença de **1,0 kg** entre as situações carregada e descarregada foi preenchida por três latas de alumínio representando os lastros da embarcação.

No segundo projeto básico, o resultado principal foi o comprimento do cabo igual a **0,25 m**. A imposição de um valor maior implicou em mais tempo para manipular o carro transversal para inibir o movimento pendular do *container*. Verificou-se que o valor do comprimento de **0,50 m** permite cerca de **1 segundo e 30 centésimos** para a manipulação. Assim, o parâmetro construtivo ficou entre esses dois valores limites. No carro transversal, um carretel permitiu regular o comprimento do cabo entre os limites. O comprimento da lança do pórtico também foi importante, determinado a partir do resultado anterior em **S = 1,00 m**.

O resultado principal do terceiro projeto básico foram os tempos médios das atividades ‘recortar folhas verdes com tesoura’, ‘fazer enfeites com furador’ e ‘colar enfeites’; para produzir um cartão de Natal. Nesse laboratório, a atividade ‘recortar folhas verdes com tesoura’ foi caracterizada como ‘gargalo’ na primeira configuração da linha. A atividade ‘fazer enfeites com furador’ foi escolhida como alvo de uma política de estoque em ambas as configurações. A atividade ‘colar enfeites’, na segunda configuração, destacou-se depois de mais tempo de produção como o novo ‘gargalo’ da linha.

Um questionário às professoras auxiliou o planejamento do projeto. Sugestões para atingir a **interdisciplinaridade** ajudaram na formulação de um questionário direcionado aos **57 alunos** participantes, para lhes ajudar no acompanhamento dos laboratórios. A primeira atividade desse questionário foi pesquisar sobre o porto de Santos e desenhar um porto de navios; assim exercitou-se a **transversalidade**. A correção deste questionário serviu apenas como *feedback* e não teve intenção de avaliar os alunos.

Os alunos mais interessados puderam, ao término de cada laboratório, solucionar dúvidas do dia-a-dia e manipular os modelos. Isso mostrou **interatividade** e **contextualização**, fundamentos da proposta adotada pelo colégio. Os laboratórios foram filmados, o que enriquece a discussão dos resultados.

O interesse do Fundamental II foi abaixo do esperado talvez por falta de motivação nos laboratórios, já que estes eram apresentados junto a outras faixas etárias. Os laboratórios direcionados para o Fundamental II devem ser diferenciados, o que não ocorreu. Este projeto pode ser adaptado para alunos do Ensino Médio, seguindo o mesmo raciocínio. Os laboratórios devem ser adaptados para o Ensino Médio, tanto na interdisciplinaridade, quanto na terminologia.

## 6) CONCLUSÕES

O produto pedagógico é eficiente na educação tecnológica; as atividades em laboratório instigaram a interatividade e a contextualização, enquanto as atividades dos questionários trabalharam a transversalidade e a interdisciplinaridade. Portanto, os quatro fundamentos da proposta pedagógica adotada pelo colégio foram exercitados.

As maquetes cumprem seus objetivos, tornando didática e lúdica a visualização dos conceitos de Engenharia e conceitos tecnológicos fundamentais, além de representarem o cenário de um porto de navios. Tais desempenhos funcional e construtivo podem ser vistos nas filmagens. As hipóteses provadas podem ser resumidas em três:

- I. As embarcações balançam menos com os lastros cheios.
- II. As cargas são transportadas com menor esforço e em menos tempo com auxílio de mecanismos e operação precisa.
- III. A produtividade de uma linha de produção aumenta quando é alvo de melhoria contínua.

O colégio requer a execução do projeto para novos alunos ingressantes em 2007 ou uma nova versão do projeto ‘Convite à Engenharia’.

O ‘Colégio Jean Piaget São Vicente®’ está motivado com a educação tecnológica e, em 2007, torna-se conveniado ao projeto ‘LEGO® ZOOM’.

Elogios dos pais dos alunos ao projeto revelam um mercado disponível qualificado para o produto.

## 7) ANEXOS

### ANEXO A – CERTIFICADOS DAS CAPACITAÇÕES



## ANEXO B – QUESTIONÁRIO ÀS PROFESSORAS

### Questionário:

Quais as dúvidas mais freqüentes em Ciências?

Como o avião pousa no ar?

Como funciona uso?

Quais as dúvidas mais freqüentes em Matemática?

Há algum conceito que não está apresentado corretamente?

não percebi nada errado

Queria entender a interdisciplinaridade. Ficou vaga.

Qual o laboratório mais adequado, em sua opinião?

Acredito que todos serão excelentes cada um transmite um aspecto cognitivo diferente.

Há algum conceito complicado demais, em sua opinião?

Não, somente o transporte de carga suscitará dúvidas, mas que podem ser superadas com a mudança da liq.

### OBSERVAÇÕES GERAIS:

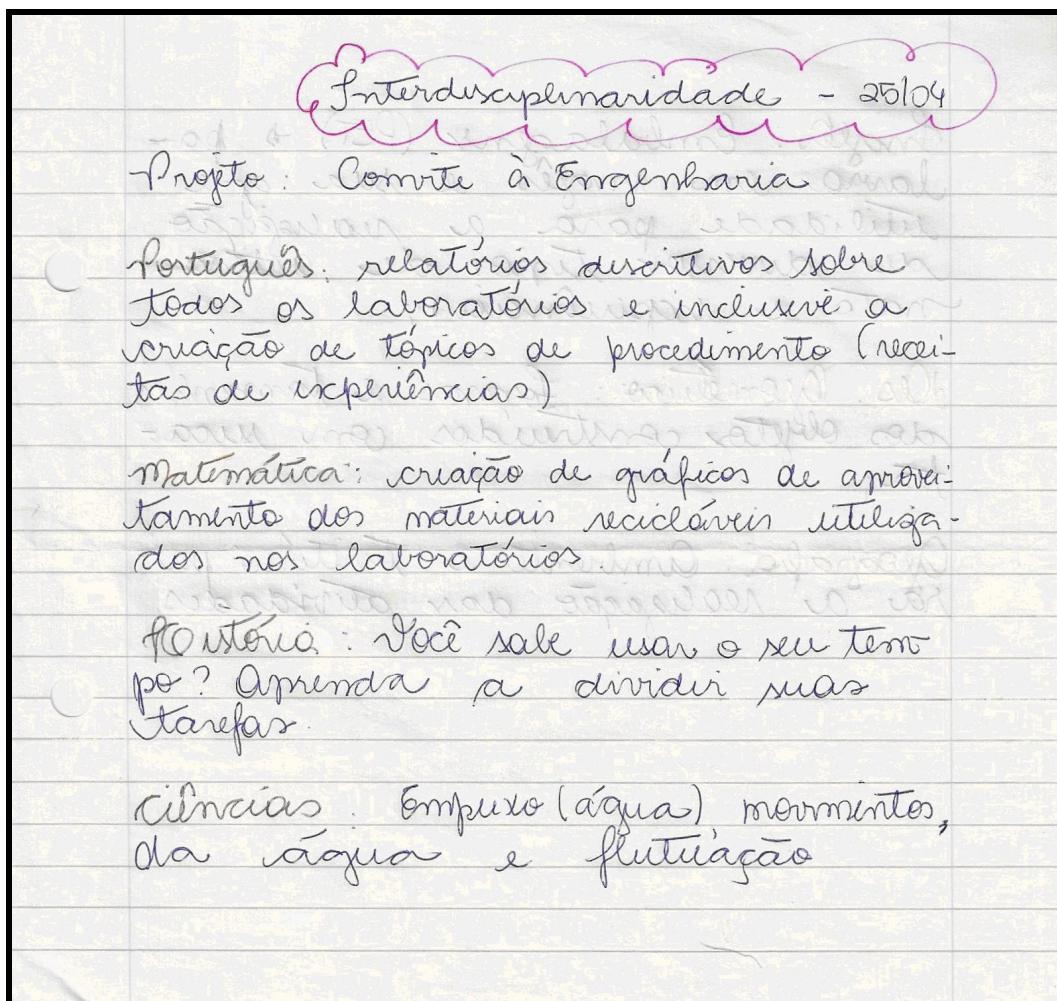
Gostaria de saber qual é o objetivo do projeto e se ele será realizado na escola? A quando retiro.

Nome da professora: Raella Ros. Oy. Pereira

Série: 9º

Quantidade de alunos: 09

## ANEXO C - SUGESTÕES PARA INTERDISCIPLINARIDADE



## ANEXO D – QUESTIONÁRIO (2<sup>a</sup> SÉRIE)

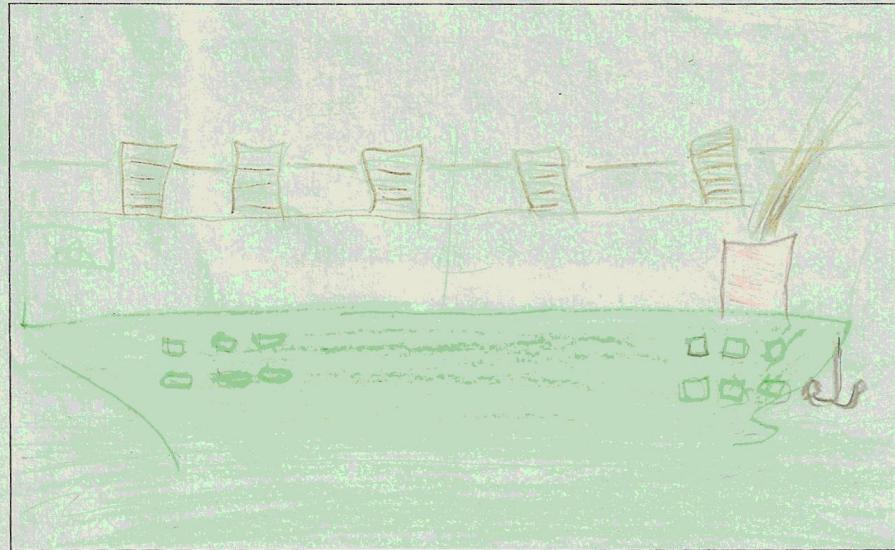
# Colégio Jean Piaget - SV Projeto "Convite à Engenharia" 2006

Aluno(a): Lygia Santos da Silva Marques

Série: 3º ano fundamental Período: segundo

O projeto representa quatro cenários da engenharia; embarcação, guindaste, fábrica e meio ambiente, os quais estão adaptados à faixa etária dos alunos e interligados com as matérias lecionadas em sala de aula. Por meio de quatro laboratórios, explicados abaixo, abordamos os cenários.

Você sabe o que é uma embarcação? E um *container*? Já ouviu falar em guindaste? Então, que tal pesquisar e desenhar abaixo um PORTO DE NAVIOS, por exemplo, o Porto de Santos?



Colégio Jean Piaget – São Vicente  
Projeto "Convite à Engenharia"

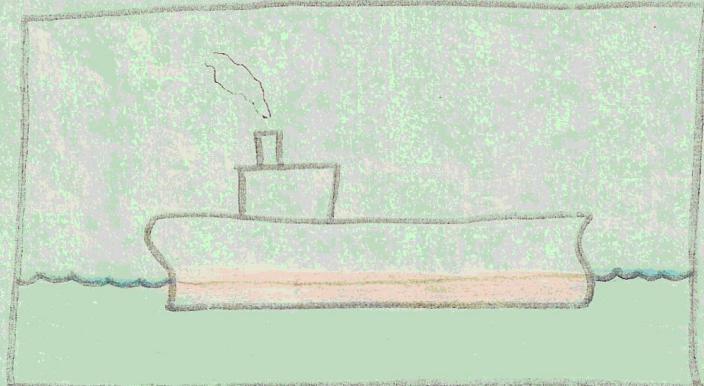
## Laboratório Embarcação

Explicaremos às crianças a natureza da força de empuxo, e os meios do navio flutuar.

Será utilizado um modelo de navio com o qual serão observadas duas situações: primeiro o navio cheio sofrendo o balanço das ondas e depois o navio vazio também sofrendo o balanço das ondas. Serão comparadas as situações e criado um grupo de discussões acerca das duas situações.

Vocês sabem como um navio feito de metal, tão pesado, consegue flutuar na água?

Para entender melhor, o que você acha de colorir de azul a água e de vermelho a parte do navio que está dentro da água, mas que não está cheia de água.



## Laboratório II Guindaste

Mostraremos às crianças os mecanismos para movimentar cargas.

Será utilizada uma maquete de guindaste na qual o container vai ser retirado do modelo de navio e depositado em um compartimento para depois ser transferido para um modelo de caminhão. Será apontada a importância de se transportar cargas com velocidade e eficiência.

Vamos pensar?

Imagine que o Sr. João é operador de guindaste, ele verificou que demora 1 minuto para descarregar 1 *container* do navio, normalmente.

Mas neste dia está ventando MUITO, e o Sr. João demora 1 minuto a mais do que o normal para descarregar 1 *container*.

Se o navio está carregado de 87 *containers*, quanto tempo ele demorará para descarregar todo o navio?

Ele levará 174 minutos para descarregar 87  
containers.  
Essa continuação é apenas para as turmas das 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> séries.

E tem mais, ele combinou com a Dona Maria de ir jantar às 20 horas, mas, começou a descarregar o navio às 17 horas.

Será que ele conseguirá a tempo?

## Laboratório III

### Fábrica

Realizaremos com as crianças uma simulação de linha de produção, na qual cinco crianças executarão, cada uma, uma atividade. As atividades têm como finalidade a fabricação de um aquecedor solar, através de materiais recicláveis. Serão discutidos os pontos-chave de uma linha de produção eficiente e que não agrida o meio ambiente. Os demais alunos terão funções de relatores e de fiscalizadores.

Vamos pensar?

Uma fábrica de doces faz pirulitos e já sabemos que pirulitos são feitos de doce espetado no palito. Imagine que o Sr. José faz 10 doces e 20 palitos em uma hora. Quantos pirulitos serão feitos em 2 horas? Quantos palitos feitos pelo Sr. José vão ficar guardados sem doce espetado, depois de 2 horas?

dezoito em uma hora se fizerem 20 pirulitos  
Imagine que o Sr. José tem um filho. No que o filho do Sr. José pode ajudar: fazendo palitos ou fazendo doces?

Uma hora  
Essa continuação é apenas para as turmas da 5<sup>a</sup> série.

Às vezes os doces quebram e não é possível montar o pirulito. Sabendo que 10% dos doces quebram e os palitos destes que quebraram podem ser reutilizados, quantos palitos vão ficar guardados, em 2 horas?

## ANEXO E - QUESTIONÁRIO (3<sup>a</sup> SÉRIE)

# Colégio Jean Piaget - SV Projeto "Convite à Engenharia" 2006

Aluno(a): Pedro Henrique Espindola

Série: 3º ano Período: manhã

O projeto representa quatro cenários da engenharia; embarcação, guindaste, fábrica e meio ambiente, os quais estão adaptados à faixa etária dos alunos e interligados com as matérias lecionadas em sala de aula. Por meio de quatro laboratórios, explicados abaixo, abordamos os cenários.

Você sabe o que é uma embarcação? E um *container*? Já ouviu falar em guindaste? Então, que tal pesquisar e desenhar abaixo um PORTO DE NAVIOS, por exemplo, o Porto de Santos?



Colégio Jean Piaget - São Vicente  
Projeto "Convite à Engenharia"

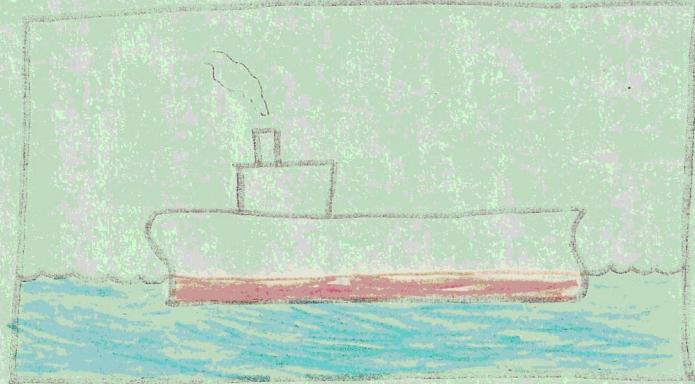
## Laboratório I Embarcação

Explicaremos às crianças a natureza da força de empuxo, e os meios do navio flutuar.

Será utilizado um modelo de navio com o qual serão observadas duas situações: primeiro o navio cheio sofrendo o balanço das ondas e depois o navio vazio também sofrendo o balanço das ondas. Serão comparadas as situações e criado um grupo de discussões acerca das duas situações.

Vocês sabem como um navio feito de metal, tão pesado, consegue flutuar na água?

Para entender melhor, o que você acha de colorir de azul a água e de vermelho a parte do navio que está dentro da água, mas que não está cheia de água.



## Laboratório II

### Guindaste

Mostraremos às crianças os mecanismos para movimentar cargas.

Será utilizada uma maquete de guindaste na qual o container vai ser retirado do modelo de navio e depositado em um compartimento para depois ser transferido para um modelo de caminhão. Será apontada a importância de se transportar cargas com velocidade e eficiência.

Vamos pensar?

Imagine que o Sr. João é operador de guindaste, ele verificou que demora 1 minuto para descarregar 1 *container* do navio, normalmente.

Mas neste dia está ventando MUITO, e o Sr. João demora 1 minuto a mais do que o normal para descarregar 1 *container*.

Se o navio está carregado de 87 *containers*, quanto tempo ele demorará para descarregar todo o navio?

$$\begin{array}{r} 87 \\ \times 2 \\ \hline 174 \end{array}$$

87 x 2 = 174 minutos

Essa continuação é apenas para as turmas das 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> séries.

E tem mais, ele combinou com a Dona Maria de ir jantar às 20 horas, mas, começou a descarregar o navio às 17 horas.

Será que ele conseguirá a tempo?

17 + 3 = 20 horas

## Laboratório III

### Fábrica

Realizaremos com as crianças uma simulação de linha de produção, na qual cinco crianças executarão, cada uma, uma atividade. As atividades têm como finalidade a fabricação de um aquecedor solar, através de materiais recicláveis. Serão discutidos os pontos-chave de uma linha de produção eficiente e que não agrida o meio ambiente. Os demais alunos terão funções de relatores e de fiscalizadores.

Vamos pensar?

Uma fábrica de doces faz pirulitos e já sabemos que pirulitos são feitos de doce espetado no palito. Imagine que o Sr. José faz 10 doces e 20 palitos em uma hora. Quantos pirulitos serão feitos em 2 horas? Quantos palitos feitos pelo Sr. José vão ficar guardados sem doce espetado, depois de 2 horas?

$$\begin{array}{r} 10 \\ \times 2 \\ \hline 20 \end{array}$$

Imagine que o Sr. José tem um filho. No que o filho do Sr. José pode ajudar: fazendo palitos ou fazendo doces?

fazendo palitos

Essa continuação é apenas para as turmas da 5<sup>a</sup> série.

Às vezes os doces quebram e não é possível montar o pirulito. Sabendo que 10% dos doces quebram e os palitos destes que quebraram podem ser reutilizados, quantos palitos vão ficar guardados, em 2 horas?

## ANEXO F - QUESTIONÁRIO (4<sup>a</sup> SÉRIE)

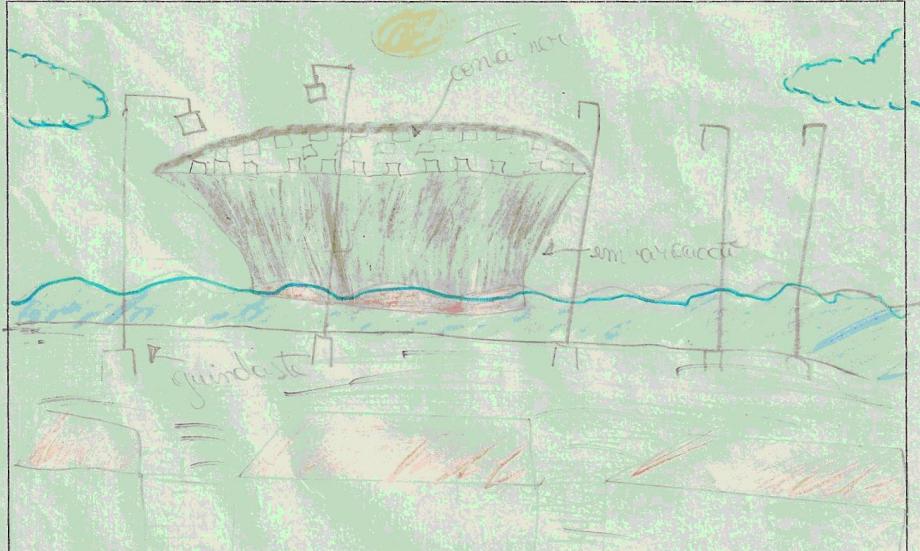
**Colégio Jean Piaget - SV**  
**Projeto "Convite à Engenharia"**  
**2006**

Aluno(a): Camille do S. Louro

Série: 4º Salum Período: matutino

O projeto representa quatro cenários da engenharia: embarcação, guindaste, fábrica e meio ambiente, os quais estão adaptados à faixa etária dos alunos e interligados com as matérias lecionadas em sala de aula. Por meio de quatro laboratórios, explicados abaixo, abordamos os cenários.

Você sabe o que é uma embarcação? E um *container*? Já ouviu falar em guindaste? Então, que tal pesquisar e desenhar abaixo um PORTO DE NAVIOS, por exemplo, o Porto de Santos?



Colégio Jean Piaget - São Vicente  
Projeto "Convite à Engenharia"

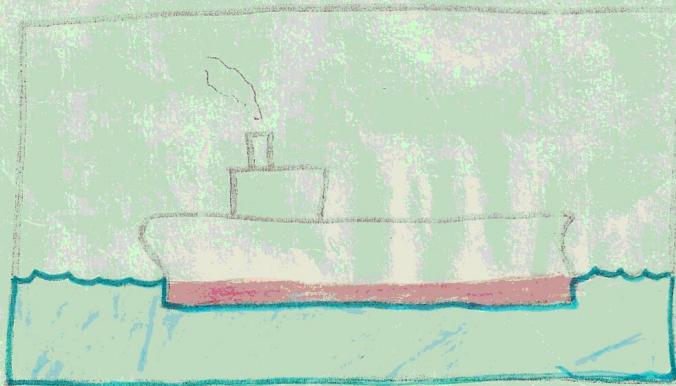
## Laboratório | Embarcação

Explicaremos às crianças a natureza da força de empuxo, e os meios do navio flutuar.

Será utilizado um modelo de navio com o qual serão observadas duas situações: primeiro o navio cheio sofrendo o balanço das ondas e depois o navio vazio também sofrendo o balanço das ondas. Serão comparadas as situações e criado um grupo de discussões acerca das duas situações.

Vocês sabem como um navio feito de metal, tão pesado, consegue flutuar na água?

Para entender melhor, o que você acha de colorir de azul a água e de vermelho a parte do navio que está dentro da água, mas que não está cheia de água.



## Laboratório II Guindaste

Mostraremos às crianças os mecanismos para movimentar cargas.

Será utilizada uma maquete de guindaste na qual o container vai ser retirado do modelo de navio e depositado em um compartimento para depois ser transferido para um modelo de caminhão. Será apontada a importância de se transportar cargas com velocidade e eficiência.

Vamos pensar?

Imagine que o Sr. João é operador de guindaste, ele verificou que demora 1 minuto para descarregar 1 *container* do navio, normalmente.

Mas neste dia está ventando MUITO, e o Sr. João demora 1 minuto a mais do que o normal para descarregar 1 *container*.

Se o navio está carregado de 87 *containers*, quanto tempo ele demorará para descarregar todo o navio?

174 minutos

Essa continuação é apenas para as turmas das 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> séries.

E tem mais, ele combinou com a Dona Maria de ir jantar às 20 horas, mas, começou a descarregar o navio às 17 horas.

Será que ele conseguirá a tempo?

Conseguiu chegar no tempo

### Laboratório III Fábrica

Realizaremos com as crianças uma simulação de linha de produção, na qual cinco crianças executarão, cada uma, uma atividade. As atividades têm como finalidade a fabricação de um aquecedor solar, através de materiais recicláveis. Serão discutidos os pontos-chave de uma linha de produção eficiente e que não agrida o meio ambiente. Os demais alunos terão funções de relatores e de fiscalizadores.

Vamos pensar?

Uma fábrica de doces faz pirulitos e já sabemos que pirulitos são feitos de doce espetado no palito. Imagine que o Sr. José faz 10 doces e 20 palitos em uma hora. Quantos pirulitos serão feitos em 2 horas? Quantos palitos feitos pelo Sr. José vão ficar guardados sem doce espetado, depois de 2 horas?

*Ele fará em 2 horas 20 doces e 40 palitos e ficarão guardados 20 palitos*  
Imagine que o Sr. José tem um filho. No que o filho do Sr. José pode ajudar: fazendo palitos ou fazendo doces?

*fazendo palitos*

*Essa continuação é apenas para as turmas da 5<sup>a</sup> série.*

Às vezes os doces quebram e não é possível montar o pirulito. Sabendo que 10% dos doces quebram e os palitos destes que quebraram podem ser reutilizados, quantos palitos vão ficar guardados, em 2 horas?

## ANEXO G - QUESTIONÁRIO (5<sup>a</sup> SÉRIE)

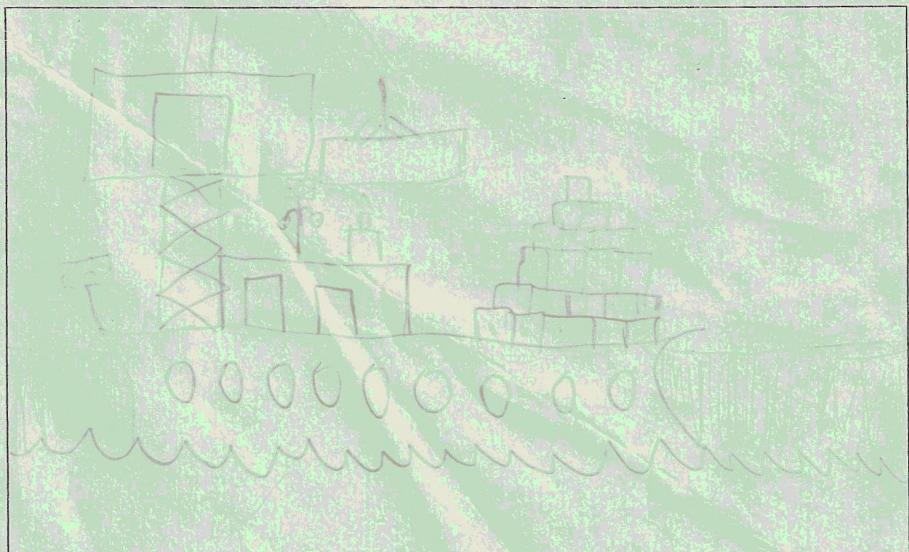
# Colégio Jean Piaget - SV Projeto "Convite à Engenharia" 2006

Aluno(a): Isabella

Série: 5 Período: manhã

O projeto representa quatro cenários da engenharia; embarcação, guindaste, fábrica e meio ambiente, os quais estão adaptados à faixa etária dos alunos e interligados com as matérias lecionadas em sala de aula. Por meio de quatro laboratórios, explicados abaixo, abordamos os cenários.

Você sabe o que é uma embarcação? E um *container*? Já ouviu falar em guindaste? Então, que tal pesquisar e desenhar abaixo um PORTO DE NAVIOS, por exemplo, o Porto de Santos?



---

Colégio Jean Piaget - São Vicente  
Projeto "Convite à Engenharia"

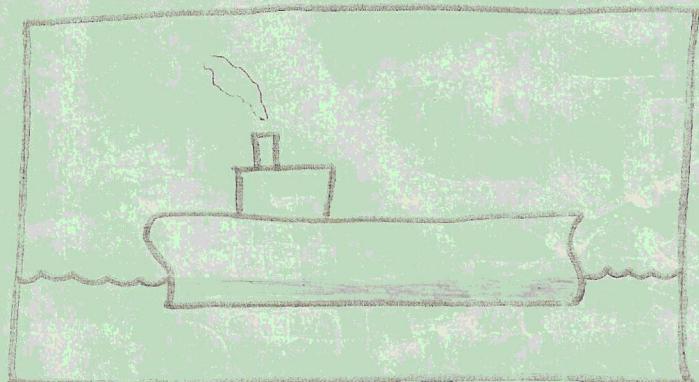
## Laboratório | Embarcação

Explicaremos às crianças a natureza da força de empuxo, e os meios do navio flutuar.

Será utilizado um modelo de navio com o qual serão observadas duas situações: primeiro o navio cheio sofrendo o balanço das ondas e depois o navio vazio também sofrendo o balanço das ondas. Serão comparadas as situações e criado um grupo de discussões acerca das duas situações.

Vocês sabem como um navio feito de metal, tão pesado, consegue flutuar na água?

Para entender melhor, o que você acha de colorir de azul a água e de vermelho a parte do navio que está dentro da água, mas que não está cheia de água.



## Laboratório II Guindaste

Mostraremos às crianças os mecanismos para movimentar cargas.

Será utilizada uma maquete de guindaste na qual o container vai ser retirado do modelo de navio e depositado em um compartimento para depois ser transferido para um modelo de caminhão. Será apontada a importância de se transportar cargas com velocidade e eficiência.

Vamos pensar?

Imagine que o Sr. João é operador de guindaste, ele verificou que demora 1 minuto para descarregar 1 *container* do navio, normalmente.

Mas neste dia está ventando MUITO, e o Sr. João demora 1 minuto a mais do que o normal para descarregar 1 *container*.

Se o navio está carregado de 87 *containers*, quanto tempo ele demorará para descarregar todo o navio?

2 horas e 54 minutos

Essa continuação é apenas para as turmas das 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> séries.

E tem mais, ele combinou com a Dona Maria de ir jantar às 20 horas, mas, começou a descarregar o navio às 17 horas.

Será que ele conseguirá a tempo?

Sim

## Laboratório III

### Fábrica

Realizaremos com as crianças uma simulação de linha de produção, na qual cinco crianças executarão, cada uma, uma atividade. As atividades têm como finalidade a fabricação de um aquecedor solar, através de materiais recicláveis. Serão discutidos os pontos-chave de uma linha de produção eficiente e que não agrida o meio ambiente. Os demais alunos terão funções de relatores e de fiscalizadores.

Vamos pensar?

Uma fábrica de doces faz pirulitos e já sabemos que pirulitos são feitos de doce espetado no palito. Imagine que o Sr. José faz 10 doces e 20 palitos em uma hora. Quantos pirulitos serão feitos em 2 horas? Quantos palitos feitos pelo Sr. José vão ficar guardados sem doce espetado, depois de 2 horas?

2º palito e 2º pirulito

Imagine que o Sr. José tem um filho. No que o filho do Sr. José pode ajudar: fazendo palitos ou fazendo doces?

palitos

Essa continuação é apenas para as turmas da 5ª série.

Às vezes os doces quebram e não é possível montar o pirulito. Sabendo que 10% dos doces quebram e os palitos destes que quebraram podem ser reutilizados, quantos palitos vão ficar guardados, em 2 horas?

20

## 8) LISTA DE REFERÊNCIAS

- KAMINSKI, P C. *Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade*. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 2000.
- WALTON, H. *The How and Why of Mechanical Movements*. Popular Science Publishing Company. 1968.
- ERNST, H. *Aparatos de elevación y transporte*. Blume. 1970.
- HARTOG, J P. *Vibrações nos Sistemas Mecânicos*. Ed. Edgar Blücher. 1972.
- GERE, J M. *Mecânica dos Materiais*. Pioneira Thomson Learning. 2003.

## SITES

- Desenho animado no ‘Porto Kids’ em [www.portodesantos.com.br](http://www.portodesantos.com.br)
- Informações sobre o ‘Lego Zoom®’ em [www.revistazoom.com.br](http://www.revistazoom.com.br)
- Informações sobre os kits da ‘Lego®’ em [www.edacom.com.br](http://www.edacom.com.br)
- Experiência ‘duplo-cone’ em [www.conviteafisica.com.br](http://www.conviteafisica.com.br)

## 9) CRONOGRAMA

ATIVIDADES	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
<i>Estudo de Viabilidade</i>	■									
<i>Capacitação com professores</i>	■									
<i>Projetos básicos e executivos</i>		■	■	■	■	■	■			
<i>Recolhimento do material</i>				■						
<i>Laboratório Embarcação</i>								■		
<i>Laboratório Guindaste</i>								■	■	
<i>Laboratório Fábrica</i>								■	■	