

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

**OFICINA PARA ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA:  
O QUE É ENGENHARIA? UM ENFOQUE EM MECÂNICA**

Osni Carfi

São Paulo  
2017

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

**OFICINA PARA ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA:  
O QUE É ENGENHARIA? UM ENFOQUE EM MECÂNICA**

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

Osni Carfi

Orientador: Antonio Luis de Campos Mariani

Área de Concentração:  
Engenharia Mecânica

São Paulo  
2017

Carfi, Osni  
OFICINA PARA ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA: O QUE É  
ENGENHARIA? UM ENFOQUE EM MECÂNICA / O. Carfi -- São Paulo, 2017.  
137 p.

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

1.Engenharia na educação básica 2.Engenharia mecânica 3.Conceitos de  
engenharia I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento  
de Engenharia Mecânica II.t.

## **Resumo**

Apesar do termo engenharia ser comum para estudantes da educação básica, a área de conhecimento “Engenharia”, assim como suas subáreas, são complexas e abstratas para eles. Essa realidade afeta o corpo de profissionais da área e o futuro de vários estudantes: o desconhecimento leva estudantes que não se identificam com a área a adentrarem em graduações de engenharia, assim como ao não ingresso daqueles que desconhecem suas afinidades com a área. Este trabalho objetiva propor, por meio de diversas atividades, opções de como o tema pode ser abordado atrativamente durante a educação básica. Para tal, foi realizada pesquisa bibliográfica para obter um referencial teórico e pesquisa de campo com visitas em oficinas de conhecimento e com a realização de uma oficina teste. Foram providenciados equipamentos de baixo custo para uso em oficinas com suas respectivas fichas técnicas de confecção. O resultado deste projeto possibilitou a criação de um guia para elaboração de oficinas de engenharia, com foco em mecânica. Com o retorno dos professores, monitores e estudantes participantes da oficina teste, conclui-se que oficinas do gênero são úteis e devem ser mais incentivadas, possibilitando conhecimento científico aos jovens e assim, maior segurança na escolha da profissão de engenheiro mecânico. Projetos futuros de oficinas em outras subáreas da engenharia contribuirão com a abrangência desse projeto.

**Palavras-Chave:** Conceitos e Elementos Básicos de Engenharia. Engenharia Mecânica. Engenharia na Educação Básica.



## **Abstract**

Although the term engineering is common to students of basic education, the area of knowledge "Engineering", as well as its subareas, are complex and abstract for them. This reality affects the body of professionals in the area and the future of several students: ignorance leads students who do not identify with the area to enter engineering degrees, as well as the non-entry of those who do not know their affinities with the area. This work aims to propose, through various activities, options on how the theme can be approached attractively during basic education. For this, a bibliographical research was carried out to obtain a theoretical reference and field research with visits of knowledge workshops and with the accomplishment of a test workshop. Low cost equipment has been provided for use in workshops with their respective technical data sheets. The result of this project allowed the creation of a guide for the elaboration of engineering workshops, focusing on mechanics. With the return of the teachers, monitors and students participating in the test workshop, it is concluded that workshops of the genre are useful and should be more encouraging, providing scientific knowledge to young people and thus greater safety in choosing the profession of mechanical engineer. Future projects of workshops in other engineering sub-areas will contribute to the comprehensiveness of this project.

**Keywords:** Engineering concept. Mechanical Engineering. Engineering in Basic Education.

## Lista de figuras

Figura 1: Grande área engenharias e suas áreas de conhecimento e subáreas .	15
Figura 2: Subárea engenharia mecânica e suas especialidades .....	16
Figura 3: Sistema de transmissão de movimento por contato direto .....	20
Figura 4: Exemplo de equilíbrio estático .....	25
Figura 5: Tipos de equilíbrio quanto a estabilidade.....	25
Figura 6: Prensa Hidráulica .....	32
Figura 7: Ficha de elaboração da atividade .....	39
Figura 14: Lista de ferramentas utilizadas .....	41
Figura 15: Lista de materiais utilizados por atividade - continua.....	42
Figura 16: Lista de materiais utilizados por atividade - continuação.....	43
Figura 17: Lista de materiais utilizados por atividade - continuação.....	43
Figura 18: Observações para utilização do guia - continua .....	44
Figura 19: Observações para utilização do guia - continua .....	45
Figura 20: Observações para utilização do guia - continuação .....	46
Figura 21: Pernas de pau de 130 cm .....	46
Figura 22: Pernas de pau – Apoio dos pés em duas opções.....	49
Figura 23: Pernas de Pau – Fixação do apoio para os pés .....	50
Figura 24: Telefone de lata .....	50
Figura 25: Modelo de tampa no sistema “abre-fácil” .....	52
Figura 26: Lata após a furação .....	53
Figura 27: Visualização interna da lata .....	53
Figura 28: Patinho de empurrar .....	54
Figura 29: Segunda versão do patinho de empurrar.....	55
Figura 30: Visualização do corpo e asa do pato .....	59
Figura 31: Traços para localizar o centro do círculo .....	59
Figura 32: Visualização da utilização do fio de cobre .....	60
Figura 33: Visualização do pato com as asas para cima .....	60
Figura 34: Visualização do pato com as asas para baixo .....	60
Figura 35: Patinho de empurrar sem cano de apoio .....	61
Figura 36: Asas do patinho de empurrar sem cano .....	61
Figura 37: Visualização superior e inferior do patinho de empurrar sem cano .....	62
Figura 38: Volante com roda de pregos .....	62
Figura 39: Volante com roda de pregos na vertical.....	63
Figura 40: Rodas com pregos .....	63
Figura 41: Partes do volante com roda de pregos .....	63
Figura 42: Cachorro com movimento das pernas .....	64
Figura 43: Grilo com movimento das asas .....	64
Figura 44: Árvore sonora.....	64
Figura 45: Fixação do caibro central .....	69
Figura 46: Moldes de pétalas .....	69
Figura 47: Fenda aberta com arco de serra.....	70
Figura 48: Encaixe das pétalas no topo do caibro .....	70
Figura 49: Encaixe das pétalas na base do caibro .....	70
Figura 50: Labirinto do equilíbrio redondo.....	71
Figura 51: Labirinto do equilíbrio retangular.....	71
Figura 52: Lado de baixo do labirinto do equilíbrio .....	74

Figura 53: Bolinha no labirinto do equilíbrio .....	74
Figura 54: Utilização do labirinto do equilíbrio .....	75
Figura 55: Maquete de máquina de costura antiga .....	75
Figura 56: Manivela de máquina de costura antiga .....	76
Figura 57: Pino de fixação da agulha em sua posição totalmente levantada .....	76
Figura 58: Pino de fixação da agulha em sua posição totalmente abaixada .....	77
Figura 59: Maquete em madeira de máquina de costura antiga frente .....	77
Figura 60: Maquete em madeira de máquina de costura antiga atrás .....	77
Figura 61: Peças do protótipo básico de uma máquina de costurar .....	84
Figura 62: Mais peças do protótipo básico de uma máquina de costurar .....	85
Figura 63: Diferentes focos das peças fixadas na máquina de costura .....	85
Figura 64: Mais focos das peças fixadas na máquina de costura .....	86
Figura 65: Guindaste Hidráulico .....	86
Figura 66: Braço articulado hidráulico .....	87
Figura 67: Escavadeira de brinquedo com adaptação de movimento .....	87
Figura 68: Vista inferior da escavadeira de brinquedo com adaptação .....	88
Figura 69: Fixação da torre em bucal de garrafa para movimentação lateral .....	93
Figura 70: Trava para a fixação da torre .....	93
Figura 71: Gancho da ponta do braço articulado do guindaste hidráulico .....	94
Figura 72: Êmbulo da seringa cortado .....	94
Figura 73: Vistas frontais do monjolo .....	95
Figura 74: Vistas laterais do monjolo .....	95
Figura 75: Garrafa pet de 2 litros para recipiente de água do monjolo .....	100
Figura 76: Exemplo de recipiente de água para um monjolo decorativo .....	100
Figura 77: Mangueira de silicone .....	101
Figura 78: Bomba HBO 300 .....	101
Figura 79: Copos plásticos .....	102
Figura 80: Palitos de churrasco .....	102
Figura 81: Fita adesiva e abraçadeiras .....	103
Figura 82: Parafuso para contrapeso .....	103
Figura 83: Garrafa cortada .....	103
Figura 84: Garrafa com os copos de base .....	104
Figura 85: União de três palitos com abraçadeira .....	104
Figura 86: Fixação do eixo .....	105
Figura 87: Opções de copos para fixação .....	105
Figura 88: Fixação do copo na base .....	106
Figura 89: Ajuste da base nas torres .....	106
Figura 90: Rolha ou similar espetada e sem espetar .....	107
Figura 91: Fixação do pilão .....	107
Figura 92: Abraçadeira para maior fixação do pilão .....	108
Figura 93: Agulha de crochê quente para furar a torre .....	108
Figura 94: Torre com furos .....	109
Figura 95: Espetos para fixação da base .....	109
Figura 96: Monjolo sem retorno do pilão na posição original .....	110
Figura 97: Contrapeso .....	110
Figura 98: Monjolo caseiro .....	111
Figura 99: Pilão com cocho adquirido pela Internet .....	111

Figura 100: Carrinho com sistema de transmissão de movimento .....	112
Figura 101: Traseira do carrinho com sistema de transmissão de movimento...	112
Figura 102: Traseira do carrinho com sistema de transmissão de movimento...	113
Figura 103: Torre estrada para trenzinho.....	113
Figura 104: Trenzinho no topo da torre .....	114
Figura 105: Trenzinho no pé da torre .....	114
Figura 106: Trenzinho fora da torre.....	115
Figura 107: Relógio de esferas .....	115
Figura 108: Atividades Propostas - continua.....	117
Figura 109: Atividades Propostas - continuação .....	118
Figura 110: Objetivos de ciências naturais - primeiro ciclo do ensino fundamental .....	125
Figura 111: Objetivos de ciências naturais - segundo ciclo do ensino fundamental .....	126
Figura 112: Princípios dos PCNs de matemática - ensino fundamental - continua .....	127
Figura 113: Princípios dos PCNs de matemática - ensino fundamental - continuação .....	128
Figura 114: Conteúdo dos PCNs de matemática - ensino fundamental .....	129
Figura 115: Bicicleta de pneu quadrado.....	131
Figura 116: Experimento com som no Museu Catavento .....	132
Figura 117: Experimento de energia mecânica.....	133
Figura 118: Alunos e monitores na 2ª. Oficina de Brinquedos da Poli Cidadã ...	134
Figura 119: O Autor apresentando uma mini escavadeira hidráulica .....	135
Figura 120: Alunos interagindo com o guindaste .....	135
Figura 121: Mais alunos interagindo com o guindaste .....	136
Figura 122: Duas versões do guindaste.....	136
Figura 123: O autor e um aluno manipulando o guindaste .....	137

## Lista de atividades

Atividade 1: Pernas de pau - continua .....	47
Atividade 1: Pernas de pau – continuação e continua .....	48
Atividade 1: Pernas de pau - continuação.....	49
Atividade 2: Telefone de lata - continua .....	51
Atividade 2: Telefone de lata - continuação .....	52
Atividade 3: Patinho de empurrar - continua .....	55
Atividade 3: Patinho de empurrar – continuação e continua 1 .....	56
Atividade 3: Patinho de empurrar - continuação e continua 2.....	57
Atividade 3: Patinho de empurrar – continuação e continua 3.....	58
Atividade 3: Patinho de empurrar - continuação .....	59
Atividade 4: Árvore Sonora - continua.....	65
Atividade 4: Árvore Sonora – continuação e continua 1 .....	66
Atividade 4: Árvore Sonora – continuação e continua 2 .....	67
Atividade 4: Árvore Sonora - continuação .....	68
Atividade 5: Labirinto do equilíbrio - continua .....	72
Atividade 5: Labirinto do equilíbrio – continuação e continua .....	73
Atividade 5: Labirinto do equilíbrio - continuação.....	74
Atividade 6: Protótipo básico de máquina de costura - continua .....	78
Atividade 6: Protótipo básico de máquina de costura, continuação e continua 1 .	79
Atividade 6: Protótipo básico de máquina de costura, continuação e continua 2 .	80
Atividade 6: Protótipo básico de máquina de costura, continuação e continua 3 .	82
Atividade 6: Protótipo básico de máquina de costura, continuação e continua 4 .	83
Atividade 6: Protótipo básico de máquina de costura, continuação e continua 5 .	84
Atividade 6: Protótipo básico de uma máquina de costura - continuação.....	84
Atividade 7: Mini Guindaste hidráulico - continua .....	89
Atividade 7: Mini Guindaste hidráulico – continuação e continua 1 .....	90
Atividade 7: Mini Guindaste hidráulico – continuação e continua 2 .....	91
Atividade 7: Mini Guindaste hidráulico continuação e continua 3 .....	92
Atividade 7: Mini Guindaste hidráulico - continuação.....	93
Atividade 8: Monjolo - continua .....	96
Atividade 8: Monjolo – continua e continuação 1 .....	97
Atividade 8: Monjolo – continua e continuação 2 .....	98
Atividade 8: Monjolo – continua e continuação 3 .....	99
Atividade 8: Monjolo - continuação .....	100

## **Lista de siglas**

**AWG.** *American Wire Gauge.*

**CAPES.** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

**EPI.** Equipamentos de Proteção Individual.

**EVA.** Etil, Vinil e Acetato.

**LDB.** Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

**PCN.** Parâmetro Curricular Nacional.

**PVC.** *PolyVinyl Chloride* (Policloreto de Polivinila).

## Lista de símbolos

°: Grau angular plano

=: Igual

%: Porcento

**a/b**: a por b

**B**: Bel

**cm**: Centímetro

**dB**: Decibel

**g**: Grama

**Hz**: Hertz

**m**: Metro

**mm**: Milímetro

## Sumário

Resumo .....	iv
Abstract .....	v
Lista de figuras .....	vi
Lista de atividades.....	ix
Lista de siglas .....	x
Lista de símbolos .....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Problema, pergunta de pesquisa, hipótese e escopo .....	14
2 Revisão da Literatura .....	18
2.1 O que é engenharia? .....	18
2.2 O que é engenharia mecânica? .....	19
2.3 Conceitos e elementos básicos de engenharia mecânica .....	20
2.3.1 Mecanismo e sistema de transmissão de movimento .....	20
2.3.2 Elementos de fixação.....	20
2.3.3 Ondas sonoras .....	23
2.3.4 Equilíbrio e Movimento.....	24
2.3.5 Um equipamento histórico da engenharia mecânica: a máquina de costura .....	26
2.3.6 Madeira como material para a produção de equipamentos mecânicos .....	27
2.3.7 Came e Mancal .....	29
2.3.8 Sistemas de Ajustes e Tolerância.....	30
2.3.9 Sistema pistão-cilindros: seringas.....	31
2.3.10 Guindaste Hidráulico .....	32
2.3.11 Hidráulica e Pneumática .....	33
2.3.12 Monjolo .....	33
2.3.13 Transformação de Energia .....	34
3 METODOLOGIA.....	36
3.1 Métodos .....	36



3.2 Procedimento-----	39
4 GUIA: FABRICANDO BRINQUEDOS E ENTENDENDO A MECÂNICA--	44
4.2 Elaboração de oficinas de engenharia: foco em mecânica-----	46
4.2.1 Mecanismos de movimento: pernas de pau -----	46
4.2.2 Propagação do som: telefone de lata -----	50
4.2.3 Transmissão de movimento: patinho de empurrar-----	54
4.2.4 Ondas sonoras: Árvore de madeira-----	64
4.2.5 Equilíbrio e estática: labirinto do equilíbrio -----	71
4.2.6 Transmissão de movimento: protótipo básico de uma máquina de costura -----	75
4.2.7 Princípio de Pascal: guindaste hidráulico-----	86
4.2.8 Transformação de energia: monjolo -----	94
4.2.9 Outras atividades-----	111
5 Conclusões -----	116
5.1 Comprovação da hipótese -----	116
5.2 Abrangência das atividades-----	116
5.3 Considerações finais-----	119
6 REFERÊNCIAS-----	120
6.1 Referências utilizadas -----	120
APÊNDICES -----	124
Apêndice 1. Parte do PCN - Ensino fundamental focado em engenharia: Ciências naturais -----	124
Apêndice 2. Parte do PCN - Ensino fundamental focado em engenharia: Matemática-----	127
Apêndice 3. Sabina - Escola Parque do Conhecimento-----	130
Apêndice 4. Museu Catavento -----	132
ANEXOS -----	134
Anexo 1. Oficina teste -----	134

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Problema, pergunta de pesquisa, hipótese e escopo

Uma pesquisa publicada na Revista Exame (EXAME.COM, 2012), perguntou para oito mil profissionais em quinze países distintos (entre eles o Brasil e os Estados Unidos), qual profissão eles pensavam em estudar quando eram crianças. A profissão primeira colocada, com 7,7% foi a de engenheiro (seguida pela de piloto e a de médico). Mas cerca de 21% dos entrevistados seguiram seus desejos infantis atuam ao menos, em áreas relacionadas com a desejada. 43,5% dos entrevistados alegam que seus interesses mudaram ao longo do tempo.

No caso da engenharia pode-se levantar a questão: Crianças e adolescentes sabem o que é engenharia ou pensavam nessa profissão por ouvirem os adultos falando dela? Nesse contexto, surge a pergunta de pesquisa: Como tornar o conceito de engenharia e a profissão do engenheiro mais concreta no ensino básico<sup>1</sup>, de forma que o estudante pode optar com mais conhecimento em seguir o ensino superior em engenharia?

Pela última atualização das áreas do conhecimento definida pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), existe uma hierarquização em quatro níveis, do mais geral ao mais específico, abrangendo nove grandes áreas nas quais se distribuem as quarenta e oito áreas de avaliação da CAPES, subdivididas em subáreas e especialidades (CAPES, 2014):

- ✓ **1º Nível. Grande Área.** Aglomeração de diversas áreas do conhecimento em virtude da afinidade de seus objetos.
- ✓ **2º Nível. Área do Conhecimento.** Conjunto de conhecimentos inter-relacionados, reunido segundo a natureza do objeto de investigação.
- ✓ **3º Nível. Subárea.** Segmentação da área do conhecimento estabelecida em função do objeto de estudo.
- ✓ **4º Nível. Especialidade.** Caracterização temática da atividade de pesquisa e ensino.

---

<sup>1</sup> **Educação básica.** A LDB, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 2001), define a abrangência da educação básica, como sendo da educação infantil ao ensino médio. Ela é seguida pela educação superior, com a qual compõe a educação escolar brasileira.

A grande área “Engenharias” apresenta quatro áreas de conhecimentos, como apresentado na Figura 1.

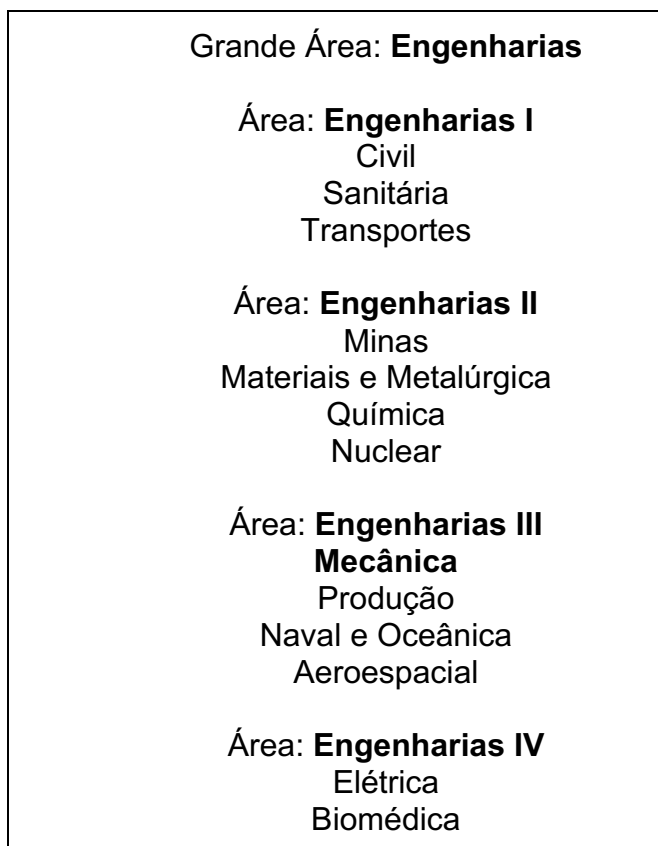


Figura 1: Grande área engenharias e suas áreas de conhecimento e subáreas  
(Fonte: (CAPES, 2014, adaptação do autor))

Devido a grande abrangência das engenharias, delimitou-se o escopo da **pergunta de pesquisa** e outras ramificações da engenharia poderão ser abordadas em trabalhos futuros: Como tornar o **conceito de engenharia** e da **profissão do engenheiro mecânico** mais concreto na educação básica, de forma que o estudante pode optar com mais conhecimento em seguir o ensino superior em **engenharia mecânica**?

A resposta a essa pergunta permite a formulação da **hipótese de pesquisa**: é possível apresentar o conceito de engenharia e o da especialização em engenharia mecânica para alunos da educação básica<sup>2</sup>, doravante denominados como estudantes.

---

<sup>2</sup> A fim de simplificar a leitura, alunos da educação básica, serão chamados nesta monografia de estudantes.

Para comprovar a hipótese de que é possível o estudante optar em seguir o ensino superior na área da engenharia mecânica, este trabalho tem como **objetivo geral** propor, por meio de diversas atividades, opções de como o tema pode ser abordado atrativamente para esses estudantes. Monitores, professores de disciplinas específicas como matemática e física ou em conjunto, com projetos interdisciplinares, podem realizar demonstrações em sala de aula, laboratório, feira de ciências, atividades extraclasse ou afins.

No **escopo** desta monografia, que é engenharia mecânica, existem vinte e nove especialidades (Figura 2).

Subárea: <b>Engenharia Mecânica</b>	
<b>Especialidades</b>	
1.	Fenômenos de transporte
2.	Transferência de calor
3.	Mecânica dos fluídos
4.	Dinâmica dos gases
5.	Princípios variacionais e métodos numéricos
6.	Engenharia térmica
7.	Termodinâmica
8.	Controle ambiental
9.	Aproveitamento da energia
10.	Mecânica dos sólidos
11.	Mecânica dos corpos sólidos, elásticos e plásticos
12.	Dinâmica dos corpos rígidos, elásticos e plásticos
13.	Análise de tensões
14.	Termoelasticidade
15.	Projetos de Máquinas
16.	Teoria dos mecanismos
17.	Estatística e dinâmica aplicada
18.	Elementos de máquinas
19.	Fundamentos gerais de projetos das máquinas
20.	Máquinas, motores e equipamentos
21.	Métodos de síntese e otimização aplicados ao projeto
mecânico	
22.	Controle de sistemas mecânicos
23.	Aproveitamento de energia
24.	Processos de fabricação
25.	Matrizes e ferramentas
26.	Máquinas de usinagem e conformação
27.	Controle numérico
28.	Robotização
29.	Processos de fabricação, seleção econômica

Figura 2: Subárea engenharia mecânica e suas especialidades

(Fonte: (CAPES, 2014, adaptação do autor))

Para alcançar o objeto geral são desenvolvidos **objetivos específicos**:

- (1) Pesquisar formas de apresentar conceitos e elementos básicos de engenharia mecânica para estudantes da educação básica.
- (2) Desenvolver projetos que explicitem a responsabilidade do engenheiro para com a sociedade.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 O que é engenharia?

*O exercício da engenharia é uma arte, capaz de recompensar seu artista, o engenheiro, e beneficiar os seres cujas necessidades serão atendidas pelas soluções encontradas e implantadas. O engenheiro é então um artista, cujo trabalho é resolver problemas de engenharia com os materiais e com as ferramentas científicas disponíveis. No entanto, a maior das ferramentas que possui é a si próprio e o correto emprego dessa ferramenta pode ser expresso através de sua dedicação, sua disposição em conhecer e, principalmente, seu bom senso (SANTOS Jr, 2001).*

A palavra “engenharia” vem do latim, *ingenere*, que significa criar (BRITANNICA, 2016). O dicionário Aurélio (FERREIRA-AURELIO, 2010) define engenharia como “ciência do engenheiro”, o que não esclarece muito ao estudante. Já a definição deste mesmo dicionário para engenheiro é “indivíduo que tem a profissão de traçar e dirigir trabalhos que exigem cálculo matemático”. Essa definição, apesar de simples, ainda é abstrata para o estudante. Citações de algumas personalidades podem auxiliar no entendimento do conceito (*apud* BURGER, 2015, p. 9; *apud* PORTNOI, 1999, p. 1):

*Seria bom se Engenharia fosse menos genericamente pensada como (...) a arte da construção. Num certo sentido, é a arte de não construir (...), a arte de fazer algo tão bem com um dólar, quanto um indivíduo obtuso pode fazer com dois dólares (Wellington, 1887).*

*Engenharia é a prática da aplicação segura e econômica das leis científicas que governam as forças e materiais da natureza, através da organização, design e construção, para o benefício da humanidade (Lindsay, 1920).*

*Engenharia é a aplicação profissional e sistemática da ciência para a utilização eficiente dos recursos naturais a fim de produzir riqueza (Hoover e Fish, 1941).*

*Engenheiros participam de atividades que tornam os recursos naturais disponíveis num formato benéfico para o homem e oferecem sistemas que operem ótima e economicamente (Boelter, 1957).*

*É responsabilidade do engenheiro estar atento às necessidades sociais e decidir como as leis da ciência podem ser melhor adaptadas através da engenharia a fim de cumprir essas necessidades (John C. Calhoun Jr, 1963).*

*Engenharia é a profissão na qual o conhecimento das ciências matemáticas e naturais, obtido através do estudo, experiência e prática, é aplicado com julgamento no desenvolvimento de novos meios de utilizar, economicamente, os materiais e forças da natureza para o benefício da humanidade (Comitê de Certificação de Engenharia e Tecnologia dos EUA, 1982).*

Uma definição informal para estudantes da educação básica é: **engenharia é a ciência que estuda como fazer algo desejado bem e com o menor gasto possível.**

## 2.2 O que é engenharia mecânica?

Uma das subáreas da engenharia é a **mecânica**. Neste campo engenheiros desenham, testam, constroem e operam maquinário de todos os tipos; também trabalham com uma variedade de produtos industrializados e certos tipos de estrutura (BRITANNICA, 2016).

Do latim moderno *mechanismus* e do grego *mekhane* significa aparelho, arranjo, meios (MACHADO, 2010). O dicionário Aurélio (FERREIRA-AURELIO, 2010) define mecânica de onze formas diferentes, entre elas:

- ✓ Ciência que tem por objetivo o estudo das forças e das suas ações.
- ✓ Combinação de órgãos próprios para produzir ou para transmitir movimentos.
- ✓ Estudo das máquinas, da sua construção e funcionamento.

Uma definição usual para estudantes da educação básica é: **mecânica é a ciência que estuda os movimentos.**

Desta forma, tem-se que: **"engenharia mecânica é a ciência que estuda como fazer algo desejado que se movimente e com o menor gasto possível".**

A mecânica foi formulada por Newton (século XVII) a partir das informações acumuladas pelos trabalhos de outros pensadores, notadamente de Galileu e Kepler. Ele reinterpreto-as com o auxílio de um modelo matemático que esquematizou, estabelecendo um paradigma rigoroso e hegemônico até o século passado (BRASIL, 1998a).

## 2.3 Conceitos e elementos básicos de engenharia mecânica

Seguem abaixo a explicação de alguns conceitos que serão utilizados nos projetos de engenharia presentes neste trabalho.

### 2.3.1 Mecanismo e sistema de transmissão de movimento

Muitos são os mecanismos utilizados na engenharia mecânica para a transmissão de movimento. Um **mecanismo** é um conjunto de corpos, em que um deles é fixo, ligados entre si por pares cinemáticos com propósito de transmitir ou transformar um determinado movimento. Neste grupo incluem-se, por exemplo, os **sistemas de transmissão de movimento**, apresentados na Figura 3 (FLORES e GOMES, 2014):

- (a) por rodas de atrito,
- (b) por engrenagens e,
- (c) por mecanismos do tipo came-seguidor.

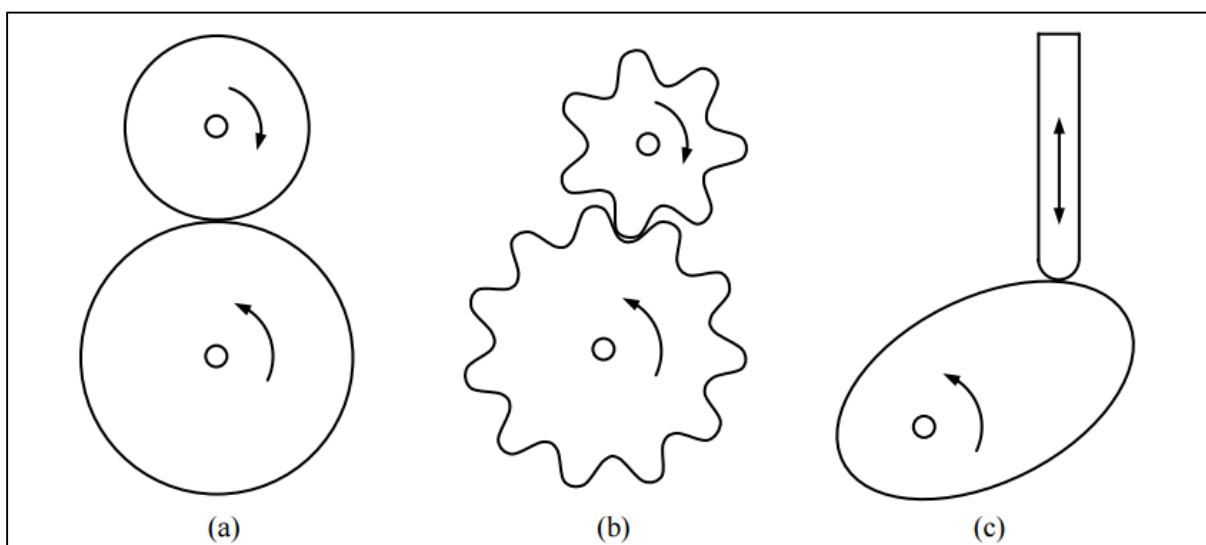


Figura 3: Sistema de transmissão de movimento por contato direto  
(Fonte: (FLORES e GOMES, 2014))

### 2.3.2 Elementos de fixação

Elementos de fixação são meios de união possíveis de serem empregados nos mais diversos tipos de equipamentos, máquinas e afins, unindo peças



produzidas com diferentes materiais por meio de uma fixação que pode ser móvel (por exemplo, parafusos, porcas e arruelas) ou permanente (por exemplo, rebites e soldas). Entre eles tem-se (FRANCESCHI e ANTONELLO, 2014):

### **Arruelas**

São peças geralmente cilíndricas, de pouca espessura apresentando um furo central, pelo qual cruza o corpo do parafuso, sendo utilizadas principalmente para:

- ✓ Proteger a superfície das peças;
- ✓ Evitar deformações nas superfícies de contato;
- ✓ Evitar que a porca afrouxe;
- ✓ Suprimir folgas axiais (isto é, no sentido do eixo) na montagem das peças;
- ✓ Evitar desgaste da cabeça do parafuso ou da porca;
- ✓ Distribuir a carga sobre a superfície das peças unidas.

### **Parafusos**

Dentre os elementos de fixação, pode-se dizer que os parafusos são os mais utilizados. São elementos de corpo cilíndrico e comprimento de corpo variável, onde, sobre este corpo, há filetes de roscas. Estas roscas podem ser de diferentes especificações e trabalham em conjunto com porcas, com as mesmas características de roscas.

Os parafusos diferenciam-se por seu tipo de cabeça, corpo, rosca, diâmetro e comprimento da área roscada. Com relação à cabeça os parafusos podem ter cabeça sextavada, quadrada, abaulada, cilíndrica, cônica, com fenda, fenda cruzada, etc.

### **Pinos**

Pinos são elementos de fixação móveis de corpo cilíndrico que servem para unir duas ou mais peças e alinhar furos concêntricos. Podem ter cabeça ou não, serem cônicos, fixos com rosca ou fixos com contra pinos.

## Porcas

A porca é uma peça cuja forma pode ser hexagonal, sextavada, quadrada ou cilíndrica, geralmente metálica, com um furo roscado, no qual pode ser encaixado um parafuso, ou uma barra roscada. Em conjunto com o parafuso, a porca é um acessório amplamente utilizado na união de peças, ou, em alguns casos, para auxiliar na regulagem. A sua parte externa apresenta vários formatos, visando atender aos inúmeros tipos de emprego, fazendo com que porcas sejam utilizadas como elementos de fixação e/ou como de transmissão. Existem diversos tipos de porcas, por exemplo:

✓ **Porca castelo.** É uma porca hexagonal com seis entalhes radiais, coincidentes dois a dois, os quais se alinham com um furo no parafuso, possibilitando a passagem de uma cupilha para travar a porca.

✓ **Porca cega (ou remate).** Esse tipo de porca apresenta uma das extremidades do furo rosqueado encoberta, ocultando a ponta do parafuso, pode ser feita de aço ou latão, geralmente é cromada, possibilitando um acabamento de boa aparência.

✓ **Porca borboleta.** Apresenta saliências que proporcionam o aperto manual. Geralmente fabricada em aço ou latão, e utilizada quando são necessárias e frequentes a montagem e a desmontagem das peças.

✓ **Contraporca.** De uma forma geral, as porcas sujeitas a cargas de impacto e vibração apresentam tendência a afrouxar, o que pode originar agravos a máquinas e equipamentos. Dessa forma, utiliza-se como forma de travamento, outra porca, denominada contraporca. Para a operação de travamento utilizam-se duas chaves de boca.

## Contrapinos ou cupilhas

Eles são fabricados com um arame semicircular que, ao ser dobrado, deixam-se as extremidades com diferentes comprimentos possibilitando sua dobra. É um elemento de fácil manuseio que pode ser inserido em um furo na ponta de eixos ou em furos na ponta de parafusos, principalmente quando se usa porcas castelo.

Possibilita o travamento da porca sobre o parafuso ou o travamento de pinos em orifícios.

### 2.3.3 Ondas sonoras

O **som** é um fenômeno mecânico, de características ondulatórias, que se transmite através de um meio. Uma de suas propriedades é a **altura**, que identifica sons graves a agudos, através da vibração de uma fonte sonora. A altura do som é uma propriedade importante, sendo sua **frequência** (número de ciclos vibratórios completos por unidade de tempo), medida em Hertz, sendo  $1\text{ Hz}=1\text{ ciclo/segundo}$  (HUNT e KIRK, 2011).

Outra propriedade do som é a **intensidade**, grau de **volume** sonoro (distingue sons fortes e fracos) e depende da força empregada para produzir as vibrações. A unidade utilizada para medir a intensidade sonora é o bel (B), e como esta unidade é grande comparada com outras medidas de nível sonoro, é usualmente apresentada em decibel, sendo  $1\text{ B}=10\text{ dB}$  (HUNT e KIRK, 2011).

O corpo humano produz sons de frequências e intensidade variadas: em crianças é possível ouvir um zumbido venoso grave que irradia da clavícula para o pescoço (LABRADA, PEREIRA e BANDIERA-PAIVA, 2013).

Popularmente, considera-se som, qualquer variação de pressão que o ouvido possa detectar nítida (PIMENTEL, 2016).

Entre os princípios do som, tem-se o “Princípio de Huygens-Fresnel”, que parte das afirmações (FERNANDES, 2012):

(1) A propagação do som no ar se dá a partir da fonte geradora, em todas as direções.

(2) Pelo som ser uma vibração longitudinal das moléculas do ar, seu movimento oscilatório é transmitido de molécula para molécula, até chegar aos ouvidos humanos, gerando a audição.

(3) O som precisa de um meio material para se propagar (por isso não se propaga som no vácuo).

O **Princípio Huygens-Fresnel** se aplica a essa propagação: cada molécula de ar, ao vibrar, transmite para a vizinha a sua oscilação, se comportando como uma nova fonte sonora (FERNANDES, 2012).

Uma das propriedades da propagação do som no ar é a transmissão, propriedade sonora que permite que o som passe de um lado para outro de uma superfície, continuando sua propagação. Fisicamente, o fenômeno tem as seguintes características: a onda sonora ao atingir uma superfície, faz com que ela vibre, transformando-a em uma fonte sonora. Assim, a superfície vibrante passa a gerar som em sua outra face. Portanto, quanto mais rígida e densa (pesada) for a superfície menor será a energia transmitida (FERNANDES, 2012).

As ondas sonoras são ondas longitudinais que consistem em uma série de compressões, seguidas de rarefações, e que se propagam através de meios como o ar, a água ou os sólidos. As ondas sonoras propagam-se melhor, e mais rapidamente, nos materiais sólidos, depois nos líquidos e mais lentamente nos gases (MUSEU DAS COMUNICAÇÕES DE MACAU, 2016).

Quando alguém fala ou emite um som, o ar ondula ou vibra. Os ouvidos captam as vibrações de som, ou ondas de som, e enviam-nas para o nosso cérebro fazendo com que o som seja ouvido (MUSEU DAS COMUNICAÇÕES DE MACAU, 2016).

### **2.3.4 Equilíbrio e Movimento**

Diz-se que um corpo está em equilíbrio quando os efeitos das solicitações sobre ele se anulam. Assim, na condição de equilíbrio, qualquer que seja a solicitação aplicada (força, torque...), haverá um conjunto de outros esforços que anularão seu efeito sobre o corpo. Anular, nesse caso, não implica em considerar que os esforços não existem. Se assim fosse, não seria possível calcular as tensões internas aos elementos. Significa que o corpo não terá seu estado de movimento modificado pela atuação dos esforços externos, que estão equilibrados (MUNDO EDUCAÇÃO, 2017).

O corpo pode estar parado ou movendo-se a velocidade constante em relação a algum referencial. A condição de equilíbrio é fundamental para a determinação dos esforços agindo no corpo, já que permite que as solicitações

desconhecidas possam ser determinadas igualando seus efeitos com os esforços conhecidos (MUNDO EDUCAÇÃO, 2017).

O equilíbrio pode ser classificado como (MUNDO EDUCAÇÃO, 2017):

**Estático:** Quando o objeto está em repouso (ver Figura 4);

**Dinâmico:** Quando o corpo está em movimento retilíneo uniforme.

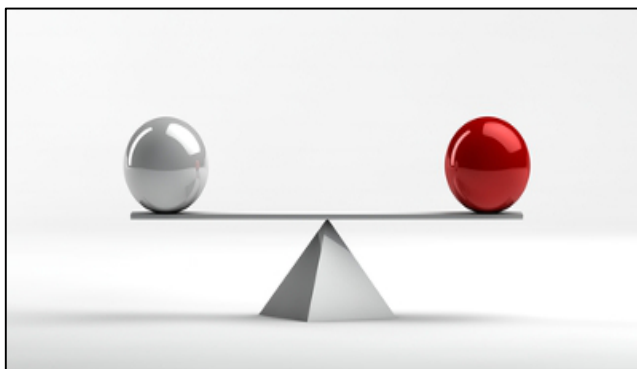


Figura 4: Exemplo de equilíbrio estático  
(Fonte: (MUNDO EDUCAÇÃO, 2017))

Além disso, ele pode ser de três tipos quanto a sua estabilidade: estável, instável ou indiferente, como mostra a Figura 5 (MUNDO EDUCAÇÃO, 2017).

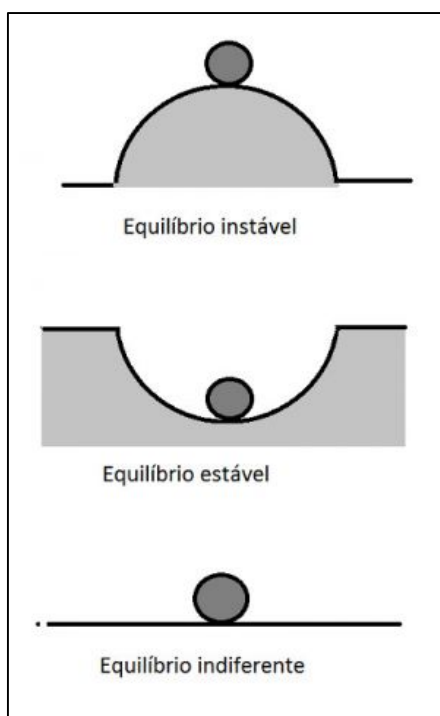


Figura 5: Tipos de equilíbrio quanto a estabilidade  
(Fonte: (MUNDO EDUCAÇÃO, 2017))

No **equilíbrio estável**, quando o corpo realiza um pequeno deslocamento em relação a sua posição de equilíbrio ao ser abandonado, ele retorna à posição inicial. Quando o **equilíbrio é instável**, ao retirar o objeto da sua posição de equilíbrio, ele tende a se afastar ainda mais dela quando abandonado.

No **equilíbrio indiferente**, ao ser deslocado, o objeto permanece em equilíbrio em uma nova posição.

### **2.3.5 Um equipamento histórico da engenharia mecânica: a máquina de costura**

A máquina de costura é um aparelho utilizado para unir ou prender partes de tecidos ou outros materiais flexíveis, para, por exemplo, fabricar roupas e sapatos. A máquina consiste num mecanismo que faz mover uma agulha na ponta da qual está enfiada uma linha (presa em uma bobina) que, em cada iteração (movimento de passagem pelo tecido) é enrolada noutra linha colocada em uma bobina separada. O movimento pode ser feito manualmente, por meio de um pedal ou por um motor elétrico. Moraes e Abreu, 2006 contam um pouco da história da invenção desta máquina:

Desde as cavernas, o homem, de alguma forma, se veste. Este fato que levou com que não haja um único inventor para a máquina de costura: Tantos foram os passos na direção da obra final que, pode-se dizer que, a máquina de costura atual é quase uma criação coletiva que começou em 1790, quando o marceneiro inglês Thomas Saint fez a primeira máquina para costurar sapatos e botas. Mas as especificações do grande invento ficaram enterradas no meio de outras patentes relacionadas a botas e sapatos e só foram descobertas por Newton Wilson em 1874.

Por volta de 1846, nos Estados Unidos, o engenheiro mecânico norteamericano Elias Howe, de Massachusetts, trabalhava em uma fábrica de máquinas para industrialização do algodão e há anos vinha trabalhando na invenção da máquina de costura de ponto de laçada. Mas todas as tentativas de colocar o buraco no meio da agulha haviam fracassado. Não encontravam o ponto certo. Howe passava dias e noites envolvido com cálculos complicados e novas tentativas sem chegar a uma solução. Uma noite, exausto, Elias sonhou que havia sido

capturado por uma tribo de índios, e o cacique berrava, ameaçador: “Elias, sob pena de morte, eu te ordeno: termina tua máquina”. Era tudo tão real que o pobre Elias suava frio, agitado na cama. Levado para o local da execução, pôde reparar que as lanças dos selvagens tinham um buraco em forma de olho na ponta. Era isso! Tudo que ele precisava era uma agulha com um furo na ponta. Acordou e desenhou o modelo definitivo da agulha.

Com o aparecimento de novos modelos, Elias entrou em briga judiciária pela posse da patente contra Isaac Merrit Singer, inventor norte-americano fundador da Singer, que em 1851 aperfeiçoou, fabricou e patenteou uma máquina de costura em série.

Howe venceu a disputa em 1854 e passou a ter o direito de receber royalties sobre cada máquina de costura fabricada nos Estados Unidos. Mas o nome Singer é quase um símbolo de máquina de costura.

Embora a máquina de Elias Howe fosse superior na época, a de Singer tinha a vantagem de fazer costura contínua. O sucesso o levou, com o apoio de sócios, a fundar uma empresa.

“Depois do arado, esta máquina de costura é talvez o instrumento mais abençoado da humanidade”, escreveu Louis Antoine Godey, em 1856. Mahatma Gandhi, o líder hindu, enquanto estava na prisão, aprendeu a costurar em uma máquina Singer, depois a isentou-a na interdição que fez sobre o maquinário ocidental e um dia chegou a dizer: “Ela é uma das poucas coisas úteis já inventadas”.

### **2.3.6 Madeira como material para a produção de equipamentos mecânicos**

A madeira é uma matéria-prima importante e versátil em vários setores da atividade humana, pois pode ser aplicada a diversas situações. No Brasil a madeira é um produto pouco valorizado como material de construção, embora seja encontrada em abundância na natureza (REMADE, 2017).

A madeira é um dos produtos mais valiosos que as árvores oferecem. Constitui a maior parte do tronco arbóreo, que se compõe de duas porções fundamentais, uma viva e externa, o alburno, outra morta e interna, o cerne. Sob o

aspecto comercial, entretanto, a madeira propriamente dita é somente o cerne, em virtude das suas qualidades de resistência, durabilidade e beleza (REMADE, 2017).

Entre as vantagens das madeiras tem-se (REMADE, 2017):

- (1) Elevada resistência mecânica (tração e compressão).
- (2) Baixa massa específica.
- (3) Boa elasticidade.
- (4) Baixa condutibilidade térmica.
- (5) Isolante dielétrico.
- (6) Baixo custo.
- (7) Encontra-se em grande abundância.
- (8) Facilmente cortada nas dimensões exigidas.
- (9) Material natural de fácil obtenção e renovável.
- (10) Grande diversidade de tipos.

Entre as desvantagens da madeira tem-se (REMADE, 2017):

- (1) Higroscopicidade (absorve e devolve umidade).
- (2) Combustibilidade.
- (3) Deterioração.
- (4) Resistência unidirecional.
- (5) Retratilidade (alteração dimensional, de acordo com a umidade e a temperatura).
- (6) Ansitropia (estrutura fibrosa, propriedade direcional).
- (7) Limitação dimensional (tamanhos padronizados).
- (8) Heterogeneidade na estrutura.

As propriedades mecânicas dependem das propriedades físicas da madeira, principalmente a umidade e o peso específico, podendo ser divididas em dois blocos (REMADE, 2017):

(1) Aos esforços principais, exercidos no sentido das fibras, relacionadas com a coesão axial do material:

- (1.1) **Compressão:** provoca a separação das fibras e ruptura por flambagem;
- (1.2) **Tração:** produz contrações transversais, aumentando a aderência das fibras;



(1.3) **Flexão estática:** aplicação de uma força no centro do vão de uma viga biapoiada, a ruptura se dá nas fibras solicitadas;

(1.4) **Flexão dinâmica ou resiliência:** capacidade da madeira de resistir aos choques;

(1.5) **Cisalhamento:** esforço que provoca deslizamento de um plano sobre o outro.

(2) Aos esforços secundários, exercidos transversalmente às fibras, relacionadas com sua coesão transversal:

(2.1) **Compressão:** esforço de compressão no sentido normal às fibras, após a fase das deformações elásticas, a madeira pode sofrer esmagamento;

(2.2) **Torção:** tende a torcer um corpo em torno de um eixo;

(2.3) **Fendilhamento:** esforço de tração aplicado na extremidade de uma peça a fim de descolar as fibras.

Consideradas as propriedades da madeira, ela pode ser utilizada em sistemas de transmissão de movimento por contato direto a um baixo custo.

### 2.3.7 Came e Mancal

Came é uma parte de uma roda ou eixo giratório ressaltado e projetado para transmitir um movimento alternado ou variável a outro mecanismo. É um elemento fabricado de algum material (madeira, metal, plástico) que tem seu contorno modificado para que seu movimento rotativo cause um novo movimento em linha reta. Conforme gira, o came transmite ao seu contato que o giro foi efetuado, gerando um novo movimento, que por sua vez, pode gerar novos movimentos (SMITH e HASHEMI, 2013).

Existem diversos tipos de comes, aplicados em diversas áreas da mecânica, na maioria dos casos, seu efeito é binário, ou seja, pode haver o movimento com ação e sem ação, porém existem comes com mais de uma lombada para determinadas aplicações (SMITH e HASHEMI, 2013)

A peça na qual o came é fixado é chamada de mancal. Um mancal tem como fator principal a forma da superfície que deve permitir uma excelente lubrificação (SMITH e HASHEMI, 2013).

### 2.3.8 Sistemas de Ajustes e Tolerância

Um **sistema de tolerância** é um conjunto de princípios, regras, fórmulas e tabelas que permite a escolha racional de tolerâncias para a produção econômica de peças mecânicas intercambiáveis. Têm por finalidade estabelecer limites para os desvios, em relação à dimensão nominal e evitar que se tente obter uma exatidão excessiva nas dimensões das peças (Marco Filho e Stockler C. Filho, 1996)

Um **sistema de ajuste** é um conjunto de princípios, regras, fórmulas e tabelas que permitem a escolha racional de tolerâncias no acoplamento eixo/furo, para se obter, economicamente, uma condição preestabelecida. Têm por finalidade estabelecer, em função da dimensão nominal, valores padronizados para as folgas ou interferências, isto é, o modo como as peças deverão trabalhar em conjunto (Marco Filho e Stockler C. Filho, 1996).

Os principais fatores que influenciam a escolha do ajuste são (Marco Filho e Stockler C. Filho, 1996):

- (1) Acabamento superficial das superfícies em contato.
- (2) Comprimento de contato.
- (3) Movimento relativo entre as peças.
- (4) Velocidade de funcionamento.
- (5) Tipo de material das peças.
- (6) Temperatura.
- (7) Lubrificação.
- (8) Quantidade de peças.
- (9) Custo da produção.

As aplicações são diversas, normalmente em elementos que possuam movimento relativo entre si, rotação ou translação, e devem transmitir carga. Os

ajustes com folga são normalmente especificados para (Marco Filho e Stockler C. Filho, 1996):

- (1) Mancais de deslizamento.
- (2) Parafusos e porcas.
- (3) Acoplamentos de eixos com engrenagens, polias, freios e embreagens.
- (4) Eixos estriados e blocos deslizantes de engrenagens etc.

### **2.3.9 Sistema pistão-cilindros: seringas**

A seringa foi inventada por volta de 1850 para uso médico. Por volta de 1650, Blaise Pascal também se utilizou de seringas para estudar hidrostática, e realizando várias experiências, comprovou a existência do vácuo e o peso do ar. Embora seu alvo fosse puramente técnico, ele contribuiu com a invenção da seringa médica. Levou mais de um século antes que uma seringa com uma fina *agulha* oca fosse produzida pela primeira vez. Em 1961, a empresa BD introduziu no mercado mundial a sua nova Seringa descartável, a BD Plastipak (VELOZO, 2014).

#### **Princípio de Pascal**

O princípio de Pascal que diz: "O acréscimo de pressão produzido num líquido em equilíbrio transmite-se integralmente a todos os pontos do líquido" (DE SOUZA e GRANHEN, 2017).

Uma aplicação simples deste princípio é a prensa hidráulica. A prensa é um dispositivo com dois vasos comunicantes, que possui dois êmbolos de diferentes áreas sobre a superfície do líquido conforme apresentado na Figura 6 (BOLDRIN, CORRÊA e GARCIA, 2017).

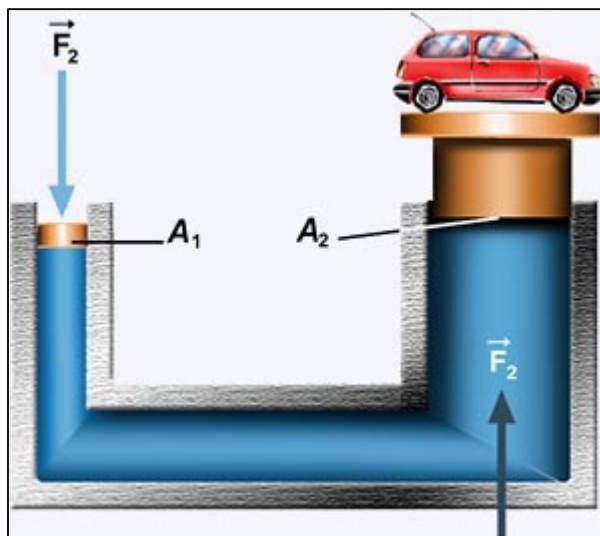


Figura 6: Prensa Hidráulica  
(Fonte: (MARQUES, UETA, 2007))

Aplicando-se em um tubo em U, uma pressão  $P$ , tem-se como resultado uma força aplicada numa área  $A_1$ . Essa pressão se transmitirá integralmente à outra extremidade, a qual exercerá uma força  $F$  sobre uma área  $A_2$ . Como a pressão transmitida é a mesma, tem-se (BOLDRIN, CORRÊA e GARCIA, 2017):

$$P = F/A = F'/A'.$$

Portanto, a força aplicada na área  $A'$  será:

$$F = A \cdot F'/A'$$

Tem-se, portanto, um mecanismo eficaz de aumento da força aplicada. Basta construir dispositivo com área, na outra extremidade, bem maior do que a área original na qual aplicamos a força. Este é o princípio de funcionamento da prensa hidráulica. Ao aplicar-se uma força não muito grande numa das extremidades, pode-se levantar um carro na outra extremidade (BOLDRIN, CORRÊA e GARCIA, 2017).

### 2.3.10 Guindaste Hidráulico

Ao longo dos anos, várias máquinas têm sido desenvolvidas com a finalidade de minimizar os esforços do homem. Uma máquina que desperta grande curiosidade nos estudantes é o robô, entre eles encontram-se aqueles que possuem a finalidade de deslocar uma grande quantidade de massa de um local para o outro. Esse tipo de robô é chamado de guindaste, seu princípio de funcionamento, na maioria das vezes, está fundamentado no Princípio de Pascal (DE SOUZA e GRANHEN, 2017).

### **2.3.11 Hidráulica e Pneumática**

A pneumática é a ciência relativa ao ar ou às máquinas com funcionamento por ar comprimido. Também diz respeito ao funcionamento do pulmão. Ela estuda os sistemas mecânicos de compressão de ar. Vem do termo em latim *pneuma*, que significa sopro de ar (SIGNIFICADOS.COM.BR, 2017b).

A hidráulica é a ciência que trata das leis que regem o movimento dos líquidos e dos problemas suscitados pela utilização da água (SIGNIFICADOS.COM.BR, 2017a).

Os sistemas hidráulicos e pneumáticos funcionam de forma semelhante. Enquanto a pneumática cria sistemas mecânicos baseados no ar comprimido, a hidráulica gera energia através da passagem de fluídos, sendo o mais comum, a água (SIGNIFICADOS.COM.BR, 2017b).

A diferença no funcionamento da hidráulica e da pneumática também se dá no reaproveitamento dos materiais. O ar utilizado pelas máquinas pneumáticas é expulso após cumprir sua função, sem ser utilizado novamente. Já nas máquinas hidráulicas, os líquidos descartados podem retornar ao sistema mecânico. Deve-se levar em conta também a incompressibilidade da água e compressibilidade do ar (SIGNIFICADOS.COM.BR, 2017b).

### **2.3.12 Monjolo**

O monjolo é uma máquina rudimentar, movida a água, na qual há três peças distintas e principais: o pilão – que soca, por exemplo, grãos, o cocho que acumula água e a haste que liga as duas peças anteriores (BROMBIM et al., 2017).

A água movimenta o pilão. Esta chega através de uma calha, cai no cocho e quando ele fica cheio, abaixa com o peso da água elevando a haste. Assim que a água escorre a haste desce pesadamente, socando o que esteja no pilão (BROMBIM et al., 2017).

O monjolo é muito utilizado para o ensino de elementos de engenharia (PEREIRA e DA SILVA, 2016; VAZ et al., 2014)

O “Teorema da Conservação de Energia” é um dos principais fenômenos estudados pela Física. O monjolo demonstra na prática esse teorema reduzido apenas a equações matemáticas. Ele demonstra a conservação da energia mecânica durante seu funcionamento, no qual a energia potencial gravitacional é transformada em energia cinética. Quando a água se acumula no cocho do monjolo, a massa dessa extremidade é aumentada, de forma que a haste perde o equilíbrio e entra em movimento. Aumentando a massa, também aumenta-se a energia potencial gravitacional do sistema, que se transforma em energia cinética em razão do movimento. Assim que o contrapeso na outra extremidade é esvaziado, ele volta à sua posição de equilíbrio, martelando com o pilão o que estiver no seu alcance, usualmente grãos (BROMBIM et al., 2017).

O “Anexo 1. Energia Cinética” (INFOESCOLA, 2017) apresenta a equação da energia com demonstração matemática, podendo seu conteúdo ser inserido na “Atividade 8. Monjolo” adaptada conforme a faixa etária.

### 2.3.13 Transformação de Energia

Na natureza se encontram energias sob diversas formas. Energia é a capacidade de realizar trabalho e pode ser complementada com as transformações que ocorrem no universo. Quando se fala em energia, a modalidade mais popular é a energia elétrica em razão de sua grande utilização. Mas diversas são as modalidades de energia e exemplos destas são (ASSIS e TEIXEIRA, 2003):

(1) **Energia Mecânica.** A energia mecânica pode ser interpretada como a soma da energia cinética e potencial que um determinado corpo possui. A energia cinética de um corpo está associada ao movimento que ele possui; já a

energia potencial está associada à posição de um corpo com relação a um determinado referencial.

(2) **Energia Térmica.** Toda matéria é constituída por moléculas e essas, por sua vez, são constituídas por átomos. O grau de agitação que essas moléculas possuem em um determinado corpo é responsável pela energia térmica.

(3) **Energia Sonora.** O som se propaga através de ondas em razão das vibrações impostas ao ar ou a um meio material em face de um dispositivo (cordas vocais, alto-falantes, etc.).

(4) **Energia Elétrica.** A diferença de potencial entre dois pontos que permite a passagem de corrente elétrica é responsável pela energia elétrica.

(5) **Energia Eólica.** Os ventos são responsáveis pela energia eólica.

(6) **Energia Solar.** Em razão das reações nucleares no Sol, grandes quantidades de energia são liberadas, que são denominadas de energia solar.

(7) **Energia Luminosa.** É a forma de energia que está associada à radiação eletromagnética.

(8) **Energia Nuclear.** São as energias provindas do núcleo atômico em virtude dos processos de fissão e/ ou fusão.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Métodos

O primeiro passo deste projeto foi a realização de uma pesquisa bibliográfica sobre os tópicos da educação básica que se relacionam com a área de conhecimento da engenharia.

Os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais) indicam os objetivos do ensino fundamental público brasileiro. Eles apresentam quais os conhecimentos mínimos que os alunos devem ser capacitados. (BRASIL, 2000).

Existem nove eixos temáticos (BRASIL, 1998a):

- (1) Língua portuguesa;
- (2) Matemática;
- (3) Ciências naturais;
- (4) História e geografia;
- (5) Arte;
- (6) Educação física;
- (7) Temas transversais e ética;
- (8) Meio ambiente e saúde.
- (9) Pluralidade cultural e orientação sexual.

Analisaram-se os PCNs dos dois eixos temáticos que envolvem tópicos da Engenharia: “ciências naturais” e “matemática”. Observa-se que muitos conceitos podem ser apresentados em atividades.

O “Apêndice 1. Parte do PCN - Ensino fundamental focado em engenharia: ciências naturais” apresenta algumas informações importantes extraídas durante a análise dos PCNs de ciências naturais (BRASIL, 1998a) assim como “Apêndice 2. Parte do PCN - Ensino fundamental focado em engenharia: matemática”, com foco em Matemática.

Em seguida foi realizada uma **pesquisa de campo** em diferentes contextos:



(a) Parques de conhecimento ou instituições similares existentes na Grande São Paulo. Os Apêndices 3 e 4 apresentam duas das instituições visitadas.

(b) Lojas que vendem equipamentos educativos, seja para o consumidor final ou para instituições de ensino, incluindo tanto lojas físicas como virtuais.

(c) Bibliotecas, livrarias e na Internet, em páginas consideradas idôneas após a análise do autor.

Essa pesquisa visou a busca de equipamentos educacionais, considerando-se estes, como qualquer apetrecho ou conjuntos de apetrechos que auxilie para apresentação de algum conceito relacionamento à engenharia mecânica.

Selecionaram-se equipamentos que possibilitassem a confecção a baixo custo e sem ferramentas sofisticadas, a fim de atender ao objetivo específico de ser útil a comunidade de educação básica, focando principalmente a comunidade de baixa renda.

A oficina teste será composta por:

(a) Materiais para observação:

(a1) Equipamentos adquiridos levando em consideração os requisitos de seleção.

(a2) Equipamentos confeccionados pelo autor.

(a3) Filmagens extraídas da Internet, em páginas consideradas idôneas após a análise do autor.

(2) Guia para elaboração de oficinas de engenharia: foco em mecânica, o qual será distribuído em papel na versão para educadores, podendo ser produzida em trabalhos futuros uma versão para estudantes, sem o processo de fabricação, apenas com os conceitos envolvidos. Em trabalhos futuros, ambas as versões poderão ter opção eletrônica a qual poderá ficar disponível em página da Internet da Poli Cidadã.

Como RESULTADO tem-se o guia definido na INTRODUÇÃO.

As atividades que compõem o RESULTADO são técnicas, não têm como objetivo planejar didaticamente aulas, visto que estas devem ser planejadas por

profissionais da educação e não fazem parte do escopo deste projeto. O objetivo é contribuir tecnicamente para que o educador esteja preparado para apresentar os conceitos aqui relacionados dentro da sua realidade (faixa etária, ciclo de instrução, espaço e materiais disponíveis etc.).

As atividades são apresentadas conforme ficha de elaboração da atividade padronizada (Figura 7).

Ficha de elaboração da atividade
(1) Chamada.
(2) Tempo.
(3) Espaço.
(4) Ferramentas.
(5) Materiais.

<b>(6) Cuidados.</b>
<b>(7) Produto final.</b>
<b>(8) Procedimentos.</b>
<b>(9) Conceitos envolvidos.</b>
<b>(10) Observações.</b>

Figura 7: Ficha de elaboração da atividade  
(Fonte: autoria própria)

Antes do início de cada atividade sempre será apresentado um equipamento montado.

A montagem é de grande importância para que o estudante tome contato com as dificuldades experimentais envolvidas, criando uma interatividade estudante/experimento, possibilitando uma maior absorção do conhecimento científico envolvido e despertando o interesse no assunto.

As atividades foram agrupadas em seções e subseções conforme o caso, por foco de conhecimento e grau de dificuldade.

### 3.2 Procedimento

Para a realização dos protótipos das atividades, foram utilizadas diversas ferramentas e materiais, sendo que houve a preocupação de se utilizar tanto ferramentas como materiais de baixo custo, ou materiais reciclados.

A Figura 14 apresenta a lista de ferramentas utilizadas para se realizar todas as atividades, lembrando-se que estas podem ser adaptadas conforme a realidade do monitor.

Além das ferramentas e materiais há a necessidade de bancada com espaço para manipulação dos materiais, conforme a atividade.

Ferramentas
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Agulha de crochê.</li><li>2. Alicate de corte e alicate de uso geral conforme o caso.</li><li>3. Arco de serra com serrinha apropriada para o arco.</li><li>4. Broca para madeira com o diâmetro adequado a atividade.</li><li>5. Chave adequada para a manipulação dos parafusos.</li><li>6. Formão de aproximadamente 1 polegada para madeira.</li><li>7. Furadeira.</li><li>8. Grampeador profissional de tapeceiro com suporte para grampos de 10 a 14 mm, dos tipos T, U ou I.</li><li>9. Lápis preto.</li><li>10. Martelo.</li><li>11. Pincel fino para graxa.</li><li>12. Pistola aplicadora de cola quente.</li><li>13. Pregos grossos para punção.</li><li>14. Serrote.</li><li>15. Tesoura.</li></ol>

16. Transferidor de 180°.

17. Trena.

Figura 8: Lista de ferramentas utilizadas  
(Fonte: autoria própria)

A lista de materiais apresentada na Figura 15 especifica materiais para referência. Pode-se adaptar e utilizar o material disponível na realidade a ser aplicada a atividade. Desta forma, diminui-se o custo e possibilita-se a utilização de sobras ou de materiais recicláveis, diminuindo o custo da atividade e atendendo um dos objetivos do projeto, que é o de responsabilidade social.

<b>Materiais</b>
<b>Atividade 1: Pernas de pau</b>
(1.1) 2 tiras de madeira de 130 x 4 x 2 cm aproximadamente. (1.2) 1 tábua quadrada de 11 x 11 x 3 cm aproximadamente. (1.3) 4 pregos galvanizados cabeça chata para madeira de 3,5 x 60 mm. (1.4) Lixa para madeira.
<b>Atividade 2: Telefone de Lata</b>
(2.1) 2 latas iguais, de cerca de 395 g, com fundo e sem tampa. É recomendada a reutilização de latas de comidas vazias que utilizem tampa no sistema “Abre-fácil”, com abertura por lingueta que desencaixa a tampa, permitindo melhor acabamento e menor risco de acidentes ao preparar e utilizar a lata. As latas podem ser substituídas por potes de plásticos (por exemplo, de chocolate em pó) ou copos plásticos. (2.2) 1 barbante de cerca de 5 m. (2.3) Lixa para ferro.
<b>Atividade 3: Patinho de empurrar</b>
(3.1) 1 cano de PVC. (3.2) Retalhos de madeira. (3.3) Lixa para madeira. (3.4) 14 parafusos de madeira pequenos com porcas proporcionais. (3.5) Retalhos de papel. (3.6) 2 dobradiças usadas. (3.7) fio duro de cobre de 15 awg ou outro parecido, cerca de 40 cm. (3.8) 1 parafuso com cabeça grande, com cerca de 9 cm sem pescoço, com 6 arruelas com o mesmo diâmetro do parafuso, 3 porcas de 5 mm com o mesmo diâmetro do parafuso e uma contraporca também com o mesmo diâmetro. (3.9) 4 grampos do tipo U de 12 mm e um retalho de couro (caso queira utilizar a variação do patinho sem cano de apoio).
<b>Atividade 4: Árvore Sonora</b>
(4.1) Cola madeira.

<p>(4.2) Retalhos de madeira.</p> <p>(4.3) Bolinhas de gude de tamanhos variados (6).</p> <p>(4.4) Retalhos de papel, de preferência duro, para confeccionar moldes.</p> <p>(4.5) Retalhos de madeira.</p> <p>(4.6) Lixa para madeira.</p> <p>(4.7) 1 caibro de madeira de cerca de 2,5 x 2,5 x 75 cm.</p> <p>(4.8) 1 caixa quadrada usada de madeira sólida de cerca de 20 x 20 cm.</p>
<b>Atividade 5: Labirinto de Equilíbrio</b>
<p>(5.1) Cola madeira.</p> <p>(5.2) Uma tábua de madeira de 40 x 40 cm ou 30 x 50 cm.</p> <p>(5.3) 1 bolinha de gude ou madeira com cerca de 2 cm de diâmetro.</p> <p>(5.4) Retalhos de folha fina de EVA ou pano.</p> <p>(5.5) Lixa para madeira.</p> <p>(5.7) 1 folha de papel fina de tamanho proporcional a tábua.</p> <p>(5.8) 1 bola sólida de madeira com cerca de 8 cm.</p>

Figura 9: Lista de materiais utilizados por atividade - continua

(Fonte: autoria própria)

<b>Materiais</b>
<b>Atividade 6: Protótipo básico de uma máquina de costura</b>
<p>(6.1) Pregos variados.</p> <p>(6.2) Retalhos de placas de madeira com cerca de: 60 x 25 cm, 33 x 46 cm, 10 x 10 cm, 18 x 18 cm, 20 x 8 cm e duas de 3 x 5 cm.</p> <p>(6.3) Uma tira retangular de madeira de cerca de 3 x 50 cm.</p> <p>(6.4) Uma tira trapezoide de madeira de cerca de 50 cm de comprimento, com um lado com cerca de 1,5 cm e o outro com cerca de 3,5 cm, todos os ângulos retos.</p> <p>(6.5) Um cano duro de 30 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro.</p> <p>(6.6) Um cano duro de cerca de 30 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro.</p> <p>(6.7) Um parafuso grosso de cerca de 6 cm de comprimento com uma porca proporcional.</p> <p>(6.8) Um parafuso grosso (no mínimo 0,5 cm) e cerca de 11 cm de comprimento e 3 arruelas com o mesmo diâmetro do parafuso.</p> <p>(6.9) 2 parafusos de madeira com cerca de 3 cm de comprimento e 2 arruelas com o mesmo diâmetro dos parafusos.</p> <p>(6.10) Uma folha de papel tamanho A2.</p> <p>(6.11) Um pedaço pequeno de borracha ou duas arruelas de borracha.</p> <p>(6.12) Graxa de uso geral.</p> <p>(6.13) Cola madeira.</p> <p>(6.14) Uma arruela de 2,5 cm e com furo proporcional ao diâmetro do parafuso do item.</p> <p>(6.15) 60 cm de arame rígido fino.</p> <p>(6.16) 4 parafusos para madeira pequenos.</p>
<b>Atividade 7: Guindaste Hidráulico</b>

- (7.1) Uma base em madeira de cerca de 12 x 24 cm, com espessura mínima de 1 cm.
- (7.2) 60 cm de mangueira de silicone de 5 mm (tipo de aquário).
- (7.3) 1 m de arame flexível de 1 mm (ou abraçadeiras de nylon).
- (7.4) Quatro seringas de plástico de 5 cm de diâmetro.
- (7.5) Um tubo pequeno de silicone de alta temperatura.
- (7.6) Um tubo de adesivo instantâneo.
- (7.7) 60 cm de tira de madeira de cerca de 1 x 3 cm, sendo dividida em quatro partes, sendo duas de 10 cm, uma de 15 cm e uma de 25 cm.
- (7.8) Duas dobradiças pequenas, proporcionais as tiras (3 cm de largura).
- (7.9) Parafusos proporcionais as dobradiças (cerca de 8).
- (7.10) Pregos médios (cerca de 6).
- (7.11) 10 cm de arame rígido de 2 mm.
- (7.12) Lixa de madeira.

Figura 10: Lista de materiais utilizados por atividade - continuação  
(Fonte: autoria própria)

<b>Materiais</b>
<b>Atividade 8: Monjolo</b>
<p>(8.1) Um recipiente que permita o depósito de cerca de 1 litro de água. Pode ser uma garrafa pet de refrigerante.</p> <p>(8.2) 25 cm de mangueira de silicone de 10 mm (do tipo utilizada em aquários).</p> <p>(8.3) Uma bomba HBO 300 ou outra simular (do tipo utilizada em aquários). A bomba pode ser substituída por uma garrafa pet e neste caso não será necessária a mangueira solicitada no item (8.2).</p> <p>(8.4) Três copos plástico de água ou dois de água e um de café.</p> <p>(8.5) Cerca de nove palitos de churrasco de madeira.</p> <p>(8.6) Cinco abraçadeiras finas. Na falta pode ser utilizada fita adesiva.</p> <p>(8.7) Fita adesiva.</p> <p>(8.8) Refil de cola quente.</p> <p>(8.9) Duas tampinhas de garrafa pet, se necessário.</p> <p>(8.10) Uma rolha ou similar.</p> <p>(8.11) Uma porca para contrapeso do cocho de água.</p> <p>(8.12) Uma caixa com fósforos.</p>

Figura 11: Lista de materiais utilizados por atividade - continuação  
(Fonte: autoria própria)

#### 4 GUIA: FABRICANDO BRINQUEDOS E ENTENDENDO A MECÂNICA

O guia desta pesquisa está compilado em formato de guia para elaboração de oficinas de engenharia, com foco em mecânica. A figura 16 apresenta observações gerais importantes para a utilização do guia, sendo válidas para todas as atividades e, portanto não serão repetidas individualmente.

Observação
(1) <b>Adaptação.</b> O educador deve adaptar as atividades dentro da sua realidade (faixa etária, ciclo de instrução, espaço e materiais disponíveis etc.).
(2) <b>Faixa Etária do estudante.</b> As atividades propostas atendem a qualquer faixa etária. A forma de apresentação pedagógica irá mudar de acordo com a realidade da turma. Mesmo que o produto final não seja de interesse de todas as faixas etárias, a elaboração dele e os conceitos envolvidos o são.
(3) <b>Acompanhamento de Responsável.</b> Toda atividade com confecção de equipamentos apresenta risco de acidentes, devendo ser desenvolvida com o acompanhamento de um adulto responsável.
(4) <b>Materiais.</b> Reserve os materiais necessários para a realização da atividade. A lista de materiais só especifica materiais quando há a necessidade de precisão. Nos demais casos, pode-se utilizar o material disponível. Desta forma, diminui-se o custo e possibilita-se a utilização de sobras ou de materiais recicláveis, diminuindo o custo da atividade e atendendo um dos objetivos do projeto, que é o de responsabilidade social.
(5) <b>Tempo.</b> Verifique o tempo previsto para a execução da atividade prevendo que a mesma pode variar para mais ou menos conforme a realidade apresentada.
(6) <b>Espaço.</b> Se assegure de utilizar um espaço adequado para a atividade.

Figura 12: Observações para utilização do guia - continua  
(Fonte: autoria própria)



<b>Observação</b>
(7) <b>Ferramentas.</b> Verifique a disponibilidade de todas as ferramentas necessárias para a atividade.
(8) <b>Sequência.</b> As atividades não possuem uma sequência necessária, podendo ser utilizadas conforme a conveniência.
(9) <b>Objetivo Específicos.</b> Cada atividade tem como objetivo específico abordar um ou mais conceitos da engenharia.
<p>(10) <b>Objetivos Gerais.</b> Cada atividade tem como objetivos gerais:</p> <p>(10.1) Desenvolver a participação e interação social.</p> <p>(10.2) Despertar o interesse técnico em engenharia.</p> <p>(10.3) Aguçar a curiosidade na confecção de equipamentos.</p>
(11) <b>Monitor.</b> A qualidade de monitor da atividade é de extrema importância para o sucesso do projeto, seja no planejamento da atividade, na adaptação da realidade, na apresentação e desenvolvimento do equipamento, na integração da equipe ou outros tópicos.
<p>(12) <b>Segurança.</b></p> <p>(12.1) Deve-se utilizar os EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) necessários em todas as atividades desenvolvidas.</p> <p>(12.2) Na construção de cada equipamento deve-se ter cuidado com o manuseio das ferramentas e dos materiais. Desta forma, só serão descritos nas “Fichas de Elaboração da Atividade” outros cuidados importantes que não este.</p>
(13) <b>Nível de dificuldade.</b> Algumas das atividades podem ser realizadas mais de uma vez com a mesma turma de estudantes, aumentando o grau de dificuldade.

Figura 13: Observações para utilização do guia - continua  
(Fonte: autoria própria)

Observação
(14) <b>Conceitos Envolvidos.</b> Os conceitos envolvidos são abordados na revisão da literatura conforme a necessidade.
(15) <b>Revisão.</b> Após a conclusão de cada atividade, é altamente recomendado a realização de uma revisão de cada etapa da confecção, a fim de obter um produto final de qualidade.

Figura 14: Observações para utilização do guia - continuação  
(Fonte: autoria própria)

## 4.2 Elaboração de oficinas de engenharia: foco em mecânica

### 4.2.1 Mecanismos de movimento: pernas de pau

A Figura 17 apresenta um par de pernas de pau descrito na Atividade 1.



Figura 15: Pernas de pau de 130 cm  
(Fonte: autoria própria)

<b>Ficha de elaboração da atividade</b>
(1) <b>Chamada.</b> Andar em pernas de pau é um passatempo divertido, de baixo custo, sendo uma atividade física que ajuda no desenvolvimento do equilíbrio corporal.
(2) <b>Tempo.</b> Cerca de 30 minutos, dependendo das condições da madeira utilizada.
(3) <b>Espaço.</b> Bancada com espaço para manipulação da madeira e espaço amplo, plano e vazio para utilização do brinquedo.
(4) <b>Ferramentas.</b> (4.1) Martelo. (4.2) Serrote.
<p>(5) <b>Materiais</b></p> <p>(5.1) 2 tiras de madeira de 130 x 4 x 2 cm aproximadamente.</p> <p>(5.2) 1 tábua quadrada de 11 x 11 x 3 cm aproximadamente.</p> <p>(5.3) 4 pregos galvanizados cabeça chata para madeira de cerca de 3,5 x 60 mm.</p> <p>(5.4) Lixa para madeira.</p>
(6) <b>Cuidados.</b> Necessário o acompanhamentos de adulto responsável para a utilização do brinquedo.
(7) <b>Produto final.</b> Brinquedo “pernas de pau”.
<p>(8) <b>Procedimentos.</b></p> <p>(8.1) O comprimento das tiras de madeira pode ser adaptado conforme a altura dos estudantes.</p> <p>(8.2) Lixar as tiras de madeiras até eliminar farpas que possam machucar as mãos.</p> <p>(8.3) É importante que as pontas fiquem planas (em um ângulo de 90°). Em caso de dificuldade, essa característica pode estar apenas nas pontas que ficarão voltadas para baixo;</p> <p>(8.4) É importante também que as pontas que ficarão voltadas para baixo não fiquem escorregadias em contato com o solo.</p>

Atividade 1: Pernas de pau - continua

(Fonte: autoria própria)

Ficha de elaboração da atividade
<p>(8.5) As tábuas, as quais serão utilizadas para o apoio dos pés, devem formar um quadrado com ângulo preciso de 90° possibilitando um bom alinhamento com as tiras.</p> <p>(8.6) Serrar a tábua quadrada na diagonal, formando dois triângulos.</p> <p>(8.7) Lixar os triângulos nos cortes.</p> <p>(8.8) Pregar um triângulo em cada tira, a quatro cm do início do lado escolhido para ser o de baixo (o que tiver com o ângulo de 90° mais preciso), de forma que lado serrado do triângulo fique externo e voltado para baixo. Ou seja, um lado de 11 cm ficará em paralelo com a tira e outro lado de 11 cm ficará perpendicular à tira.</p> <p>(8.9) Deve-se usar dois pregos para segurar o triângulo, sendo que o primeiro deve estar a 1 cm do início da tábua, do lado mais para cima da tira. O outro prego deve estar a 2 cm do final da tábua.</p> <p>(8.10) Se algum prego ficar com a ponta aparente, a sua ponta deverá ser martelada para que fique virada para a madeira a fim de evitar qualquer acidente.</p> <p>(8.11) As tiras, que agora são pernas de pau podem ser envernizadas.</p>
<p>(9) <b>Conceitos envolvidos.</b></p> <p>Essa atividade permite a exploração da importância de conceitos básicos da engenharia, tais como:</p> <p>(9.1) <b>Escolha adequada do material.</b> Uma tira de madeira que quebre pode provocar um acidente.</p> <p>(9.2) <b>Atrito.</b> Se a ponta de baixo da tira ficar lisa pode provocar um acidente.</p> <p>(9.3) <b>Análise da segurança.</b> Qualquer produção deve considerar além da segurança de quem confecciona (utilização adequada de ferramentas e materiais) a segurança do usuário final (cuidado com farpas, com a quebra das estacas, com o atrito, com a ponta dos pregos etc.).</p>

Atividade 2: Pernas de pau – continuação e continua

(Fonte: autoria própria)

Ficha de elaboração da atividade
(9.4) <b>Métricas.</b> Caso as medidas não sejam precisas o usuário do brinquedo terá seu equilíbrio prejudicado.
(9.5). <b>Movimentos naturais.</b> O porquê de se utilizar dois pregos por triângulo e não apenas um.
(10) <b>Observações.</b> ---

Atividade 3: Pernas de pau - continuação  
(Fonte: autoria própria)

Essa atividade, a princípio considerada básica, tem como produto final, um brinquedo que motiva os alunos a se interessarem pelas demais atividades.

A Figura 18 apresenta as tábuas para apoio dos pés. Neste exemplo, há duas opções de apoio dos pés propiciando duas alturas diferentes para um mesmo par de pernas de pau, sendo uma opção de confecção da atividade com maior nível de dificuldade.



Figura 16: Pernas de pau – Apoio dos pés em duas opções  
(Fonte: autoria própria)

A Figura 19 mostra a fixação das tábuas de apoio com parafusos, o que também aumenta o nível de dificuldade da atividade, necessitando da utilização de uma furadeira, brocas apropriadas e de parafusos com pontas para madeira.



Figura 17: Pernas de Pau – Fixação do apoio para os pés  
(Fonte: autoria própria)

#### 4.2.2 Propagação do som: telefone de lata

A Figura 20 apresenta um telefone de lata descrito na Atividade 2.



Figura 18: Telefone de lata  
(Fonte: autoria própria)

Ficha de elaboração da atividade
(1) <b>Chamada.</b> O telefone de lata é um brinquedo infantil tradicional, com

baixo custo e didático.
(2) <b>Tempo.</b> Cerca de 15 minutos.
(3) <b>Espaço.</b> Não necessita de espaço específico.
(4) <b>Ferramentas.</b> (4.1) Martelo. (4.2) Prego grosso para punção.
<p>(5) <b>Materiais</b></p> <p>(5.1) 2 latas iguais, de cerca de 395 g, com fundo e sem tampa. É recomendada a reutilização de latas de comidas vazias que utilizem tampa no sistema “Abre-fácil” (ver Figura 21), com abertura por lingueta que desencaixa a tampa, permitindo melhor acabamento e menor risco de acidentes ao preparar e utilizar a lata. As latas podem ser substituídas por potes de plásticos (por exemplo, de chocolate em pó) ou copos plásticos.</p> <p>(5.2) 1 barbante de cerca de 5 m.</p> <p>(5.3) Lixa para ferro.</p>
(6) <b>Cuidados.</b> Verificar se a lata não apresenta farpas que podem causar acidentes (cortes na pele durante a manipulação do brinquedo).
(7) <b>Produto Final.</b> Brinquedo “telefone de lata”.
<p>(8) <b>Procedimentos.</b></p> <p>(8.1) Limpe as latas retirando embalagens.</p> <p>(8.2) Com o auxílio do prego de punção, use o martelo para furar o centro do fundo de cada lata (ver Figura 22). Se necessário lixe as pontas que surgirem na superfície furada.</p> <p>(8.3) Passe o barbante através do furo de uma lata e faça um nó grosso para o lado de dentro da lata, de forma que o barbante não saia pelo furo (ver Figura 23).</p>

Atividade 4: Telefone de lata - continua  
(Fonte: autoria própria)

<b>Ficha de elaboração da atividade</b>
(8.4) Passe a outra extremidade do barbante pela outra lata da mesma forma.

**(9) Conceitos envolvidos.**

Essa atividade permite a comunicação à distância, transmitindo as ondas da voz pela vibração do barbante, apresentando conceitos básicos de ondas sonoras.

Pode-se explorar conceitos de:

(9.1) Propagação do som no meio físico.

(9.2) Transformação da onda sonora em movimento mecânico de vibração e a necessidade da vibração para o transporte do som.

(9.3) Variação da frequência do som.

**(10) Observações.**

(10.1) Conforme a faixa etária da turma, as latas podem ser pintadas ou encapadas sem detrimento do funcionamento.

(10.2) É importante tracionar bem o barbante, afastando as latas ao máximo, em linha reta (para não sofrer interferência de outras superfícies sólidas), de forma que o meio mecânico seja o mais eficiente possível.

Atividade 5: Telefone de lata - continuação  
(Fonte: autoria própria)



Figura 19: Modelo de tampa no sistema “abre-fácil”  
(Fonte: autoria própria)

As Figuras 21, 22 e 23 auxiliam na visualização de etapas da elaboração da atividade.





Figura 20: Lata após a furação  
(Fonte: autoria própria)



Figura 21: Visualização interna da lata  
(Fonte: autoria própria)

Para utilizar o telefone de lata, deve-se lembrar de tracionar o fio conforme indicado na ficha de elaboração dele. Quando uma pessoa falar em uma das latas, ela fará com que o ar no interior da lata vibre muito rapidamente para trás e para frente (cerca de mil vezes por segundo) produzindo o som emitido. Essa vibração vai se propagar e bater no fundo da lata, que funcionará como uma membrana que também vibrará rapidamente para trás e para frente. Essas vibrações não são visíveis porque o fundo do copo se movimenta pouco e muito rapidamente. Se estivéssemos lidando com um autofalante grande, e com o som alto, porém, seria possível vê-las. O fundo da lata emissora propaga sua vibração pelo barbante, acabando por puxar e soltar o fundo da outra lata, que também acaba se movimentando, como se fosse uma membrana. Esse puxar e soltar gerará vibrações

para dentro da segunda lata. Assim sendo, se outra pessoa colocar o ouvido próximo a ela, poderá escutar a voz do emissor forma bastante nítida. Ao se tentar segurar o barbante durante o processo, o som para de se propagar (PIMENTEL, 2016).

As ondas sonoras que o emissor transmite para a lata são de frequência alta, sendo propagadas através da lata para barbante, que diminui essa frequência até chegar até a outra lata onde o som volta a expandir sua frequência (MUSEU DAS COMUNICAÇÕES DE MACAU, 2016).

#### **4.2.3 Transmissão de movimento: patinho de empurrar**

A Figura 24 apresenta um patinho de empurrar descrito na Atividade 3. A Figura 25 apresenta outra versão de mecanismo de transmissão de movimento do patinho de empurrar.



Figura 22: Patinho de empurrar  
(Fonte: autoria própria)



Figura 23: Segunda versão do patinho de empurrar  
(Fonte: autoria própria)

Ficha de elaboração da atividade
(1) <b>Chamada.</b> O patinho de empurrar apresenta o conceito de sistema de transmissão de movimento.
(2) <b>Tempo.</b> Cerca de 1 hora.
(3) <b>Espaço.</b> Bancada com espaço para manipulação da madeira e do cano de PVC.
<p>(4) <b>Ferramentas</b></p> <p>(4.1) Alicate.</p> <p>(4.2) Arco de serra com serrinha apropriada para o arco.</p> <p>(4.3) Chave adequada para a manipulação dos parafusos.</p> <p>(4.4) 1 lápis preto.</p> <p>(4.5) 1 tesoura.</p> <p>(4.6) Furadeira.</p> <p>(4.7) Broca para madeira com o mesmo diâmetro do parafuso escolhido no item (5.8).</p> <p>(4.8) Grampeador profissional de tapeceiro com suporte para grampos de 10 a 14 mm, dos tipos T, U ou I (para a variação apresentada na Figura 31).</p>

Atividade 6: Patinho de empurrar - continua  
(Fonte: autoria própria)

Ficha de elaboração da atividade
<p><b>(5) Materiais</b></p> <p>(5.1) 1 cano de PVC.</p> <p>(5.2) Retalhos de madeira.</p> <p>(5.3) Lixa para madeira.</p> <p>(5.4) 14 parafusos de madeira pequenos com porcas proporcionais.</p> <p>(5.5) Retalhos de papel, de preferência duro, para confeccionar moldes.</p> <p>(5.6) 2 dobradiças usadas.</p> <p>(5.7) fio duro de cobre de 15 awg ou outro parecido, cerca de 40 cm.</p> <p>(5.8) 1 parafuso com cabeça grande, com cerca de 9 cm sem pescoço (com rosca ao longo do seu corpo), com 6 arruelas com o mesmo diâmetro do parafuso, 3 porcas de 5 mm com o mesmo diâmetro do parafuso e uma contraporca também com o mesmo diâmetro.</p> <p>(5.9) 4 grampos do tipo U de 12 mm e um retalho de couro (caso queira utilizar a variação apresentada na Figura 31).</p>
<p><b>(6) Cuidados. ---</b></p>
<p><b>(7) Produto Final.</b> Brinquedo “patinho de empurrar”.</p>
<p><b>(8) Procedimentos.</b></p> <p>(8.1) Prepare o cano de PVC na altura desejada, certificando-se de retirar todas as pontas que possam causar acidentes.</p> <p>(8.2) Escolha um molde circular da medida para servir de base das rodas (um pires de xícara, um pote ou afim) e desenhe seu molde no papel.</p> <p>(8.3) Desenhe no papel uma asa e o corpo do pato da Figura 27.</p> <p>(8.4) Recorte os moldes.</p>

**Ficha de elaboração da atividade**

(8.5) Com base nos moldes, desenhe nos retalhos de madeira, de forma a obter o melhor aproveitamento possível do material, 2 rodas, 2 asas e 1 corpo.

(8.6) Com o auxílio do arco de serra, recorte na madeira as peças citadas no item (8.5).

(8.7) Com o auxílio da lixa de madeira retire todas as farpas que possam causar acidentes.

(8.8) Utilize as dobradiças para fixar as asas no corpo do pato, utilizando os parafusos e a chave adequada. É importante que as asas sejam fixadas de forma simétrica produzindo um efeito harmonioso ao movimento.

(8.9) Fixe o cano de PVC no rabo do pato com dois parafusos em lados opostos (ver Figura 26).

(8.10) Fixe as rodas no corpo do pato (Figura 26). É necessário que o parafuso seja largo o suficiente para não haver atrito rodas-corpo do pato.

(8. 11) Com lápis, trace várias linhas retas na roda com o maior comprimento possível, ou seja, elas se cruzarão no centro da roda (Figura 27).

(8.12) Com o auxílio da furadeira e da broca fure o centro das 2 rodas e fure o corpo do pato, na posição que deseja fixar a roda. Tome cuidado para não furar muito na extremidade, de forma que não aja risco da madeira ceder e quebrar o brinquedo, cerca de 1,5 cm.

(8.13) Pegue o 1 parafuso com cabeça grande, que será utilizado para fixar as 2 rodas e coloque 1 arruela.

(8.14) Coloque 1 roda nele, outra arruela, 1 porca e outra arruela. O comprimento da porca impedirá o atrito entre as rodas e o corpo do pato.

(8.15) Passe o parafuso pelo corpo do pato, repetindo o procedimento (8.13) proporcionalmente na outra roda, ou seja, 1 arruela, 1 porca, outra arruela, 1 roda, outra arruela.

Ficha de elaboração da atividade
<p>(8.16) Coloque a última porca para travar as rodas no corpo do pato.</p> <p>(8.17) Coloque a arruela e a contraporca para garantir o travamento das rodas no corpo do pato.</p> <p>(8.18) Fixe 1 parafuso em cada roda a 1 cm da sua extremidade, na mesma posição no lado externo das 2 rodas fixadas no pato.</p> <p>(8.19) Corte dois pedaços do fio de cobre com cerca de 13 cm e dois pedaços com cerca de 4 cm.</p> <p>(8.20) Dobre as pontas dos 2 pedaços de fios menores (ver Figura 28).</p> <p>(8.21) Dobre os dois fios menores formando uma argola no centro deles, conforme pode ser visto na Figura 28. A argola deve estar perpendicular as pontas dobradas dos fios menores.</p> <p>(8.22) Fixe os fios menores nas asas do pato, em uma posição proporcional nas 2 asas, com o auxílio da chave apropriada e dos parafusos.</p> <p>(8.23) Dobre a ponta do fio maior, passando pela argola de fixada na asa do pato (ver Figura 28). Repita o procedimento na outra asa do pato.</p> <p>(8.24) Dobre a outra extremidade dos fios maiores fixando-os nos parafusos do item (8.18).</p> <p>(8.25) Empurre o pato para frente e para trás testando o brinquedo e fazendo ajustes, caso necessário.</p>
<p>(9) <b>Conceitos envolvidos.</b></p> <p>Essa atividade permite a exploração dos conceitos de:</p> <p>(9.1) Moldes para obter-se peças iguais, no caso, as rodas e as asas.</p> <p>(9.2) Como se traçar corretamente o centro de um círculo.</p> <p>(9.3) Sistemas de transmissão de movimento utilizado para mover as asas em sincronia com as rodas.</p>

**Ficha de elaboração da atividade****(10) Observações.**

(10.1) É importante que as rodas fiquem redondas para que o brinquedo funcione corretamente. Se necessário ajuste as rodas.

(10.2) O cano de PVC pode ser substituído por cabo de vassoura ou afim. Há a opção de patinho de empurrar com a mão, o qual dispensa o cano.

(10.3) O brinquedo pode ser decorado conforme o interesse da turma.

Atividade 10: Patinho de empurrar - continuação  
(Fonte: autoria própria)



Figura 24: Visualização do corpo e asa do pato  
(Fonte: autoria própria)

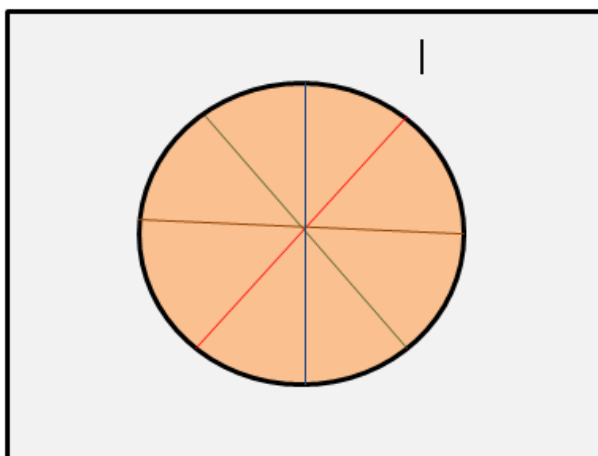


Figura 25: Traços para localizar o centro do círculo  
(Fonte: autoria própria)



Figura 26: Visualização da utilização do fio de cobre  
(Fonte: autoria própria)

A Figura 29 apresenta a visualização do pato com as asas para cima e a Figura 30 com as asas para baixo, o que ocorre com o movimento das rodas, quando o pato é empurrado pelo cabo para frente ou para trás.



Figura 27: Visualização do pato com as asas para cima  
(Fonte: autoria própria)



Figura 28: Visualização do pato com as asas para baixo  
(Fonte: autoria própria)

Foram apresentadas duas versões do patinho de empurrar com diferentes mecanismos artesanais de transmissão de movimento. As Figuras 31 à 33



apresentam uma terceira versão do patinho, na qual o sistema de empurrar muda: não se utiliza o cano de apoio, mas sim a própria mão, sendo uma versão mais indicada para a utilização por crianças pequenas ou para manipulação em oficinas com espaço reduzido, prevenindo acidentes. Esta versão é mais indicada também, em oficinas nas quais os alunos terão dificuldade de transporte ou de armazenamento do produto final.



Figura 29: Patinho de empurrar sem cano de apoio  
(Fonte: autoria própria)



Figura 30: Asas do patinho de empurrar sem cano  
(Fonte: autoria própria)



Figura 31: Visualização superior e inferior do patinho de empurrar sem cano  
(Fonte: autoria própria)

Para essa variação da atividade utilizou-se um grampeador profissional de tapeceiro com suporte para grampos de 10 a 14 mm, dos tipos T, U ou I. Utilizou-se também grampos do tipo U de 12 mm.

As Figuras 34 à 37 apresentam uma quarta versão de brinquedo que envolve os mesmo conceito do patinho. É uma versão de confecção simples e que funciona bem para movimento sobre a terra e lugares rústicos, com maior nível de atrito. Porém, por ser uma versão baseada em pregos, deve-se tomar cuidado com acidentes na sua confecção e manuseio.



Figura 32: Volante com roda de pregos  
(Fonte: autoria própria)



Figura 33: Volante com roda de pregos na vertical  
(Fonte: autoria própria)



Figura 34: Rodas com pregos  
(Fonte: autoria própria)



Figura 35: Partes do volante com roda de pregos  
(Fonte: autoria própria)

Existem muitas outros brinquedos que podem ser confeccionados com base no conceito de transmissão de movimento. A Figura 38 e 39 apresentam mais dois exemplos.



Figura 36: Cachorro com movimento das pernas  
(Fonte: <[azulerosabrinquedos.com.br/novo-site/brinquedos-de-movimento/](http://azulerosabrinquedos.com.br/novo-site/brinquedos-de-movimento/)>)

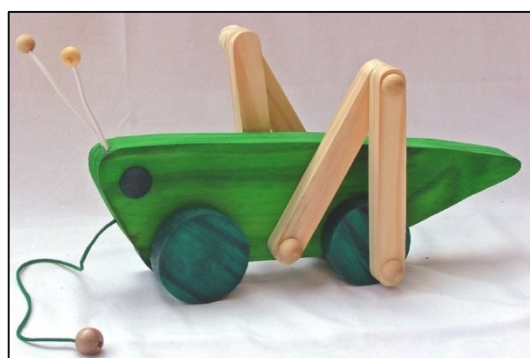


Figura 37: Grilo com movimento das asas  
(Fonte: <[azulerosabrinquedos.com.br/novo-site/brinquedos-de-movimento/](http://azulerosabrinquedos.com.br/novo-site/brinquedos-de-movimento/)>)

#### 4.2.4 Ondas sonoras: Árvore de madeira

A Figura 40 apresenta uma árvore sonora concluída após a realização da Atividade 4.



Figura 38: Árvore sonora  
(Fonte: autoria própria)

<b>Ficha de elaboração da atividade</b>
(1) <b>Chamada.</b> Árvore de madeira composta de pétalas por onde descem bolinhas produzindo diferentes sons.
(2) <b>Tempo.</b> Cerca de 2 horas.
(3) <b>Espaço.</b> Bancada com espaço para manipulação da madeira.
<p>(4) <b>Ferramentas</b></p> <p>(4.1) Serrote.</p> <p>(4.2) Arco de serra com serrinha apropriada para o arco.</p> <p>(4.3) 1 lápis preto.</p> <p>(4.4) 1 tesoura.</p> <p>(4.5) 1 transferidor de 180°.</p>
<p>(5) <b>Materiais</b></p> <p>(5.1) Cola madeira.</p> <p>(5.2) Retalhos de madeira.</p> <p>(5.3) Bolinhas de gude de tamanhos variados (6).</p> <p>(5.4) Retalhos de papel, de preferência duro, para confeccionar moldes.</p> <p>(5.5) Retalhos de madeira.</p> <p>(5.6) Lixa para madeira.</p> <p>(5.7) 1 caibro de madeira de cerca de 2,5 x 2,5 x 75 cm.</p> <p>(5.8) 1 caixa quadrada usada de madeira sólida de cerca de 20 x 20 cm.</p>
(6) <b>Cuidados.</b> As fendas podem ser feitas com formão no lugar da serrinha, porém, o formão é um instrumento que exige maior cuidado na sua utilização e que demandará maior tempo de mão-de-obra.
(7) <b>Produto Final.</b> Árvore Sonora, brinquedo infantil que trabalha a coordenação motora e a discriminação auditiva.

### Ficha de elaboração da atividade

#### (8) Procedimentos.

(8.1) Serre a caixa de madeira na altura de cerca de 3 cm, para servir de base para a árvore (ver Figura 40).

(8.2) Trançando 2 linhas retas ligando os ângulos apostos no lado interno da caixa, obtém-se o centro do quadrado.

(8.3) Serre cerca de 55 cm de caibro.

(8.4) Fixe o caibro de 55 cm no centro do lado interno da caixa utilizando a cola madeira.

(8.5) Corte em 4 pedaço os 20 cm de caibro restantes, obtendo 4 pedaços de cerca de 5 cm.

(8.6) Cole com a cola madeira os pedaços ao redor do caibro fixado na caixa auxiliando na fixação (ver Figura 41).

(8.7) Produza moldes, desenhando no papel pétalas para a árvore em 4 tamanhos distintos sendo (ver Figura 42):

(8.7.1) Base: 4,0 cm, altura: 4,5 cm (azul).

(8.7.2) Base: 4,5 cm, altura: 6,0 cm (vermelha).

(8.7.3) Base: 5,0 cm, altura: 7,5 cm (verde).

(8.7.4) Base: 5,5 cm, altura: 9,0 cm (preta).

(8.8) Recorte os moldes.

(8.9) Com base nos moldes, desenhe nos retalhos de madeira, de forma a obter o melhor aproveitamento possível do material, 8 pétalas de cada tamanho, sendo um total de 32 peças.

(8.10) Com o arco de serra, recorte na madeira as peças do item (8.9).

(8.11) Com o auxílio da lixa de madeira retire todas as farpas que possam causar acidentes.

Ficha de elaboração da atividade
<p>(8.12) Com do lápis, marque retas para que sejam feitas fendas no caibro central da árvore, sendo 8 fendas em cada lado do caibro (32 fendas no total):</p> <p>(8.12.1) Escolha um lado para começar.</p> <p>(8.12.2) A primeira fenda será a 1 cm do topo do caibro. A fenda não é paralela a base, deve ser traçada a com uma diferença de ângulo de cerca de 5° entre o início da reta e seu final. Use o transferidor para medir o ângulo.</p> <p>(8.12.3) De frente para o caibro, virá-lo para a direita e marcar próxima reta iniciando a 0,5 cm do término da anterior e descendo sempre no ângulo de 5°.</p> <p>(8.12.4) Repita o item anterior até traçar as 32 retas.</p> <p>(8.13). Com o auxílio do arco de serra, abra as fendas a partir da primeira reta traçada e abrindo na profundidade de cerca de 0,6 mm e na largura correspondente à largura das pétalas produzidas. Manipulando o arco de serra adequadamente, pode-se criar a fenda como mostra a Figura 43.</p> <p>(8.14) Utilize a cola madeira para fixar as pétalas, sendo:</p> <p>(8.14.1) Inicie na primeira fenda a partir do topo do caibro (ver Figura 40).</p> <p>(8.14.2) De frente para o caibro, cole a pétala iniciando sua base no lado esquerdo do caibro e deixando a base da pétala sobrar para fora do lado direito do caibro.</p> <p>(8.14.3) Repita o item anterior até colar as 32 retas (ver Figura 40).</p> <p>(8.15) Aguarde cerca de 30 minutos para secar a colagem e revise se todas as pétalas ficaram bem coladas.</p>



Ficha de elaboração da atividade
<p>(8.13) Com o arco de serra, abra as fendas a partir da primeira reta traçada na profundidade de cerca de 0,6 mm e na largura correspondente à largura das pétalas produzidas. Manipulando o arco de serra, pode-se criar a fenda como na Figura 43.</p> <p>(8.14) Utilize a cola madeira para fixar as pétalas, sendo:</p> <p>(8.14.1) Inicie na primeira fenda a partir do topo do caibro (Figura 40).</p> <p>(8.14.2) De frente para o caibro, cole a pétala iniciando sua base no lado esquerdo do caibro e deixando a base da pétala sobrar para fora do lado direito do caibro.</p> <p>(8.14.3) Repita o item anterior até colar as 32 retas (ver Figura 40).</p> <p>(8.15) Aguarde cerca de 30 minutos para secar a colagem e revise se todas as pétalas ficaram bem coladas.</p>
<p>(9) <b>Conceitos envolvidos.</b></p> <p>A árvore de madeira confeccionada nesta atividade, composta de pétalas de tamanhos diferentes, dispostas de forma alternada e circular, permite a descida de bolinhas, que a se movimentarem produzem diferentes sons. Essa atividade permite a exploração dos conceitos de:</p> <p>(9.1) Moldes para obter-se peças iguais.</p> <p>(9.2) Como se traçar corretamente o centro de um quadrado.</p> <p>(9.3) Variação da propagação do som conforme a fonte sonora que ele encontra, produzindo diferentes vibrações até chegar no ouvido humano.</p>
<p>(10) <b>Observações.</b></p> <p>(10.1) Pode-se incrementar outros tamanhos de pétalas na árvore, produzindo uma maior variedade de sons e utilizar diferentes tipos de bolinhas, produzindo diferentes resultados sonoros..</p> <p>(10.2) O brinquedo pode ser decorado conforme o interesse da turma.</p>



A Figura 41 permite a visualização da fixação do caibro central da árvore sonora.

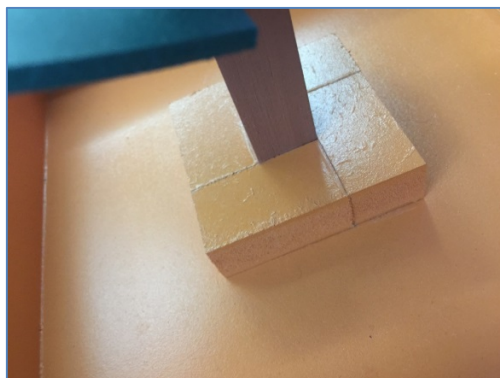


Figura 39: Fixação do caibro central  
(Fonte: autoria própria)

A Figura 7 apresenta os moldes dos quatro tipos de pétalas para referência.

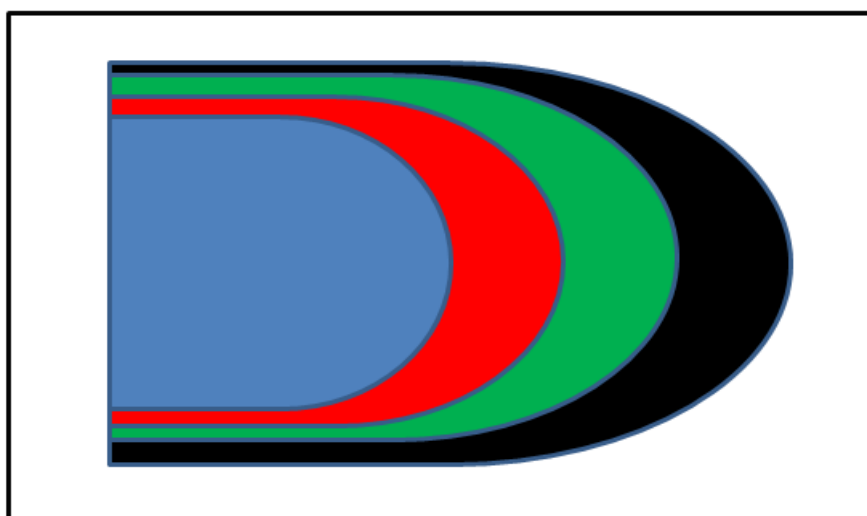


Figura 40: Moldes de pétalas  
(Fonte: autoria própria)

A Figura 43 apresenta uma fenda aberta com o arco de serra. As Figuras 44 e 45 permitem a visualização do encaixe das pétalas no caibro, tanto no topo (Figura 44) quanto na base (Figura 45) do caibro.

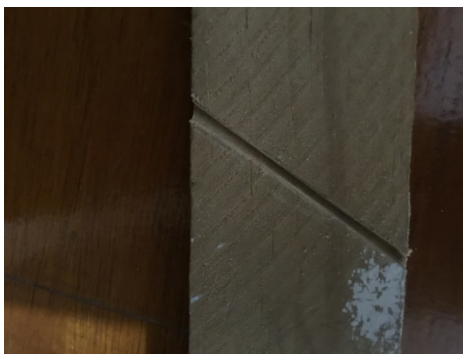


Figura 41: Fenda aberta com arco de serra  
(Fonte: autoria própria)



Figura 42: Encaixe das pétalas no topo do caibro  
(Fonte: autoria própria)



Figura 43: Encaixe das pétalas na base do caibro  
(Fonte: autoria própria)

A árvore sonora pode ser explorada de várias formas, tanto pela variação do material das bolinhas, como pelo tamanho delas, sendo obtidos sons diferentes. A sequência de como elas são colocadas no topo do caibro para descer, uma a cada 5 ou 15 segundos, por exemplo, também produzirá diferentes sons.

#### 4.2.5 Equilíbrio e estática: labirinto do equilíbrio

A Figura 46 apresenta um labirinto do equilíbrio concluído após a realização da Atividade 5. A Figura 47 apresenta uma variação do labirinto do equilíbrio com um nível de complexidade mais elevado.

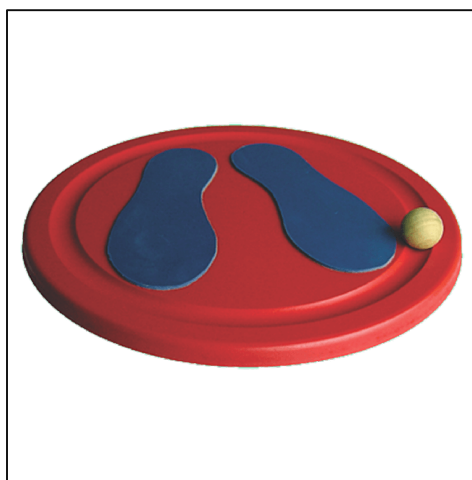


Figura 44: Labirinto do equilíbrio redondo  
(Fonte: autoria própria)



Figura 45: Labirinto do equilíbrio retangular  
(Fonte: autoria própria)

<b>Ficha de elaboração da atividade</b>
(1) <b>Chamada.</b> Prancha de madeira para treino do equilíbrio corporal individual.
(2) <b>Tempo.</b> Cerca de 4 horas.
(3) <b>Espaço.</b> Bancada com espaço para manipulação da madeira.
(4) <b>Ferramentas</b> (4.1) Serrote. (4.2) Formão de aproximadamente 1 polegada para madeira. (4.3) 1 tesoura. (4.4) 1 trena.
<p>(5) <b>Materiais</b></p> <p>(5.1) Cola madeira.</p> <p>(5.2) Uma tábua de madeira de 40 x 40 cm (modelo da Figura 46) ou 30 x 50 cm (modelo da Figura 47).</p> <p>(5.3) 1 bolinha de gude ou madeira com cerca de 2 cm de diâmetro.</p> <p>(5.4) Retalhos de folha fina de EVA ou pano, para confeccionar dois moldes de pés.</p> <p>(5.5) Lixa para madeira.</p> <p>(5.7) 1 folha de papel fina de tamanho proporcional a tábua.</p> <p>(5.8) 1 bola sólida de madeira com cerca de 8 cm.</p>
(6) <b>Cuidados.</b> O formão exige cuidado na sua utilização.
(7) <b>Produto Final.</b> Árvore Sonora, brinquedo infantil que trabalha a coordenação motora e a discriminação auditiva.
<p>(8) <b>Procedimentos.</b></p> <p>(8.1) Prepare a madeira escolhida eliminando farpas e outras imperfeições significativas.</p> <p>(8.2) Faça um molde de pegada utilizando um chinelo ou afim e recorte as duas pegadas no EVA, sendo uma para o pé esquerdo e outra para o direito (ver as Figuras 46 e 47).</p>

Ficha de elaboração da atividade
<p>(8.3) Faça um molde de labirinto seguindo a Figura 46, a 47 ou outra variação conforme a preferência.</p> <p>(8.4) Serre a bola sólida ao meio.</p> <p>(8.5) Em uma parte da bola, trace algumas retas com o diâmetro da bola, achando assim o seu centro.</p> <p>(8.6) No lado da tábua escolhido para ser o de baixo do labirinto, trace duas linhas unindo os vértices opostos da tábua e achando o centro dela.</p> <p>(8.7) Encaixe o centro da meia bola com o da tábua e marque a posição.</p> <p>(8.8) Com a cola madeira, colo a meia bola no centro (ver Figura 48).</p> <p>(8.9) Espere secar e se assegure se ficou bem colada.</p> <p>(8.10) Do outro lado da madeira (considerado o lado de cima), cole as pegadas de EVA, nas extremidades opostas ((ver as Figuras 46 e 47).</p> <p>(8.11) Com o auxílio do formão e do molde confeccionado na etapa (8.2) faça o labirinto entre as pegadas.</p> <p>(8.12) Teste se a bolinha desliza facilmente no labirinto e, se necessário, faça ajustes até o deslizamento estar satisfatório.</p> <p>(8.13) Teste a funcionalidade do brinquedo, principalmente no quesito segurança, verificando se a meia bola está bem colada e se a madeira é bem resistente ao peso de um corpo humano se movimentando para atingir o equilíbrio.</p> <p>(8.14) Para utilizar o labirinto, deve-se colocar a bolinha no centro (ver Figura 49), subir no tabuleiro e com movimento leves transportar a bolinha pelo percurso (ver Figura 50).</p>

Atividade 16: Labirinto do equilíbrio – continuação e continua

(Fonte: autoria própria)

Ficha de elaboração da atividade
<p>(9) <b>Conceitos envolvidos.</b></p> <p>(9.1) <b>Escolha adequada do material.</b> A madeira escolhida deve ser resistente a uma pessoa até 80 Kg, por exemplo e esse peso máximo deve constar no corpo do produto.</p> <p>(9.2) <b>Equilíbrio e estabilidade.</b> Conceito de equilíbrio e tipos de equilíbrio quanto a estabilidade.</p>
<p>(10) <b>Observações.</b> ---</p>

Atividade 17: Labirinto do equilíbrio - continuação  
(Fonte: autoria própria)



Figura 46: Lado de baixo do labirinto do equilíbrio  
(Fonte: autoria própria)



Figura 47: Bolinha no labirinto do equilíbrio  
(Fonte: autoria própria)



Figura 48: Utilização do labirinto do equilíbrio  
(Fonte: autoria própria)

#### 4.2.6 Transmissão de movimento: protótipo básico de uma máquina de costura

As máquinas de costura atuais são equipamentos sofisticados e que envolvem alta tecnologia, de forma que são difíceis de serem apresentadas para alunos que ainda não adentraram no curso de engenharia. Porém alguns dos conceitos envolvidos são interessantes e podem ser facilmente compreendidos, podendo despertar no aluno o interesse por conhecimentos mais avançados. Para tal, se pesquisou máquinas de costura mais antigas, as quais se utilizavam menos de conceitos da engenharia elétrica e eletrônica e mais da mecânica. A Figura 51 apresenta uma maquete de máquina de costura antiga, adquirida em uma casa de antiguidades.



Figura 49: Maquete de máquina de costura antiga  
(Fonte: autoria própria)

Apesar da maquete não costurar roupas, pois o sistema de encaixe da linha na agulha exige aferições muito precisas para uma maquete, ela apresenta o sistema de transmissão de movimento, realizado por meio de uma manivela (Figura 52).



Figura 50: Manivela de máquina de costura antiga  
(Fonte: autoria própria)

Conforme a manivela é girada manualmente em uma extremidade da máquina de costura, na outra extremidade um pino, no qual está fixada a agulha de costura sobe e desce alternadamente (Figura 53 e 54).



Figura 51: Pino de fixação da agulha em sua posição totalmente levantada  
(Fonte: autoria própria)





Figura 52: Pino de fixação da agulha em sua posição totalmente abaixada  
(Fonte: autoria própria)

Com base nesta maquete foi construída uma peça em tamanho maior e se utilizando de madeira para que pudesse ser reproduzida a baixo custo. As Figuras 55 e 56 apresentam uma versão grande, em madeira, da maquete descrito na Atividade 6.

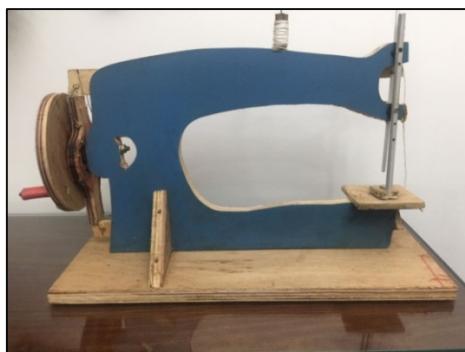


Figura 53: Maquete em madeira de máquina de costura antiga frente  
(Fonte: autoria própria)



Figura 54: Maquete em madeira de máquina de costura antiga atrás  
(Fonte: autoria própria)

<b>Ficha de elaboração da atividade</b>	
(1) <b>Chamada.</b>	Construção de um protótipo básico de uma máquina de costura, aqui chamada simplesmente de “máquina de costura”.
(2) <b>Tempo.</b>	Cerca de 8 horas.
(3) <b>Espaço.</b>	Bancada com espaço para manipulação da madeira.
(4) <b>Ferramentas</b>	
(4.1)	Serrote.
(4.2)	Arco de serra com serrinha apropriada para o arco.
(4.3)	Chave adequada para a manipulação dos parafusos.
(4.4)	1 lápis preto.
(4.5)	1 tesoura.
(4.6)	Furadeira.
(4.7)	Broca para madeira.
(4.6)	Furadeira.
(4.7)	Broca para madeira com o mesmo diâmetro do parafuso escolhido no item (5.8).
(4.8)	Um pincel fino para graxa.
(5) <b>Materiais</b>	
(5.1)	Pregos variados.
(5.2)	Retalhos de placas de madeira com cerca de: 60 x 25 cm, 33 x 46 cm, 10 x 10 cm, 18 x 18 cm, 20 x 8 cm e duas de 3 x 5 cm.
(5.3)	Uma tira retangular de madeira de cerca de 3 x 50 cm.
(5.4)	Uma tira trapezoide de madeira de cerca de 50 cm de comprimento, com um lado com cerca de 1,5 cm e o outro com cerca de 3,5 cm, todos os ângulos retos.

Ficha de elaboração da atividade
<p>(5.5) Um cano duro de cerca de 30 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro.</p> <p>(5.6) Um cano duro de cerca de 30 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro.</p> <p>(5.7) Um parafuso grosso de cerca de 6 cm de comprimento com uma porca proporcional.</p> <p>(5.8) Um parafuso grosso (no mínimo 0,5 cm) e cerca de 11 cm de comprimento e 3 arruelas com o mesmo diâmetro do parafuso.</p> <p>(5.9) 2 parafusos de madeira com cerca de 3 cm de comprimento e 2 arruelas com o mesmo diâmetro dos parafusos.</p> <p>(5.10) Uma folha de papel tamanho A2.</p> <p>(5.11) Um pedaço pequeno de borracha ou duas arruelas de borracha.</p> <p>(5.12) Graxa de uso geral.</p> <p>(5.13) Cola madeira.</p> <p>(5.14) Uma arruela de cerca de 2,5 cm e com furo proporcional ao diâmetro do parafuso do item.</p> <p>(5.15) 60 cm de arame rígido fino.</p> <p>(5.16) 4 parafusos para madeira pequenos.</p>
<p>(6) <b>Cuidados.</b> Esta atividade envolve manipulação de madeira, devendo-se utilizar os EPIs necessários (óculos e luvas de proteção) e permanecer sempre atento à segurança;</p>
<p>(7) <b>Produto Final.</b> Protótipo básico de máquina de costura.</p>
<p>(8) <b>Procedimentos.</b></p> <p>(8.1) Prepare uma placa de madeira de cerca de 60 x 25 cm base servir de <b>base</b> para a máquina de costura.</p>

Atividade 19: Protótipo básico de máquina de costura, continuação e continua

(Fonte: autoria própria)

### Ficha de elaboração da atividade

(8.2) Utilize as Figuras 57 e 58 em sequência para visualizar as etapas do procedimento 8.3 ao 8.14.

(8.3) Prepare um **triângulo retângulo** de madeira com os catetos de cerca de 10 cm que servirá para a fixação do corpo da máquina à base (Figura 57 – parte 1).

(8.4) Desenhe, em papel, um molde do **corpo da máquina** (ver Figura 55), com base em um retângulo de cerca de 33 x 46 cm. Essa medida e o desenho no molde podem ser ajustados conforme o retalho de madeira a ser utilizado e o gosto pessoal do executor da atividade.

(8.5) Recorte o molde.

(8.6) Recorte na madeira o molde desenhado, incluindo a fenda no lado esquerdo de quem olha o corpo, a qual será utilizada para possibilitar a fixação de um parafuso (Figura 57 – parte 2).

(8.7) Recorte na madeira um **círculo com cerca de 18 cm** de diâmetro. Utilize alguma peça redonda com uma medida aproximada para molde (Figura 57 – parte 3).

(8.8) Recorte na madeira um **quadrado de cerca de 10 x 10 cm** molde (Figura 57 – parte 4).

(8.9) Recorte na madeira **dois retângulos de cerca de 3 x 5 cm**.

(8.10) Considerando o lado de 3 cm de um dos retângulos faça uma **fenda do centro do retângulo** até uma extremidade, com espessura que permita a passagem de um dos canos (o mais fino, item 5.6). E na extremidade central não atingida pela fenda faça um buraco que permita a fixação do outro cano, item 5.5 (Figura 57 – parte 4).

(8.11) No **outro retângulo** será feita uma **fenda elíptica** (Figura 58 – parte 1). Porém é necessário aguardar a montagem das partes envolvidas para que se faça a fenda necessária para a sincronia do movimento.

Atividade 20: Protótipo básico de máquina de costura, continuação e continua

(Fonte: autoria própria)

### Ficha de elaboração da atividade

(8.12) Faça um molde com o formato similar ao da Figura 58 – parte 2. Essa peça deve ter cerca de 20 cm de altura por 8 cm de largura com uma fenda ao centro de cerca de 4,0 cm. No modelo a largura dela se afina tendo 4 cm nas extremidades, a fim de se assimilar à maquete da máquina de costura antiga. Ela será usada como mancal que acomodará o came da máquina.

(8.13) Recorte o molde do mancal (procedimento 8.12) na madeira.

(8.14) Recorte um **círculo de cerca de 3 cm de diâmetro na madeira** (Figura 58 – parte 2), que será utilizado dentro da fenda da peça do item 8.13. Utilize alguma peça redonda com uma medida aproximada para molde.

(8.15) Com o auxílio da lixa de madeira retire todas as farpas que possam causar acidentes nas peças confeccionadas.

(8.16) Observe que o equipamento construído como modelo foi feito com o reaproveitamento de retalhos de madeira e por isso apresenta cores diferentes, podendo ser confeccionado, também, com diferentes tamanhos.

(8.17) O acabamento pode ser trabalhado conforme o tempo, materiais disponíveis e objetivos envolvidos.

(8.18) Fixe o **corpo da máquina na base** com cola madeira e pregos.

(8.19) Utilizando cola madeira e pregos, coloque o **triângulo retângulo** de madeira para a fixação do corpo da máquina à base (Figura 57 – parte 1).

(8.20) Fixe a **tira retangular** a um cm da base da máquina, de forma que o lado vazado do corpo da máquina fique a esquerda em relação ao lado que a tira será fixada. A extremidade da tira que ficará do lado vazado do corpo da máquina deve ficar paralela ao corpo dela e a outra extremidade deve passar do corpo da máquina (Figura 59 – parte 1). A fixação deve ser feita por parafuso para madeira a cerca de 9 cm da extremidade. Entre a tira e o corpo da máquina deve ser utilizada uma arruela. A ponta do parafuso ficará embutida na madeira do corpo da máquina.

## Atividade 21: Protótipo básico de máquina de costura, continuação e continua

3

(Fonte: autoria própria)

Ficha de elaboração da atividade
<p>(8.21) Fixe a <b>tira trapezoide</b> na parte superior do corpo da máquina, cerca de 3,5 cm da extremidade superior do corpo, por meio de um parafuso de madeira e de uma arruela entre a tira e o corpo da máquina e deixando a ponta do parafuso embutida na madeira, assim como no procedimento 8.20. O lado maior das extremidades da tira deve estar a direita do lado da fixação e passar cerca de 4 cm do corpo da máquina (Figura 59 – parte 2).</p> <p>(8.22) Faça uma pequena fenda (na espessura do arame) de cerca de 0,5 cm de comprimento a 1,0 cm da extremidades das tiras, sendo em cima para a tira retangular e embaixo para a tira trapezoide.</p> <p>(8.23) Fixe o mancal (peça produzida no item 8.13) nas extremidades das tiras fixadas nos dois itens anteriores, com auxílio do arame e das fendas nas tiras e parafusos. O arame é utilizado para fixar as duas extremidades da peça 8.13 nos parafusos que por sua vez, são fixados na própria peça. Essa forma de fixação não pode ser substituída por colar a peça nas tiras, pois permite uma tolerância de oscilação durante o movimento entre as peças, sendo um desvio controlado (Figura 59 – parte 3).</p> <p>(8.24) Com o auxílio da furadeira, faça um furo no círculo de madeira grande (cerca de 18 cm de diâmetro) 2 cm da extremidade da circunferência. O diâmetro do furo deve ser proporcional ao parafuso do item 5.7.</p> <p>(8.25) Faça um furo neste mesmo círculo no centro com o diâmetro proporcional ao parafuso do item 5.8.</p> <p>(8.26) Pegue o parafuso descrito no item 5.7 e o fixe no círculo com auxílio da porca para fixação. Se desejar revista o parafuso de um material macio para que sua manipulação fique mais agradável.</p> <p>(8.27) Pegue o círculo produzido no item 8.14 e, com a furadeira, faça</p>

um furo com o diâmetro utilizado no item 8.24, a um centímetro do centro.

Atividade 22: Protótipo básico de máquina de costura, continuação e continua

4

(Fonte: autoria própria)

#### **Ficha de elaboração da atividade**

(8.28) Ainda com a mesma broca, fure o corpo da máquina de costura, da extremidade externa até o centro da cavidade criada no item 8.6 (Figura 57 – parte 2).

(8.29) Pegue o parafuso descrito no item 5.8, coloque uma arruela. Passe pelo buraco central do círculo grande. Coloque outra arruela e coloque o círculo produzido no item no item 8.27. Coloque a arruela de 2,5 cm (item 5.14) e passe o parafuso pelo buraco feito no corpo da máquina. Coloque uma arruela e a porca para fixar levemente as peças.

(8.30) Antes de apertar a porca, com o auxílio de um pincel, engraxe toda a região do círculo excêntrico para facilitar e suavizar o movimento.

(8.31) Fixe com pregos o retângulo base do item 8.8 em cima do lado vazado do corpo da máquina, na parte inferior, de forma que um dos lados do retângulo fique cerca de 3 cm fora do corpo e o retângulo fique centralizado em relação a base da parte inferior do corpo da máquina, na qual o retângulo será fixado (Figura 57 – parte 4).

(8.32) Cole na ponta do cano duro de cerca de 1 cm de diâmetro ( item 5.5) e retângulo já preparado para tal no procedimento 8.10. A fixação pode ser feita também por pregos ou arame conforme o material do cano.

(8.33) Fixe o cano na parte superior do lado vazado do corpo da máquina, com auxílios de parafusos e da borracha (Figura 60 – parte 1) de forma a deixar cerca de 4 mm de espaço entre o retângulo fixado na ponta do cano e o retângulo base.

(8.34) Ainda neste lado do corpo da máquina, fixe no centro da extremidade externa da tira retangular um prego longo, de forma que cerca de 2,5 cm do prego fique aparente (Figura 60 – parte 2).

(8.35) Fixe o retângulo criado no procedimento 8.11, encaixando a fenda elíptica no prego do procedimento 8.34 (Figura 58 – parte 1).

Atividade 23: Protótipo básico de máquina de costura, continuação e continua  
5

(Fonte: autoria própria)

### Ficha de elaboração da atividade

(8.36) No modelo existe um carretel de linha e dois círculos de caminho da linha apenas para fins ilustrativos (Figura 60 – parte 3).

#### (9) Conceitos envolvidos.

Essa atividade permite a exploração dos conceitos:

(9.1) Movimento da agulha de uma máquina de costura (tira superior).

(9.2) Movimento sincronizado da bobina com a agulha (tira inferior).

(9.3) Ajuste da interferência do movimento com desvio controlado.

(9.4) Mancal e came.

(9.5) Utilização da madeira na engenharia mecânica.

#### (10) Observações.

(10.1) Por se tratar de um protótipo, essa atividade permite diversas substituições de materiais e/ou tamanho das peças envolvidas conforme a disponibilidade. O objetivo principal é o funcionamento do movimento envolvido.

Atividade 24: Protótipo básico de uma máquina de costura - continuação

(Fonte: autoria própria)

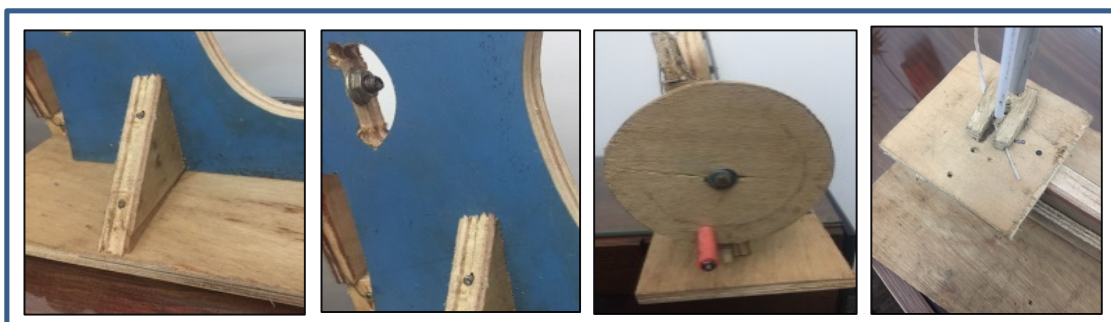


Figura 55: Peças do protótipo básico de uma máquina de costurar

(Fonte: autoria própria)



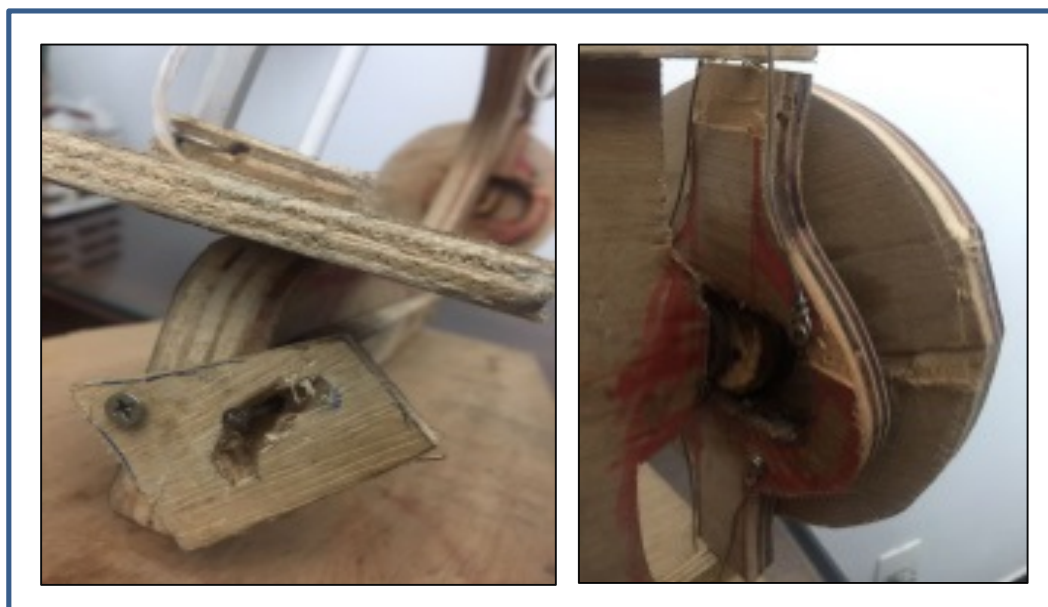


Figura 56: Mais peças do protótipo básico de uma máquina de costurar  
(Fonte: autoria própria)



Figura 57: Diferentes focos das peças fixadas na máquina de costura  
(Fonte: autoria própria)



Figura 58: Mais focos das peças fixadas na máquina de costura

(Fonte: autoria própria)

#### 4.2.7 Princípio de Pascal: guindaste hidráulico

O Guindaste hidráulico envolve conceitos (princípio de Pascal, conservação da matéria, incompressibilidade da água), que possibilitam a redução do esforço físico.

A Figura 61 apresenta uma maquete de guindaste hidráulico utilizando o princípio da prensa hidráulica.

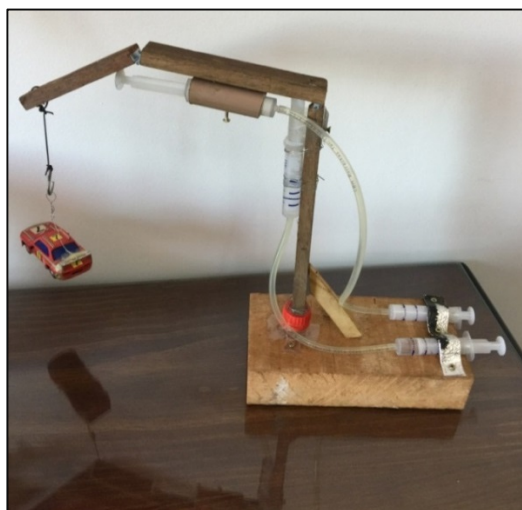


Figura 59: Guindaste Hidráulico

(Fonte: autoria própria)

Com base na ficha de elaboração da Atividade 7 é possível fazer variações desta atividade como a apresentada na Figura 62.

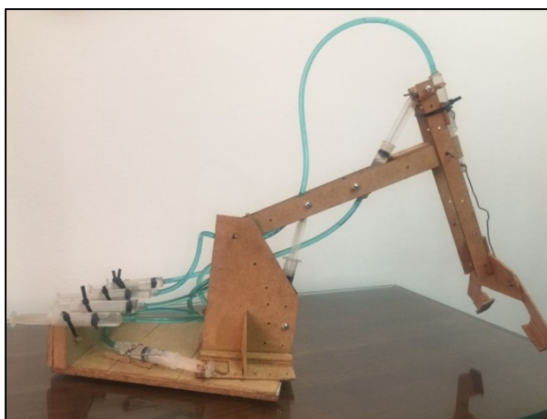


Figura 60: Braço articulado hidráulico  
(Fonte: autoria própria)

É possível também, a adaptação de movimentos em brinquedos comprados no mercado como o apresentado nas Figuras 63 e 64.



Figura 61: Escavadeira de brinquedo com adaptação de movimento  
(Fonte: autoria própria)



Figura 62: Vista inferior da escavadeira de brinquedo com adaptação  
(Fonte: autoria própria)

Ficha de elaboração da atividade	
(1) <b>Chamada.</b>	Construção de um mini guindaste baseado no princípio de prensas hidráulicas com em seringas plásticas.
(2) <b>Tempo.</b>	Cerca de 3 horas.
(3) <b>Espaço.</b>	Não necessita de espaço específico.
(4) <b>Ferramentas.</b>	(4.1) Serrote. (4.2) Arco de serra com serrinha apropriada para o arco. (4.3) Chave adequada para a manipulação dos parafusos. (4.4) Alicates de corte. (4.5) Transferidor de 180°. (4.6) Martelo.
(5) <b>Materiais</b>	(5.1) Uma base em madeira de cerca de 12 x 24 cm, com espessura mínima de 1 cm.

(5.2) 60 cm de mangueira de silicone de 5 mm (tipo para aquários).

(5.3) 1 m de arame flexível de 1 mm (parte do arame pode ser substituído por abraçadeiras de nylon).

(5.4) Quatro seringas de plástico de 5 cm de diâmetro.

(5.5) Um tubo pequeno de silicone de alta temperatura.

(5.6) Um tubo de adesivo instantâneo.

(5.7) 60 cm de tira de madeira de cerca de 1 x 3 cm, sendo dividida em quatro partes, sendo duas de 10 cm, uma de 15 cm e uma de 25 cm.

(5.8) Duas dobradiças pequenas, proporcionais as tiras (cerca de 3 cm de largura).

(5.9) Parafusos proporcionais as dobradiças (cerca de 8).

(5.10) Pregos médios (cerca de 6).

(5.11) 10 cm de arame rígido de 2 mm.

(5.12) Lixa de madeira.

Atividade 25: Mini Guindaste hidráulico - continua  
(Fonte: autoria própria)

#### Ficha de elaboração da atividade

(6) **Cuidados.** Esta atividade envolve recortes em madeira e materiais perigosos (adesivo instantâneo e silicone), devendo-se utilizar os EPIs necessários (óculos e luvas de proteção) e permanecer sempre atento à segurança.

(7) **Produto Final.** Mini guindaste hidráulico.

(8) **Procedimentos.**

(8.1) Fixe com prego a tira maior (25 cm) perpendicular a base, centralizada a cerca de 5 cm da extremidade do lado menor, a qual será a **torre** do guindaste (ver Figura 62). A Figura 65 permite visualizar a fixação da torre na maquete em um bocal de garrafa plástica. Essa fixação permite uma

variação do guindaste com movimento hidráulico também para os lados da base (com a utilização de mais um par de seringas).

(8.2) Em uma das tiras de 10 cm, nas extremidades de um mesmo lado marque ângulos de 45 graus.

(8.3) Corte a madeira nos ângulos marcados, proporcionando chanfros de 45 graus (ver Figura 66).

(8.4) Fixe a **trava** na base e na torre estabilizando a torre na base.

(8.5) Corte a ponta superior da torre com um chanfro de 45 graus, como na trava.

(8.6) Utilizando os parafusos de madeira, fixe uma dobradiça em cada extremidade da tira de 15 cm.

(8.7) Fixe a parte solta de uma das dobradiças na ponta chanfrada da torre utilizando os parafusos para madeira a assim montado a **primeira parte do braço articulado**.

(8.8) Ainda utilizando os parafusos para madeira, fixe na parte solta da outra dobradiça a tira ainda não utilizada de 10 cm, montado a **segunda parte do braço articulado**.

Atividade 26: Mini Guindaste hidráulico – continuação e continua 1  
(Fonte: autoria própria)

#### Ficha de elaboração da atividade

(8.9) Fixe na extremidade final do conjunto de tiras (braço articulado) cerca de 10 cm de arame flexível, utilizando para fixação um pedaço do mesmo arame flexível ou uma abraçadeira.

(8.10) Molde o arame rígido em formato de gancho e encaixe-o no arame flexível (ver Figura 67).

(8.11) Com o auxílio do arco de serra, serre a ponta externa do êmbolo de uma das seringas a fim de não prejudicar o movimento da tira maior (ver Figura 67).

(8.12) Com o auxílio do arame flexível ou de duas abraçadeiras fixe na torre a seringa com o êmbolo cortado. A posição de fixação é embaixo do

braço articulado, em uma altura que, com o êmbolo totalmente dentro da seringa, a parte do braço ligada a torre permaneça o mais fechada possível e o êmbolo encostado no braço. Uma terceira opção para a fixação da seringa, além do arame e da abraçadeira, é com o auxílio de um pedaço cano de PVC com diâmetro pouco maior do que o da seringa (ver Figura 61).

(8.13) Seguindo o padrão de fixação escolhido no procedimento 8.12, fixe outra seringa na primeira parte do braço articulado, de forma que o êmbolo esteja voltado para a segunda parte do braço articulado (ver Figura 61).

(8.14) Com auxílio do arame flexível, fixe as duas seringas restantes na parte vazia da base. Pode-se utilizar fita adesiva ou uma tira de metal flexível para auxiliar a fixação das seringas (ver Figura 61).

(8.15) Corte dois pedaços de seringa no tamanho necessário para unir: (1) de uma seringa da base à seringa da torre; (2) da outra seringa da base até a seringa da primeira parte do braço.

(8.16) Deixar o adesivo instantâneo preparado e fácil para a utilização.

(8.17) Deixe as seringas da base abertas e as demais fechadas.

Atividade 27: Mini Guindaste hidráulico – continuação e continua 2  
(Fonte: autoria própria)

#### **Ficha de elaboração da atividade**

(8.18) Encher um pote de água (tipo um pote de sorvete de 5 litros).

(8.19) Pegar uma das mangueiras.

(8.20) Encher ao máximo a mangueira de água de forma a não deixar bolhas de ar.

(8.21) Tirar a mangueira e verificar se existem bolhas de ar. Se existir, esvaziar a mangueira e repetir o procedimento 8.20 até conseguir deixar a mangueira preenchida somente com água.

(8.22) Em uma torneira com um fluxo pequeno de água complete a água da mangueira o máximo possível.

(8.23) Passe o adesivo instantâneo na ponta da outra seringa da base relacionada a esta mangueira.

(8.24) Fixe uma extremidade da mangueira na ponta da seringa da base envolvida, sem deixar que a água da mangueira derrame. Caso necessário repita esse procedimento.

(8.25) Complete cuidadosamente a água da mangueira.

(8.26) Fixe na outra ponta da seringa relacionada a essa mangueira.

(8.27) Teste o movimento do braço fechando delicadamente a seringa da base ligada na mangueira.

(8.28) Se necessário repita o procedimento na etapa que apresentar problema.

(8.29) Se o movimento estiver adequado sele as conexões “mangueira/seringa” com silicone.

(8.30) Repita do procedimento 8.19 ao 8.29 com a outra mangueira.

(9) **Conceitos envolvidos.** (9.1) Facilitar a compreensão do Princípio de Pascal.

Atividade 28: Mini Guindaste hidráulico continuação e continua 3  
(Fonte: autoria própria)

#### Ficha de elaboração da atividade

##### (10) **Observações.**

(10.1) Essa atividade permite diversas substituições de materiais e/ou tamanho das peças envolvidas conforme a disponibilidade. O objetivo é o funcionamento dos movimentos envolvidos utilizando-se de materiais de sucata e desta forma apresentando uma atividade de bem baixo custo.

(10.2) A variação apresentada na Figura 62 se utiliza de oito seringas, todas utilizando a mesma técnica de instalação desta atividade com quatro seringas. Elas são utilizadas aos pares, sendo uma para que o usuário controle o movimento e a outra para a realização sincronizada do movimento ordenado pelo usuário. Na variação, tem-se os dois movimento desde



equipamento: (1) primeira parte do braço articulado e (2) segunda parte do braço articulado. E ainda: (3) movimento lateral da torre com o braço articulado (as duas partes) e movimento de abrir e fechar da pinça que substituiu o gancho.

#### Atividade 29: Mini Guindaste hidráulico - continuação

(Fonte: autoria própria)



Figura 63: Fixação da torre em bucal de garrafa para movimentação lateral

(Fonte: autoria própria)

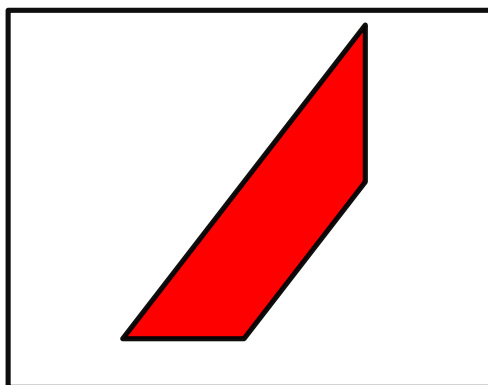


Figura 64: Trava para a fixação da torre

(Fonte: autoria própria)



Figura 65: Gancho da ponta do braço articulado do guindaste hidráulico  
(Fonte: autoria própria)



Figura 66: Êmbulo da seringa cortado  
(Fonte: autoria própria)

#### 4.2.8 Transformação de energia: monjolo

A Figura 73 apresenta fotografias do monjolo decorativo do Shopping Monjolo, na praia de Juquehy, São Sebastião, com o reservatório de água vazio e cheio. A Figura 74 apresenta fotografias laterais do mesmo monjolo com o reservatório vazio e cheio.

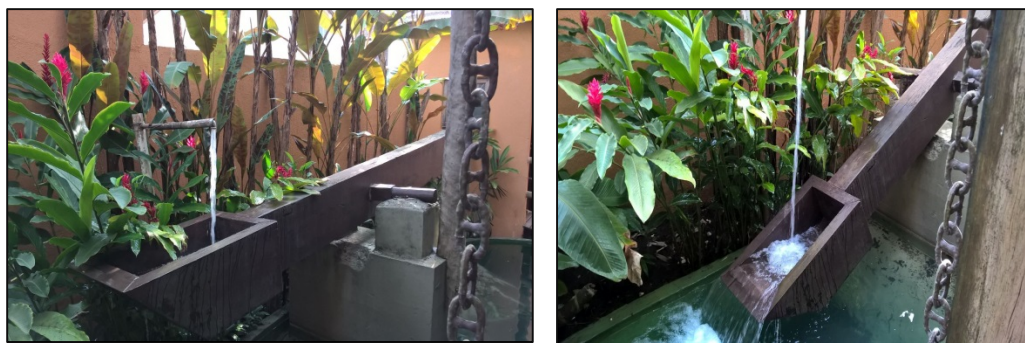


Figura 67: Vistas frontais do monjolo  
(Fonte: autoria própria)



Figura 68: Vistas laterais do monjolo  
(Fonte: autoria própria)

Existem muitos monjolos instalados para decoração. Eles são atrativos e permitem a exploração de muitos conceitos mecânicos sendo muito úteis para o ensino. A Internet possibilita a visualização de muitos deles, sendo possível a produção de um mini monjolo caseiro de muitas formas, seguindo o roteiro apresentado na Atividade 8. Dependendo do objetivo e dos materiais disponíveis pode-se ter um monjolo que possa ser utilizado para decoração ou apenas para fins didáticos.

Ficha de elaboração da atividade
(1) <b>Chamada.</b> Construção de um mini monjolo.
(2) <b>Tempo.</b> Cerca de 2 horas.
(3) <b>Espaço.</b> Não necessita de espaço específico.
(4) <b>Ferramentas.</b> (4.1) Tesoura. (4.2) Pistola aplicadora de cola quente.

(4.3) Uma agulha de crochê.

**(5) Materiais**

(5.1) Um recipiente que permita o depósito de cerca de 1 litro de água. Pode ser uma garrafa pet de refrigerante (ver Figura 71), um pote de baixo ou um peça mais elaborada (ver Figura 72).

(5.2) 25 cm de mangueira de silicone de 10 mm (do tipo utilizada em aquários) (ver Figura 73).

(5.3) Uma bomba HBO 300 (ver Figura 74), ou outra similar (para fonte de água ou aquário). Cerca de R\$ 40,00 em outubro de 2017 ([https://www.americanas.com.br/produto/24697714/bomba-para-aquario-cascata-lago-hbo-300-com-regulador-de-vazao-de-agua?opn=YSMESP&loja=22520534000181&epar=bp\\_pl\\_00\\_go\\_pet\\_todas\\_geral\\_gmv&WT.srch=1&gclid=EAlalQobChMIptfyirHS1gIVwQaRCh32CgYhEAQYASABEgLNRPD\\_BwE](https://www.americanas.com.br/produto/24697714/bomba-para-aquario-cascata-lago-hbo-300-com-regulador-de-vazao-de-agua?opn=YSMESP&loja=22520534000181&epar=bp_pl_00_go_pet_todas_geral_gmv&WT.srch=1&gclid=EAlalQobChMIptfyirHS1gIVwQaRCh32CgYhEAQYASABEgLNRPD_BwE)). Para a realização da atividade com bomba é necessário a disponibilidade de um ponto de energia elétrica compatível com a bomba adquirida, no caso da sugerida, 110 V.

Para a aplicação da atividade em realidades em que não seja possível a aquisição da bomba, a mesma pode ser substituída por um pote ou garrafa, com a qual o aluno derrame a água no vasilhame simulando a bomba. Neste caso a retirada da água do recipiente de depósito será manual e o controle de excesso de água também. Neste caso não será necessária a mangueira solicitada no item (5.2) e nem a necessidade de ponto de energia elétrica.

Atividade 30: Monjolo - continua

(Fonte: autoria própria)

**Ficha de elaboração da atividade**

(5.4) Três copos plástico de água ou dois de água e um de café (ver Figura 75).

(5.5) Cerca de nove palitos de churrasco de madeira (ver Figura 76).

(5.6) Cinco abraçadeiras finas (ver Figura 77). Na falta pode ser utilizada

fita adesiva.

(5.7) Fita adesiva.

(5.8) Refil de cola quente.

(5.9) Duas tampinhas de garrafa pet, se necessário.

(5.10) Uma rolha ou similar.

(5.11) Uma porca para contrapeso do cocho de água (ver Figura 78).

(5.12) Uma caixa com fósforos.

(6) **Cuidados.** O monjolo movido a bomba não deve ficar posicionado muito próximo no ponto de energia elétrica devido a manipulação da água.

(7) **Produto Final.** Mini monjolo caseiro.

(8) **Procedimentos.**

(8.1) Caso o recipiente para depósito da água seja uma garrafa, corte-a verticalmente a fim de possibilitar o armazenamento da água (ver Figura 79).

(8.2) Coloque a garrafa deitada em uma superfície plana e encaixe dois dos copos nas laterais da garrafa que funcionarão como torres de apoio (ver Figura 80).

(8.3) Una três palitos de churrasquinho (agora chamado de base) com a fita adesiva ou as abraçadeiras, de modo que dois deles fiquem alinhados e um embaixo, no meio dos outros dois. Se for utilizadas as abraçadeiras, corte a sobra das tiras (ver Figura 81).

Atividade 31: Monjolo – continua e continuação 1  
(Fonte: autoria própria)

#### Ficha de elaboração da atividade

(8.4) No centro dos palitos unidos, una um palito em perpendicular aos demais, criando um eixo. É necessário o uso de duas abraçadeira (cortar sobras) para que haja fixação sem mobilidade (Figura 82). No caso de fita adesiva, passar a fita nas duas diagonais simulando as abraçadeiras.

Note pela Figura 82, que houve a preocupação de manter a superfície

de dois palitos plana para acomodar o copo de depósito de água que movimentará o pilão (cocho).

(8.5) Com auxílio da cola quente fixe um copo pequeno na extremidade sem ponta dos palitos unidos (Figura 84). Utilize um copo de café ou recorte o copo de água (Figura 83). Este copo será o cocho do monjolo.

(8.6) Ajuste a base no recipiente sobre as torres de apoio montadas no item (8.2). Se necessário coloque as tampinhas de garrafa pet sobre o copo para ajustar a altura (ver Figura 85).

(8.7) Espete a rolha em um palito de churrasco, criando um pilão. No exemplo foi utilizada uma boia de varinha de pesca (ver Figura 86).

(8.8) Encaixe o pilão na ponta disponível da base. Quebre a ponta de um dos espetos para auxiliar na fixação (ver Figura 87).

(8.9) Utilize uma abraçadeira para maior fixação do pilão (ver Figura 88).

(8.10) Faça dois furos no topo de cada torre, sendo um de cada lado da posição da base na torre. Para fazer os furos, esquite a ponta da agulha de crochê com o fósforo e pressione na posição escolhida (ver Figura 89 e 90).

(8.11) Espete palitos de churrasco nos furos fixando a base. Se desejar, os palitos podem ser quebrados, diminuindo a altura (ver Figura 91).

(8.12) Derrame lentamente água no cocho e observe o funcionamento. Após o cocho encher de água e movimentar a base ele não retornará a posição inicial (ver Figura 92). Isso porque o pilão está muito leve. Fixe a porca entre a rolha e a base do pilão criando um contrapeso (ver Figura 93).

#### Atividade 32: Monjolo – continua e continuação 2

(Fonte: autoria própria)

#### Ficha de elaboração da atividade

(8.13) O monjolo está completo (ver Figura 94). Ao descer o copinho terá que se esvaziar. Se necessário, faça uma fenda na parte do copinho mais próxima do recipiente para facilitar o escoamento da água e calibrar a quantidade máxima de água que o cocho pode armazenar até descer. Pode haver a necessidade de outras calibrações, como, por exemplo, posição do

eixo ou peso da porca.

(8.14) Para uso decorativo, pode ser adquirido o pilão com o cocho acoplado (existem opções a baixo custo pela Internet), sendo neste caso, confeccionada apenas a estrutura de movimentação do monjolo (veja um exemplo na Figura 95).

(8.15) Para que a água circule automaticamente basta seguir os próximos passos.

(8.16) Instalar a bomba no recipiente e enchê-lo com água de forma que a bomba fique totalmente submersa (caso contrário ela pode queimar).

(8.17) Fixar a mangueira na saída da bomba, de forma que não sobre ar (se necessário utilize uma fita veda rosca para eliminar vazamentos).

(8.18) Posicionar a outra ponta da mangueira para derramar água sobre o cocho.

(8.19) Na bomba há um pequeno botão de regulação da pressão da água. Teste o funcionamento do monjolo e calibre a pressão da água e posição da mangueira.

#### (9) **Conceitos envolvidos.**

Essa atividade permite a exploração dos conceitos:

(9.1) Calibração: Centro de massa e torque. A atividade envolve variáveis que atuam em função de outras, como, por exemplo, o tamanho do copinho em relação ao peso do pilão. Deve-se atentar também a posição do eixo.

Atividade 33: Monjolo – continua e continuação 3  
(Fonte: autoria própria)

#### **Ficha de elaboração da atividade**

(9.2) “Teorema da conservação de energia” e “Transformação da energia”. Ver Revisão da Literatura, itens 4.11 e 4.12.

(9.3) O “Anexo 1. Energia Cinética” apresenta alguns cálculos matemáticos

envolvidos.

**(10) Observações.**

(10.1) Essa atividade permite diversas substituições de materiais e/ou tamanho das peças envolvidas conforme a disponibilidade. O objetivo é o funcionamento dos movimentos envolvidos utilizando-se de materiais de sucata e desta forma apresentando uma atividade de bem baixo custo.

**Atividade 34: Monjolo - continuação**  
(Fonte: autoria própria)



Figura 69: Garrafa pet de 2 litros para recipiente de água do monjolo  
(Fonte: autoria própria)

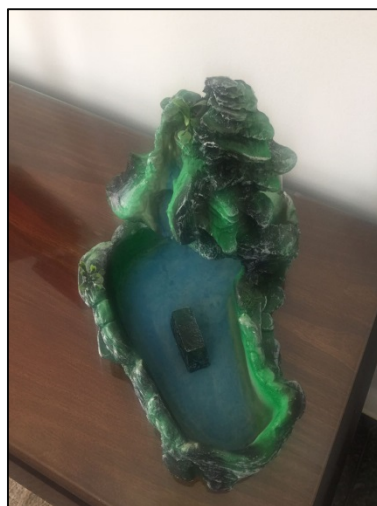


Figura 70: Exemplo de recipiente de água para um monjolo decorativo  
(Fonte: autoria própria)





Figura 71: Mangueira de silicone  
(Fonte: autoria própria)



Figura 72: Bomba HBO 300  
(Fonte: autoria própria)



Figura 73: Copos plásticos  
(Fonte: autoria própria)

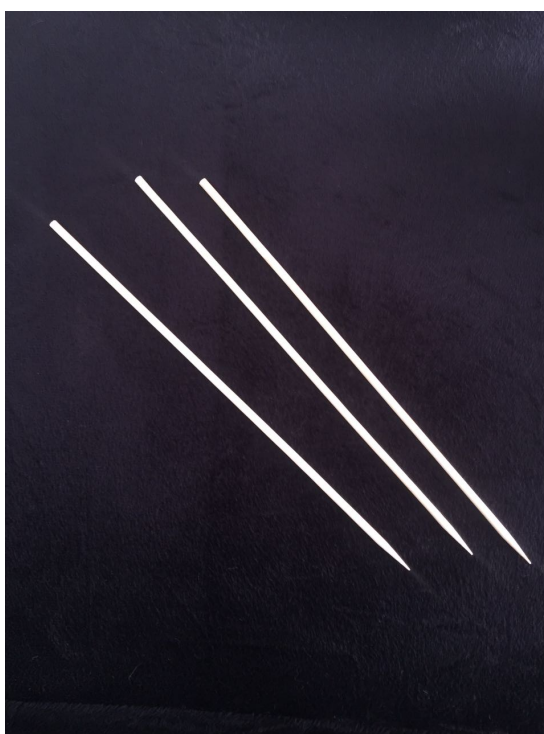


Figura 74: Palitos de churrasco  
(Fonte: autoria própria)

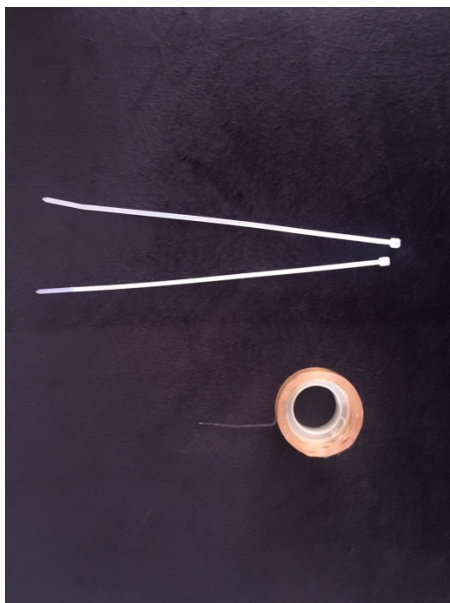


Figura 75: Fita adesiva e abraçadeiras  
(Fonte: autoria própria)

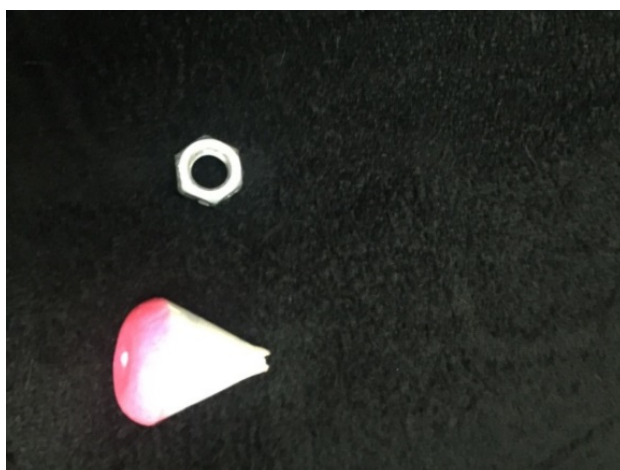


Figura 76: Parafuso para contrapeso  
(Fonte: autoria própria)

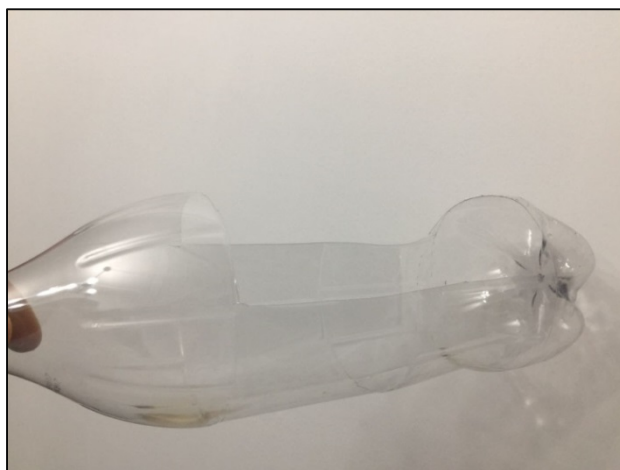


Figura 77: Garrafa cortada

(Fonte: autoria própria)



Figura 78: Garrafa com os copos de base  
(Fonte: autoria própria)



Figura 79: União de três palitos com abraçadeira  
(Fonte: autoria própria)

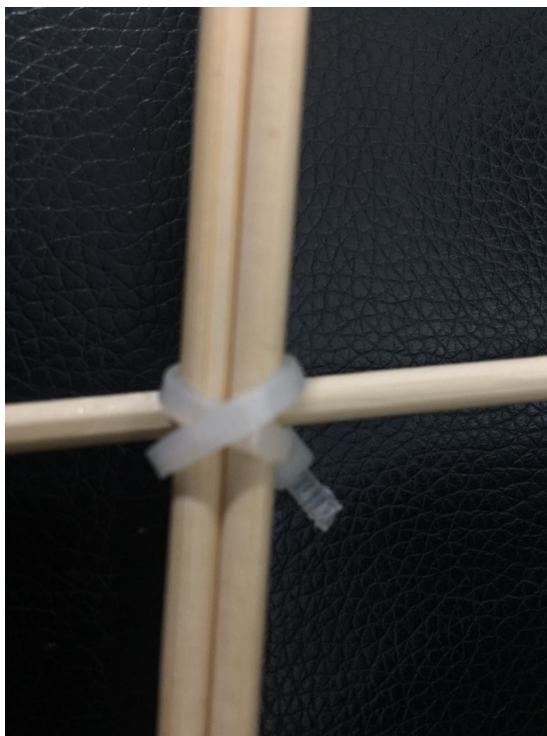


Figura 80: Fixação do eixo  
(Fonte: autoria própria)



Figura 81: Opções de copos para fixação  
(Fonte: autoria própria)



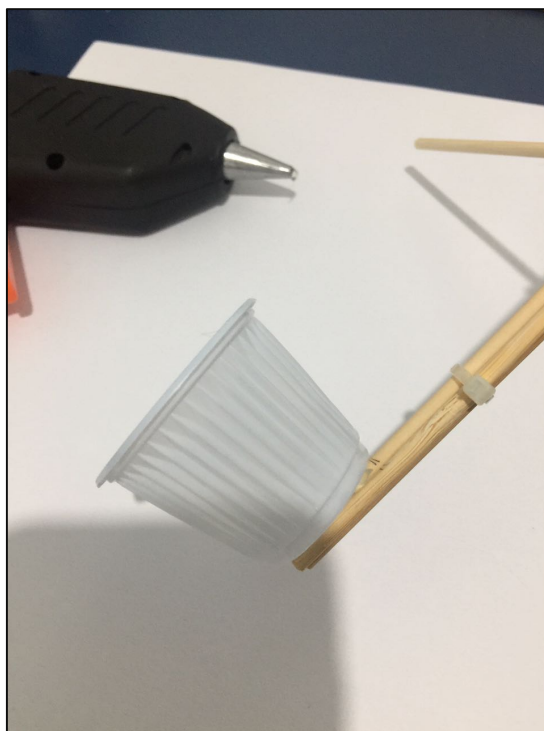


Figura 82: Fixação do copo na base  
(Fonte: autoria própria)



Figura 83: Ajuste da base nas torres  
(Fonte: autoria própria)

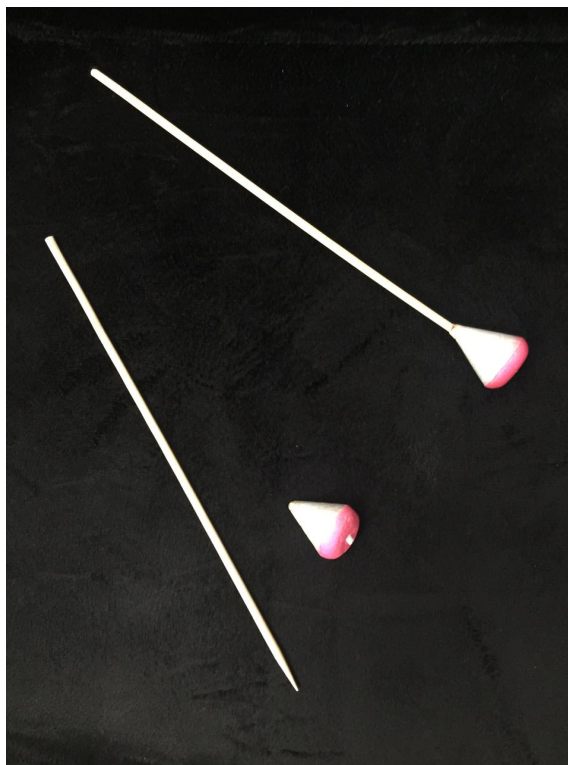


Figura 84: Rolha ou similar espetada e sem espetar  
(Fonte: autoria própria)

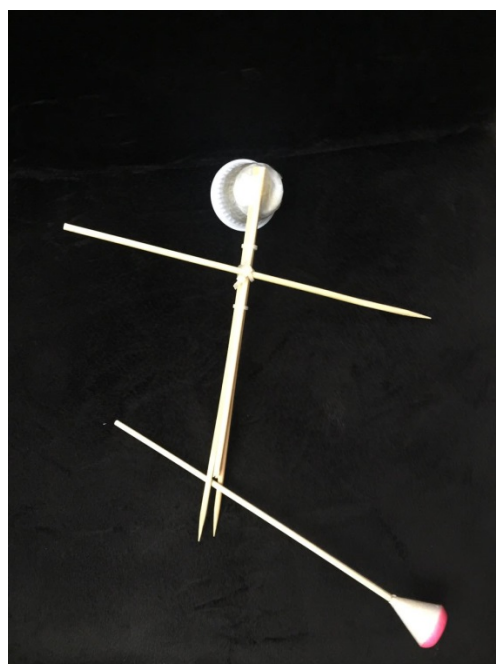


Figura 85: Fixação do pilão  
(Fonte: autoria própria)



Figura 86: Abraçadeira para maior fixação do pilão  
(Fonte: autoria própria)



Figura 87: Agulha de crochê quente para furar a torre  
(Fonte: autoria própria)





Figura 88: Torre com furos  
(Fonte: autoria própria)



Figura 89: Espetos para fixação da base  
(Fonte: autoria própria)



Figura 90: Monjolo sem retorno do pilão na posição original  
(Fonte: autoria própria)



Figura 91: Contrapeso  
(Fonte: autoria própria)



Figura 92: Monjolo caseiro  
(Fonte: autoria própria)



Figura 93: Pilão com cocho adquirido pela Internet  
(Fonte: autoria própria)

#### 4.2.9 Outras atividades

Existem diversas outras atividades que podem ser desenvolvidas e que não constam neste guia. A Internet assim como a criatividade são de grande valia para a

criação e adaptação das atividades citadas neste guia conforme a realidade do executor.

Um exemplo é o “carrinho com sistema de transmissão de movimento” apresentado nas Figuras 96 à 98, o qual, ao ser empurrado, produzirá um movimento que fará com que os pinos em cima do carrinho batam alternadamente produzindo barulho. Ele permite a exploração do conceito de transmissão de movimento e de transformação da energia cinética para sonora.



Figura 94: Carrinho com sistema de transmissão de movimento  
(Fonte: autoria própria)



Figura 95: Traseira do carrinho com sistema de transmissão de movimento  
(Fonte: autoria própria)

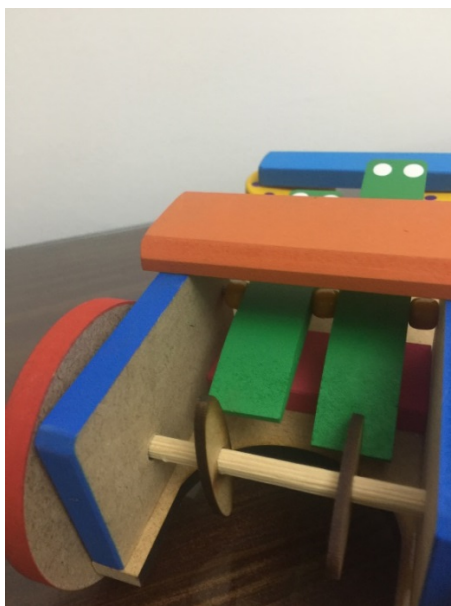


Figura 96: Traseira do carrinho com sistema de transmissão de movimento  
(Fonte: autoria própria)

Outra atividade que pode ser desenvolvida é a “torre estrada para trenzinho”, apresentada nas Figuras 99 à 102, a qual possibilita a descida, em velocidade adequada para não quebrar, de um trenzinho, em uma barra vertical. Ele permite a exploração do conceito de velocidade em queda livre e de como a engenharia pode direcionar essa descida.



Figura 97: Torre estrada para trenzinho  
(Fonte: autoria própria)





Figura 98: Trenzinho no topo da torre  
(Fonte: autoria própria)



Figura 99: Trenzinho no pé da torre  
(Fonte: autoria própria)

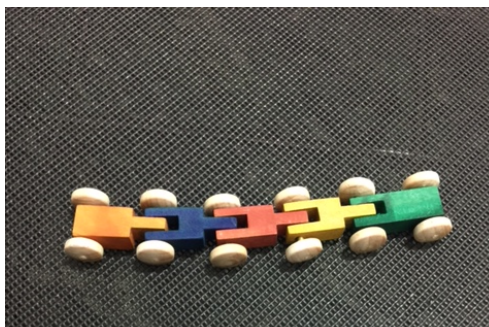


Figura 100: Trenzinho fora da torre  
(Fonte: autoria própria)

Um equipamento mecânico de confecção mais complexa é o relógio de esferas com mecanismo articulado (Figura 103). Ele é composto por gangorras e trilhas que se movem e recolhem as bolinhas onde as esferas possibilitando contar as horas, minutos e segundos. Confeccioná-lo é um desafio para o estudante que realizou as atividades do guia e desenvolveu afinidade pela área.



Figura 101: Relógio de esferas  
(Fonte: autoria própria)

## 5 Conclusões

### 5.1 Comprovação da hipótese

Este projeto comprovou a hipótese, de que é possível apresentar o conceito de engenharia e o da especialização em engenharia mecânica para alunos da educação básica, respondendo a pergunta de pesquisa de como tornar o conceito de engenharia e da profissão do engenheiro mecânico mais concreto na educação básica apresentando o “Guia para elaboração de oficinas de engenharia: foco em mecânica”.

Desta forma, cumpriu-se o **objetivo geral** propor, por meio de diversas atividades, opções de como o tema pode ser abordado atrativamente para esses estudantes. Monitores, professores de disciplinas específicas como matemática e física ou em conjunto, com projetos interdisciplinares, podem realizar demonstrações em sala de aula, laboratório, feira de ciências, atividades extraclases ou afins.

Para alcançar o objeto geral foi cumprido o **objetivo específico** de pesquisar formas de apresentar conceitos e elementos básicos de engenharia mecânica para estudantes da educação básica, as quais foram aplicadas no guia. Cumpriu-se também o objetivo específico de desenvolver um projeto que contribua com a responsabilidade do engenheiro para com a sociedade, visto a utilidade do guia e a preocupação constante em sua elaboração com a utilização de materiais recicláveis e de baixo custo.

### 5.2 Abrangência das atividades

As atividades propostas ou sugeridas nesse projetos estão indexadas no Figura 104.



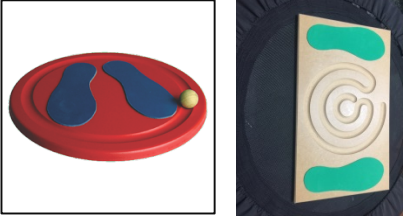
Atividades Propostas		
Produto Final	Imagem	Referência
. Pernas de pau		1
. Telefone de lata		2
. Patinho de empurrar		3
. Volante com roda de pregos na vertical . Cachorro com movimento das pernas . Grilo com movimento das asas		3 variações
. Árvore sonora		4
. Labirinto do Equilíbrio		5

Figura 102: Atividades Propostas - continua  
(Fonte: autoria própria)

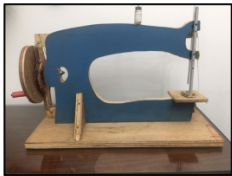
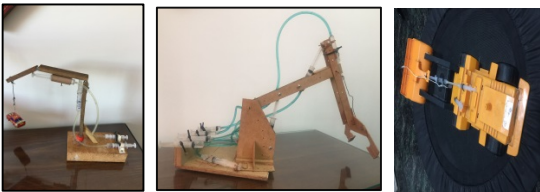


Atividades Propostas		
Produto Final	Imagem	Referência
. Mecanismo básico de uma máquina de costura		6
. Guindaste hidráulico		7
. Monjolo		8
. Carrinho com sistema de transmissão de movimento . Torre estrada para trenzinho . Relógio de esferas com mecanismo articulado		sugestões para novas atividades

Figura 103: Atividades Propostas - continuação  
(Fonte: autoria própria)

### **5.3 Considerações finais**

Com o retorno dos professores, monitores e estudantes participantes da oficina teste, conclui-se que oficinas e guias do gênero são úteis e devem ser mais incentivadas, possibilitando conhecimento científico aos jovens e assim, maior segurança na escolha da profissão de engenheiro mecânico.

Pelo tipo e objetivo do trabalho, sua contribuição está no guia confeccionado.

Projetos futuros de oficinais em outras subáreas da engenharia contribuirão com a abrangência conhecimento desse projeto, assim como especializações em determinadas atividades mais complexas da mecânica.

Foi realizada uma pesquisa generalista, para obter um guia que atendesse a toda a educação básica brasileira. Especializações seja por faixa etária, região, instituição, alunos com necessidades especiais e outras podem ser temas para trabalhos futuros.

## 6 REFERÊNCIAS

### 6.1 Referências utilizadas

ASSIS, Alice; TEIXEIRA, Ode Pacubi Baierl. Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. **Ciência & Educação (Bauru)**, p. 41-52, 2003.

BOLDRIN, L. A. G.; CORRÊA, R. A. C.; GARCIA, M. G. **Robô de Seringas**. Disponível em <[http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ief&cod=\\_robodeseringas](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ief&cod=_robodeseringas)>. Acessado em 05/2017.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, **LDB**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Alterada pelas leis no. 9.475 de 1997, n. 10.287 de 2001 e n. 10.328 de 2001.

BRASIL. Secretaria de educação fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Editora DP & A, 2000.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais - ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998a.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais - matemática**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1998b.

BRITANNICA, ESCOLA ONLINE. **Enciclopédia Escolar Britannica**, 2016. Disponível em: <<http://escola.britannica.com.br/article/488709/engenharia>>. Acessado em 10/2016.

Brombim, L. R. L.; Basso, F. U.; Ramos, C.; Ponzetto, G.; Santos, V. M. Produção de Material Didático: Monjolo. Ciência na Mão. Disponível em <[http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=pmd&cod=\\_pmd2005\\_0807](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=pmd&cod=_pmd2005_0807)>. Acessado em 05/2017.

BURGER, Regiane [organizadora]. **Bases matemáticas para Engenharia** Rio de Janeiro: Editora Universidade Estácio de Sá. 2015. 366 p.

CAPES. **Tabela de Áreas de Conhecimento**. 2014. Disponível em <<http://www.capes.gov.br/avaliacao/instrumentos-de-apoio/tabela-de-areas-do-conhecimento-avaliacao>>. 11/07/2012. Acessado em 10/2016.

CATAVENTO. **Museu Catavento**. Disponível em: <[http://www.cataventocultural.org.br/inf\\_palacio](http://www.cataventocultural.org.br/inf_palacio)>. Acessado em 05/2017.

DE SOUZA, Neyson Ferreira; GRANHEN, Edney Ramos. Projeto de robô hidráulico para o ensino dos conceitos de hidrostática em aulas exploratória. **Scientia Plena**, v. 13, n. 01, 2017.

EXAME.COM. **10 Profissões Mais Desejadas pelas Crianças**. Revista Exame. 16/11/2012. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/carreira/noticias/10-profissoes-mais-desejadas-pelas-criancas>>. Acessado em 10/2016.

FERNANDES, João Candido. **Acústica e Ruídos**. Bauru: Unesp. Apostila desenvolvida para a disciplina de Acústica e Ruídos. Graduação em Engenharia Mecânica. 2002.

FERREIRA-AURELIO B. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. Editora Positivo. 5ª edição. 2010.

FLORES, Paulo; GOMES, José. **Cinemática e dinâmica de engrenagens: 1- aspetos gerais sobre engrenagens**. Universidade do Minho. Escola de engenharia. Monografia, p. 1-41, 2014.

FRANCESCHI, Alessandro de; ANTONELLO, Miguel Guilherme. **Elementos de máquinas**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria: Rede e-Tec Brasil, 2014.

HUNT, A; KIRK, R. **Digital Sound Processing for Music and Multimedia**. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1999. Reprinted 2011.

INFOESCOLA. **Energia Cinética**. Disponível em <<http://www.infoescola.com/fisica/energia-cinetica/>>. Acessado em 10/2017.

LABRADA G. L., PEREIRA S. R., BANDIERA-PAIVA P. **The Use of Digital Sound in Health**. ICIMTH 2013, International Conference on Informatics, Management and Technology in Healthcare 2013. Athenas, Grécia. 2013.

MACHADO, Irene. **A questão espaço-temporal em Bakhtin: cronotopia e exotopia**. Círculo de Bakhtin: teoria inclassificável. Campinas: Mercado de Letras, 2010.

MARCO FILHO, Flávio de; Stockler C. Filho, José. **Apostila de metrologia**. Rio de Janeiro: UFRJ, Sub-Reitoria de Ensino de Graduação e Corpo Discente/SR-1, 1996. 106 p. – (Cadernos Didáticos UFRJ; 29).

MARQUES, G.; UETA, N. **Princípio de Pascal**. e-física – Ensino de Física on-line. Mecânica Básica. Centro de ensino e pesquisa aplicada. 2007. Disponível em <<http://efisica.if.usp.br/mecanica/basico/hidrostatica/pascal/>>. Acessado em 05/2017.

MORAES, C.; ABREU, C. M. **A História das Máquinas–ABIMAQ 70 Anos**. Abimaq/Sindimaq. Magma Editora Cultural, São Paulo, 2006.

MUNDO EDUCAÇÃO. Física. Mecânica. **Equilíbrio estático e dinâmico**. Disponível em <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/equilibrio-estatico-dinamico.htm>>. Acessado em 03/2017.

MUSEU DAS COMUNICAÇÕES DE MACAU. **Fundações da Comunicação:** telefone de lata. ©Copyright 2016. Disponível em <[http://macao.communications.museum/por/Exhibition/firstfloor/moreinfo/1\\_1\\_7\\_TinCanTelephones.html](http://macao.communications.museum/por/Exhibition/firstfloor/moreinfo/1_1_7_TinCanTelephones.html)>. Acessado em 11/2016.

PEREIRA, Alexandre Luiz; DA SILVA, Suzy Maria. **Ensino dos Conceitos de Mecânica Além dos Muros da Universidade: Relacionando Engenharia, Educação e Sociedade.** International Journal of Alive Engineering Education, v. 1, n. 2, p. 57-64, 2016.

PIMENTEL Jr, Roberto A. **Como Funciona o Telefone de Copos.** Colégio de Aplicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Ciência de Hoje. Disponível em <<http://chc.cienciahoje.uol.com.br/como-funciona-o-telefone-de-copos/>>. Acessado em 11/2016.

PORTNOI, Marcos. **Introdução à Engenharia.** UNIFACS 20. Março de 1999. Disponível em <<http://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/ethicsineng.html>>. Acessado em 10/2016.

REMADE. **Retrospectiva do uso da madeira ao longo dos períodos históricos.** Disponível em <<http://www.remade.com.br/>>. Acessado em 03/2017.

SABINA. **Escola parque Sabina.** Disponível em: <<http://sabina.santoandre.sp.gov.br/index.php/ciencia-e-tecnologia>>. Acessado em 05/2017.

SANTOS Jr, A. A. dos. **Elementos de Máquinas I.** Apostila para o curso. UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. 2. semestre de 2001.

SIGNIFICADOS.COM.BR. **SIGNIFICADOS – hidráulica.** Disponível em <<https://www.significados.com.br/?s=hidraulica>>. Acessado em 05/2017a.

SIGNIFICADOS.COM.BR. **SIGNIFICADOS – pneumático.** Disponível em <<https://www.significados.com.br/pneumatico/>>. Acessado em 05/2017b.

SMITH, William F.; HASHEMI, Javad. **Fundamentos de engenharia e ciência dos materiais.** AMGH Editora, 2013.

VAZ, Maria Salete et al. **A integração das engenharias e o ensino médio para a melhoria da educação.** 2014.

VELOZO L. M. **Como Surgiu a Seringa e a Injeção?** 2014. Disponível em <<http://datamarcos.blogspot.com.br/2014/04/curiosidades-do-marcos-como-surgiu.html>>. Acessado em 05/2017.

## APÊNDICES

### **Apêndice 1. Parte do PCN - Ensino fundamental focado em engenharia: Ciências naturais**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais indicam, como objetivos do ensino fundamental, que os alunos sejam capazes de (BRASIL, 1998a):

- ...  
✓ saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos;
- ✓ questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação.

As atividades propostas nos guias auxiliam nesses objetivos.

Segundo o PCN de Ciências Naturais (BRASIL, 1998a), a formação de um cidadão crítico exige sua inserção numa sociedade em que o conhecimento científico e tecnológico é cada vez mais valorizado. Neste contexto, o papel das Ciências Naturais é o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo. Os conceitos e procedimentos desta área contribuem para a ampliação das explicações sobre os fenômenos da natureza, para o entendimento e o questionamento dos diferentes modos de nela intervir e, ainda, para a compreensão das mais variadas formas de utilizar os recursos naturais.

Ainda segundo este PCN, numa sociedade em que se convive com a supervalorização do conhecimento científico e com a crescente intervenção da tecnologia no dia a dia, não é possível pensar na formação de um cidadão crítico à margem do saber científico. A apropriação de seus conceitos e procedimentos pode contribuir para o questionamento do que se vê e ouve, para a ampliação das explicações acerca dos fenômenos da natureza, para a compreensão e valoração dos modos de intervir na natureza e de utilizar seus recursos, para a compreensão dos recursos tecnológicos que realizam essas mediações, para a reflexão sobre questões éticas implícitas nas relações entre ciência, sociedade e tecnologia.



São quatro os blocos temáticos propostos para o ensino fundamental (BRASIL, 1998a):

- (1) Ambiente.
- (2) Ser humano e saúde.
- (3) Recursos tecnológicos.
- (4) Terra e Universo.

Este projeto foca mais fortemente o terceiro bloco (recursos tecnológicos). O ensino de ciências naturais deverá se organizar de forma que, ao final do primeiro ciclo do ensino fundamental, com relação ao terceiro bloco, os alunos tenham as capacidades descritas na Figura 105 (BRASIL, 1998a) e que, ao final do segundo ciclo do ensino fundamental, os alunos tenham as capacidades descritas na Figura 106 (BRASIL, 1998a).

Item	Objetivo
1	Identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica.
2	Formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das ciências naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar.
3	Saber utilizar conceitos científicos básicos, associados à energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida.
4	Saber combinar leituras, observações, experimentações, registros, etc., para coleta, organização, comunicação e discussão de fatos e informações.
5	Valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento.
6	Compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, distinguindo usos corretos e necessários daqueles prejudiciais ao equilíbrio da natureza e ao homem.

Figura 104: Objetivos de ciências naturais - primeiro ciclo do ensino fundamental  
(Fonte: (BRASIL, 1998a))

Item	Objetivo
1	Identificar diferentes manifestações de energia — luz, calor, eletricidade e som — e conhecer alguns processos de transformação de energia na natureza e por meio de recursos tecnológicos.
2	Formular perguntas e suposições sobre o assunto em estudo.
3	Buscar e coletar informações por meio da observação direta e indireta, da experimentação, de entrevistas e visitas, conforme requer o assunto em estudo e sob orientação do professor.
4	Confrontar as suposições individuais e coletivas com as informações obtidas, respeitando as diferentes opiniões, e reelaborando suas ideias diante das evidências apresentadas.
5	Organizar e registrar as informações por intermédio de desenhos, quadros, tabelas, esquemas, gráficos, listas, textos e maquetes, de acordo com as exigências do assunto em estudo, sob orientação do professor.
6	Interpretar as informações por meio do estabelecimento de relações de dependência, de causa e efeito, de sequência e de forma e função.

Figura 105: Objetivos de ciências naturais - segundo ciclo do ensino fundamental  
(Fonte: (BRASIL, 1998a))

## Apêndice 2. Parte do PCN - Ensino fundamental focado em engenharia: Matemática

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para a área de Matemática (BRASIL, 1998b) no ensino fundamental estão pautados por princípios decorrentes de estudos, pesquisas, práticas e debates desenvolvidos nos últimos anos, apresentados na Figura 107.

Item	Princípio
1	A Matemática é componente importante na construção da cidadania, na medida em que a sociedade se utiliza, cada vez mais, de conhecimentos científicos e recursos tecnológicos, dos quais os cidadãos devem se apropriar.
2	A Matemática precisa estar ao alcance de todos e a democratização do seu ensino deve ser meta prioritária do trabalho docente.
3	A atividade matemática escolar não é “olhar para coisas prontas e definitivas”, mas a construção e a apropriação de um conhecimento pelo aluno, que se servirá dele para compreender e transformar sua realidade.
4	No ensino da Matemática, destacam-se dois aspectos básicos: um consiste em relacionar observações do mundo real com representações (esquemas, tabelas, figuras); outro consiste em relacionar essas representações com princípios e conceitos matemáticos. Nesse processo, a comunicação tem grande importância e deve ser estimulada, levando-se o aluno a “falar” e a “escrever” sobre Matemática, a trabalhar com representações gráficas, desenhos, construções, a aprender como organizar e tratar dados.
5	A aprendizagem em Matemática está ligada à compreensão, isto é, à apreensão do significado; apreender o significado de um objeto ou acontecimento pressupõe vê-lo em suas relações com outros objetos e acontecimentos. Assim, o tratamento dos conteúdos em compartimentos estanques e numa rígida sucessão linear deve dar lugar a uma abordagem em que as conexões sejam favorecidas e destacadas...

Figura 106: Princípios dos PCNs de matemática - ensino fundamental - continua  
(Fonte: (BRASIL, 1998b))

Item	Princípio
5	...O significado da Matemática para o aluno resulta das conexões que ele estabelece entre ela e as demais disciplinas, entre ela e seu cotidiano e das conexões que ele estabelece entre os diferentes temas matemáticos.
6	A seleção e organização de conteúdos não deve ter como critério único a lógica interna da Matemática. Deve-se levar em conta sua relevância social e a contribuição para o desenvolvimento intelectual do aluno. Trata-se de um processo permanente de construção.
7	O conhecimento matemático deve ser apresentado aos alunos como historicamente construído e em permanente evolução. O contexto histórico possibilita ver a Matemática em sua prática filosófica, científica e social e contribui para a compreensão do lugar que ela tem no mundo.
8	Recursos didáticos como jogos, livros, vídeos, calculadoras, computadores e outros materiais têm um papel importante no processo de ensino e aprendizagem. Contudo, eles precisam estar integrados a situações que levem ao exercício da análise e da reflexão, em última instância, a base da atividade matemática.
9	A avaliação é parte do processo de ensino e aprendizagem. Ela incide sobre uma grande variedade de aspectos relativos ao desempenho dos alunos, como aquisição de conceitos, domínio de procedimentos e desenvolvimento de atitudes. Mas também devem ser avaliados aspectos como seleção e dimensionamento dos conteúdos, práticas pedagógicas, condições em que se processa o trabalho escolar e as próprias formas de avaliação.

Figura 107: Princípios dos PCNs de matemática - ensino fundamental - continuação  
(Fonte: (BRASIL, 1998b))

Os conteúdos conceituais e procedimentais são os mesmos (ver Figura 108) no primeiro e no segundo ciclo, abordados de forma mais especializada no segundo ciclo.

Item	Conteúdo
1	Números naturais e sistema de numeração decimal. Números racionais no segundo ciclo.
2	Operações com números naturais e racionais no segundo ciclo.
3	Espaço e forma.
4	Grandezas e Medidas.
5	Tratamento da Informação.

Figura 108: Conteúdo dos PCNs de matemática - ensino fundamental  
(Fonte: (BRASIL, 1998b))

### **Apêndice 3. Sabina - Escola Parque do Conhecimento**

**A Sabina - Escola Parque do Conhecimento** foi idealizada no ano de 2001 pelo governo municipal de Santo André, com a finalidade de suprir as necessidades de suporte científico aos alunos da rede municipal de ensino. Ela foi desenhada para ser um grande laboratório experimental, com funcionamento de centro interativo, com a missão de democratizar o acesso ao conhecimento científico, artístico, cultural e tecnológico (SABINA, 2017).

Com projeto arquitetônico assinado pelo renomado arquiteto Paulo Mendes da Rocha, a Sabina resultou num ousado complexo educacional, localizada em uma área privilegiada de 24.000m<sup>2</sup>, sendo 14.000m<sup>2</sup> construídos. Desses, 11.000m<sup>2</sup> abriga o pavilhão principal e na área de 3.000m<sup>2</sup> tem-se o Planetário e Teatro Digital. A finalização da construção e recepção do acervo deu-se em meados de 2006, tendo sido inaugurada em fevereiro de 2007 (SABINA, 2017).

A interpretação dos processos físicos naturais e sua aplicação no cotidiano humano podem ser experienciados através do acervo constituído por aparelhos, equipamentos tecnológicos e modelos, que permitem o entendimento das forças fundamentais do universo e sua aplicabilidade resultante da criatividade humana (SABINA, 2017).

Os experimentos científico-pedagógicos são divididos em grandes grupos e possibilitam entender os processos científicos através de brincadeiras lúdicas, como por exemplo: engrenagens, giroscópio, triciclo de roda quadrada, geradores de energia elétrica; simuladores virtuais como o P3D e virtuais interativos de composição do DNA e elementos químicos; linhas retas que passam por orifícios curvos; cubos que demonstram área e volume; curva mais longa sendo, porém, a mais rápida; micro vida e diversos outros experimentos (SABINA, 2017).

Há por exemplo, um experimento chamado “Gerador Manual”: ao girar a manivela, um ímã no interior da bobina irá girar e provocar uma corrente elétrica, que ascenderá a pequena lâmpada. É desta forma que a energia é formada em usinas hidrelétricas, porém, ao invés da força muscular, usa-se a força da água (SABINA, 2017).

Na mecânica há experimentos que abordam desde máquinas simples (balanças, engrenagens e polias), pressão (cadeira de pregos), dinâmica dos fluidos

(gerador de tornados), Leis de Newton, princípios de conservação (de energia, do momento linear e angular). A mecânica é apresentada como um passeio pelas leis que transformaram a vida humana a partir do século XVII (SABINA, 2017).

A Figura 14 apresenta uma versão de bicicleta de pneu quadrado. Criada em 1997 pelo professor de matemática Stan Wagon, a bicicleta de rodas quadradas consegue girar sobre um caminho feito por um conjunto de curvas catenárias. Na bicicleta cada catenária tem o comprimento de um lado do quadrado da roda e a altura da catenária também se relaciona com o tamanho do lado das rodas. Catenária é uma palavra originária do latim, *catena*, que significa corrente. A curva catenária é muito importante na matemática e na física, pois uma força aplicada em um ponto qualquer da curva a divide igualmente por todo material. Por isso, ela é usada para a fabricação de materiais como fundo das latas de refrigerante, iglus e túneis (SABINA, 2017).



Figura 109: Bicicleta de pneu quadrado  
(Fonte: (SABINA, 2017))

#### Apêndice 4. Museu Catavento

O “Catavento Cultural e Educacional” é a organização social de cultura responsável pela gestão do Catavento – Espaço Cultural da Criança, através do Contrato de Gestão nº 07/2012, firmado com a Secretaria de Estado da Cultura, por meio de sua Unidade de Preservação do Patrimônio Museológico – UPPM em 14 de dezembro de 2012, com vigência até 30 de novembro de 2017 (CATAVENTO, 2017).

Criado com a vocação de ser um espaço interativo que apresente a ciência de forma instigante para crianças, jovens e adultos, desde sua inauguração em 2009, o Museu Catavento tem sido um grande fenômeno de público, tendo atingido a marca de dois milhões e meio de visitantes em poucos anos de operação, tendo sido o Museu mais visitado do Estado de São Paulo por três anos consecutivos (CATAVENTO, 2017).

É composto por três seções: (1) vida e sociedade, (2) universo e (3) engenho. A parte de engenho, foco deste trabalho apresenta temas como: (1) calor, (2) lego, (3) eletromagnetismo, (4) fluídos, (5) luz e óptica, (6) sala de ilusões, (7) som e (8) mecânica (CATAVENTO, 2017).

No tema “mecânica”, há por exemplo, um experimento cuja chamada é “Imagine levantar 100 kg...”. Nesse experimento isso é possível por conta de uma alavanca, a qual é explicada (CATAVENTO, 2017).

A Figura 15 e 16 apresentam fotos de atividades do Museu e foram extraídas da Internet devido a proibição de se fotografar livremente o espaço.



Figura 110: Experimento com som no Museu Catavento  
(Fonte: (CATAVENTO, 2017))





Figura 111: Experimento de energia mecânica  
(Fonte: (CATAVENTO, 2017))

## ANEXOS

### Anexo 1. Oficina teste

No dia 20 de junho de 2017 foi realizada uma oficina teste (2ª. Oficina de Brinquedos da Poli Cidadã) das 8h00 às 17h00. Monitores e crianças de escolas públicas próximas à Cidade Universitária se reuniram e construíram guindastes hidráulicos baseados no princípio da prensa hidráulica. No fim do dia, cada criança levou seu brinquedo para casa. Este projeto participou da oficina apresentando a Atividade 7, conforme ilustra as Figuras 8 a 13.



Figura 11112: Alunos e monitores na 2ª. Oficina de Brinquedos da Poli Cidadã  
(Fonte: autoria própria)



Figura 11113: O Autor apresentando uma mini escavadeira hidráulica  
(Fonte: autoria própria)



Figura 114: Alunos interagindo com o guindaste  
(Fonte: autoria própria)





Figura 115: Mais alunos interagindo com o guindaste  
(Fonte: autoria própria)



Figura 116: Duas versões do guindaste  
(Fonte: autoria própria)



Figura 117: O autor e um aluno manipulando o guindaste  
(Fonte: autoria própria)