



**A Interface
Essencial
da Engenharia
de Produção no
Mundo Corporativo 3**

**Cleverson Flôr da Rosa
João Dallamuta
(Organizadores)**

Cleverson Flôr da Rosa
João Dallamuta
(Organizadores)

A Interface Essencial da Engenharia de Produção no Mundo Corporativo 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
l61	<p>A interface essencial da engenharia de produção no mundo corporativo 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Cleverson Flôr da Rosa, João Dallamuta. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Interface Essencial da Engenharia de Produção no Mundo Corporativo; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-457-3 DOI 10.22533/at.ed.573190907</p> <p>1. Administração de produção. 2. Engenharia de produção. 3. Gestão da produção. I. Rosa, Cleverson Flôr da. II. Dallamuta, João. III. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Esta obra, organizada em múltiplos volumes, é composta por pesquisas realizadas por professores de cursos de engenharia e gestão. Optamos por uma abordagem multidisciplinar por acreditarmos que esta é a realidade da pesquisa em nossos dias.

A engenharia de produção é um ramo da engenharia industrial que estuda a tecnologia de processos de produção de natureza industriais, mas que acabam por serem estendidos a outras áreas como serviços e gestão pública. Dada a sua natureza orientada a resolução problemas, a engenharia de produção é fortemente baseada em situações práticas do setor produtivo, característica esta que exploramos nesta obra.

Todos os trabalhos com discussões de resultados e contribuições genuínas em suas áreas de conhecimento. Os organizadores gostariam de agradecer aos autores e editores pelo espírito de parceria e confiança.

Boa leitura

Cleverson Flor da Rosa

João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA COMO FORMA DE DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDEDOR	
Mário Fernando de Mello Luciano de Los Santos Nunes Daian Augusto Pilan Nunes Henrique Zago Cervo	
DOI 10.22533/at.ed.5731909071	
CAPÍTULO 2	17
A GESTÃO DA INOVAÇÃO NA ERA DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL (INDÚSTRIA 4.0)	
Ricardo Alexandre Diogo Armando Kolbe Junior Neri dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.5731909072	
CAPÍTULO 3	33
A IMPORTÂNCIA DO PCNA NO DESEMPENHO DE GRADUANDOS DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	
Shirley Cristina Cabral Nascimento Laíz Rayanna de Oliveira Gama Edward de Souza Pampolha Júnior Alexandre Guimarães Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.5731909073	
CAPÍTULO 4	45
A PERCEPÇÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: DETERMINANTES UTILIZADOS PELOS USUÁRIOS DE HABITAÇÕES UNIFAMILIARES POPULARES	
Marcelo Alexandre Siqueira De Luca Fabiano Barreto Romanel	
DOI 10.22533/at.ed.5731909074	
CAPÍTULO 5	56
A QUALIDADE EM SERVIÇOS A FAVOR DA VANTAGEM COMPETITIVA: PRINCIPAIS DETERMINANTES PARA OS PROCESSOS PRIMÁRIOS DE SERVIÇO (PPS)	
Marcelo Alexandre Siqueira De Luca Fabiano Barreto Romanel	
DOI 10.22533/at.ed.5731909075	
CAPÍTULO 6	69
ANÁLISE DA CORROSÃO SOBRE TENSÃO NO AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO 304	
Edilange Moreira da Costa Claudio Roberto Silva Junior Gustavo Henrique Andrade Sousa José Ribamar Santos Moraes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.5731909076	

CAPÍTULO 7	78
ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A EFICIÊNCIA E EFICÁCIA DO TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO	
Aldo Eliades Fernández Pérez Hugo Miguel Varela Repolho	
DOI 10.22533/at.ed.5731909077	
CAPÍTULO 8	92
ANÁLISE DE IMPLEMENTAÇÃO DA NORMA INTERNACIONAL DE SEGURANÇA DE ALIMENTOS FSSC 22000: UMA INOVAÇÃO CULTURAL	
Gustavo Henrique Marques Tanatiana Ferreira Guelbert Marcelo Guelbert	
DOI 10.22533/at.ed.5731909078	
CAPÍTULO 9	104
ANÁLISE DE <i>LAYOUT</i> DOS ALMOXARIFADOS EM UMA ENCARROÇADORA DE ÔNIBUS	
Thales Henrique Kascher Santos Leandro Reis Muniz	
DOI 10.22533/at.ed.5731909079	
CAPÍTULO 10	120
APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO TÊXTIL DO SERTÃO BAIANO	
Nathaly Silva de Santana Rafael de Azevedo Palhares Arthur Arcelino de Brito Alessandro Jackson Teixeira de Lima Mariana Simião Brasil de Oliveira João Marcos Ferreira de Souza Jonhatan Magno Norte da Silva Victor Hugo Arcelino de Brito Diego de Melo Cavalcanti Ozeas Ferreira da Silva Geyne Lohana Gonçalves Bezerra Diego da Silva Lima Jaine da Cruz Silva Débora Justino dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.57319090710	
CAPÍTULO 11	131
APLICAÇÃO DO MAPA DE PROCESSO EM UMA AGROINDÚSTRIA DO SUDOESTE GOIANO PARA MELHORIA DO PROCESSO DE SALSICHAS	
Darlan Marques da Silva Lalesca Silva Santos Ana Maiara Rodrigues Pereira Ana Luiza Soares Nascimento Gabriel Ribeiro dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.57319090711	

CAPÍTULO 12 144

APLICAÇÃO DO *POKA YOKE* PARA MELHORIA DE QUALIDADE NA SEGURANÇA DO TRABALHO:
UMA REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

Edilange Moreira da Costa
Claudio Roberto Silva Junior
Gustavo Henrique Andrade Sousa
José Ribamar Santos Moraes Filho

DOI 10.22533/at.ed.57319090712

CAPÍTULO 13 154

APLICAÇÃO DO *SOFTWARE* WRc STOAT EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS
RESIDUÁRIAS DE INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Karla Yumi Shingo
Rafael Montanhini Soares de Oliveira.
Isabela Bruna de Tavares Machado Bolonhesi
Thiago Augusto de Moraes
Tanatiana Ferreira Guelbert

DOI 10.22533/at.ed.57319090713

CAPÍTULO 14 167

COMPORTAMENTO MECÂNICO DE COMPÓSITOS VERDES DE MATRIZ EPÓXI/POLIÉSTER
REFORÇADOS COM LUFFA CYLINDRICA

Bruno Dorneles de Castro
Claudia Victoria Campos Rubio
Julia Amaral dos Santos
Luciano Machado Gomes Vieira
Juan Carlos Campos Rubio

DOI 10.22533/at.ed.57319090714

CAPÍTULO 15 180

CRIAÇÃO DE UM MAKERSPACE PARA ENGENHEIROS EM FORMAÇÃO: RELAÇÃO CUSTO X
BENEFÍCIO

Lucas Davis Ribeiro de Paula
Danielle Saranh Galdino Duarte Garcia
Raquel Ferreira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.57319090715

CAPÍTULO 16 194

DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE ESTOQUES NO ALMOXARIFADO DE UMA INSTITUIÇÃO DE
ENSINO SUPERIOR

Gisleangela Strohschein
Laura Visintainer Lerman
Raquel de Abreu Pereira Uhr
Natália Eloísa Sander

DOI 10.22533/at.ed.57319090716

CAPÍTULO 17 206

ESTUDO DE UM DESSALINIZADOR SOLAR DE ÁGUA VISANDO APLICAÇÕES NA ÁREA DE TECNOLOGIA SOCIAL

Mickael Gomes Viana
Priscylla Ferreira Dos Santos
Isaú de Souza Alves Junior
Simone Aparecida de Lima Scaramussa
Jorge Vieira Dos Santos Junior
Paulo Mário Machado Araujo

DOI 10.22533/at.ed.57319090717

CAPÍTULO 18 215

ANÁLISE QUANTITATIVA DA PERDA DE MASSA POR OXIDAÇÃO EM BARRAS DE AÇO CARBONO CA-50: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DA CORROSÃO EM CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL/IFS

Francisco Luiz Campos Lopes
Michael Douglas Santos Monteiro
Henrique Carvalho Santos Melo
Luan Martins Siqueira
Francisco Luiz Gumes Lopes

DOI 10.22533/at.ed.57319090718

CAPÍTULO 19 228

INFRAESTRUTURA CRÍTICA (IEC) NA GESTÃO DE RISCOS: PLANEJAMENTO DE ROTAS ALTERNATIVAS DE EVACUAÇÃO EM SITUAÇÃO DE DESASTRES NATURAIS POR INUNDAÇÕES UTILIZANDO O MODELO DE TRÁFEGO MATSim

Estela da Silva Boiani
Magda Camargo Lange Ramos
Graziela Grandó Bresolin
Júlio César Farias Zilli
Luana Barcelos da Silva

DOI 10.22533/at.ed.57319090719

CAPÍTULO 20 242

PROPOSTA DE GERENCIAMENTO VISUAL E METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS QRQC APLICADAS NA LOGÍSTICA: ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

Eduardo Villalba
Alexandre Tadeu Simon
Renan Stenico de Campos

DOI 10.22533/at.ed.57319090720

CAPÍTULO 21 256

UMA ANÁLISE DAS BARREIRAS NA APLICAÇÃO DO LEAN HEALTHCARE EM UM CENTRO DE MATERIAIS E ESTERILIZAÇÃO – CME

Andréia Harter

DOI 10.22533/at.ed.57319090721

CAPÍTULO 22 268

GERENCIAMENTO DE PROJETOS NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP) APLICADO NA CONSTRUÇÃO DE UMA AERONAVE PARA COMPETIÇÃO DO AERODESIGN

Edilange Moreira da Costa

Claudio Roberto Silva Junior

Gustavo Henrique Andrade Sousa

José Ribamar Santos Moraes Filho

DOI 10.22533/at.ed.57319090722

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 279

CRIAÇÃO DE UM MAKERSPACE PARA ENGENHEIROS EM FORMAÇÃO: RELAÇÃO CUSTO X BENEFÍCIO

Lucas Davis Ribeiro de Paula

FEAMIG – Faculdade de Engenharia de Minas Gerais
Belo Horizonte - MG

Danielle Saranh Galdino Duarte Garcia

FEAMIG – Faculdade de Engenharia de Minas Gerais
FASEH – Faculdade da Saúde e Ecologia Humana
Belo Horizonte - MG

Raquel Ferreira de Souza

FEAMIG – Faculdade de Engenharia de Minas Gerais
FASEH – Faculdade da Saúde e Ecologia Humana
Belo Horizonte - MG

RESUMO: Com a grande oferta de cursos de Engenharia no Brasil somada à enorme necessidade de engenheiros no país, em face da grande demanda por desenvolvimento infraestrutural, entre outros, surge a necessidade de as instituições de ensino superior ofertarem diferenciais em suas grades curriculares e além de metodologias de ensino-aprendizagem inovadoras e exitosas. A área do conhecimento em questão demanda além de trabalho aprofundado teórico a vertente prática bem apurada, uma vez que de nada adianta que o estudante saiba teorias se não

as consegue aplicar. Desta forma, este artigo tem como objetivo principal demonstrar a importância e a positividade da implantação dos *makerspaces* ou similares como elementos de formação nos currículos das engenharias, a partir de pesquisas bibliográficas sobre esses espaços e do levantamento de experiências em instituições de ensino superior nacionais e estrangeiras que já implantaram tal prática.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em Engenharia. Makerspace. Prática de ensino. Custo x benefício.

CREATION OF A MAKERSPACE FOR TRAINING ENGINEERS: COST-BENEFIT RATIO

ABSTRACT: Due to the great number of engineering courses in Brazil, in addition to the enormous need of engineers in the country, due to the great demand for infrastructural development, among others, there is a need for higher education institutions to offer differentials in their curricula and in addition to methodologies innovative teaching and learning. The area of knowledge in question demands, in addition to theoretical in-depth work, the well-studied practical side, since it is of no use that the student knows theories if he can not apply them. In this way, this article has as main objective to

demonstrate the importance and the positivity of the implantation of the makerspaces or similar like elements of formation in the curricula of the engineering, from bibliographical researches on these spaces and the gathering of experiences in institutions of superior national education and have already implemented such a practice.

KEYWORDS: Engineering Education. Makerspace. Teaching practice. Cost-benefit ratio.

1 | INTRODUÇÃO

Com a dinâmica do mundo atual, a necessidade de obter cada vez mais conhecimento, o tempo escasso para tantas disciplinas importantes dentro de um curso de engenharia, além dos novos cursos EAD para algumas engenharias específicas, como a Engenharia de Produção e a Civil, as Instituições de Ensino Superior (IES) têm priorizado formar engenheiros com grande embasamento teórico, que realmente é de muita importância, pois esse é fundamental para a execução correta, porém, pouca atenção se dá ao conhecimento prático, o que é preocupante, afinal, trata-se de uma profissão cuja prática é vital ao seu exercício.

Nesse sentido, surgem os *makerspaces* como uma opção para os estudantes de engenharia e demais profissionais. Trata-se de um laboratório comunitário, para que os alunos “desvirtualizem” e ampliem seus conhecimentos práticos. Esses laboratórios possuem diversos nomes, que os distinguem em algumas características, como FabLabs, hackerspaces, makerspaces, makerplaces - são os mais conhecidos, contudo, sempre voltados para a mentalidade do “fazer”.

Tais espaços podem ser alugados por períodos, para equipes ou individualmente ou particulares, como dentro de uma IES. Em geral, possuem aparatos tecnológicos, como computadores impressoras 3D, CNCs e outras ferramentas comuns às necessidades de uma oficina.

Para um estudante de engenharia, o acesso a um desses espaços do “fazer” pode se mostrar um grande diferencial em sua formação, uma vez que ele sairá preparado para trabalhar, de modo que não perderá um tempo precioso em sua carreira tentando concretizar na prática aquilo que conheceu apenas na teoria.

Assim, o objetivo principal deste artigo é demonstrar a importância e a positividade da implantação dos makerspaces ou similares como elementos de formação nos currículos das engenharias, a partir de pesquisas bibliográficas sobre esses espaços e do levantamento de experiências em instituições de ensino superior nacionais e estrangeiras que já implantaram tal prática.

2 | O QUE É O MAKERSPACE?

O makerspace é um espaço comunitário semelhante a uma oficina ou garagem, equipado com ferramentas como impressora 3D, cortadora a laser e demais ferramentas

de uma oficina, além do acréscimo tecnológico, como computadores, arduínos e periféricos para suporte na fabricação, criação ou manutenção de projetos, protótipos, objetos, peças e equipamentos.

Esses espaços são criados por indivíduos para possibilitar o uso do espaço por empresas, escolas, universidades, bibliotecas, dando acesso aos equipamentos, ao espaço e à sua infraestrutura (MENA, 2015).

3 | A PRÁTICA NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

A prática se faz fundamental na formação do engenheiro, que cada vez mais é cobrado para sair “pronto” da graduação. Nesse aspecto, depois de graduado, a exigência do mercado de trabalho não dá a esse profissional tempo para “praticar até conseguir fazer”. Além disso, a prática fortalece seu aprendizado, sendo uma forte ferramenta didática, que faz daquele que a possui diferenciado frente aos concorrentes.

Como parte da formação, o makerspace possibilita ir além da teoria, aguçando a criatividade, possibilitando descobertas e aumentando o interesse do estudante pela disciplina cursada. Outro ponto que vale ressaltar é a segurança que o profissional terá depois de formado para reproduzir uma prática já executada durante a formação e não somente uma construção baseada em elementos teóricos. Em grande parte das IES do Brasil, o contato dos estudantes de engenharia ocorre pelas aulas experimentais ministradas em laboratórios, que geralmente formam o cenário prático mais comum às atividades profissionais do cotidiano. No entanto, só as práticas laboratoriais não se mostram mais suficientes para a formação completa e qualificada exigida pelo mercado de trabalho atual. Nesse sentido, as escolas de Engenharia deverão aparelhar seus espaços e pessoas que saibam avaliar a tecnologia e suas implicações, fornecendo as condições para que possam entendê-las além da teoria (PEREIRA, *et al.*, 2002), simulando experiências, imitando uma operação de um processo ou sistema da realidade, para descrever, analisar e resolver os problemas de seus comportamentos (BANKS, 1998).

Conforme as Diretrizes Curriculares para os cursos de Engenharia (PARECER CNE/CES 1.362/2001), a formação de um engenheiro deve possibilitá-lo desenvolver as seguintes competências e habilidades:

- a. aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- b. **projetar** e **conduzir** experimentos e interpretar resultados;
- c. conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- d. planejar, supervisionar, **elaborar** e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- e. identificar, **formular** e **resolver** problemas de engenharia;

- f. **desenvolver** e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- g. supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- h. avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- i. **comunicar-se** eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- j. **atuar** em equipes multidisciplinares;
- k. compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- l. avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- m. avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- n. assumir a postura de permanente busca de atualização profissional. (grifos nossos)

Como se percebe a maioria dos parâmetros a serem observados pelas grades curriculares dos cursos de engenharia remetem ao desenvolvimento de habilidades práticas e sociais, de forma conjunta.

Importa ressaltar que nessa mudança de cultura de ensino-aprendizagem das engenharias, o papel do professor é fundamental, pois ele é o condutor do processo e, por isso, também deve estar alinhado com a necessidade de inserir prática no aprendizado. Dessa forma, o trabalho do professor exige meios específicos para direcionar as atividades aos alunos, criando relações com pessoas e fontes, inserindo novidades para o estudante em meio à sua bagagem de conhecimento. Por isso, é preciso afirmar que não há transmissão de saberes, nem como adiantar o processo de aprendizagem, pois, aprender exige dentre muitas coisas, observação, reflexão, prática, leitura e experimentação (VYGOTSKY, 1987).

4 | AS EXPERIÊNCIAS COM MAKERSPACES NACIONAIS E ESTRANGEIRAS

A experiência do makerspace iniciou em uma disciplina do MIT – *Massachusetts Institute of Technology* chamada “How to make (almost) anything”, ou seja: “Como fazer (quase) qualquer coisa”. A Instituição criou o primeiro laboratório em 2006, que deu origem aos demais.

Com o sucesso do espaço e a crescente utilização no ensino e desenvolvimento de estudantes, outras instituições de ensino passaram a adotar o modelo, que vem sendo cada vez mais utilizado e aprimorado. Hoje, existem FabLabs por todo o mundo (QUINTELLA *et al.*, 2017).

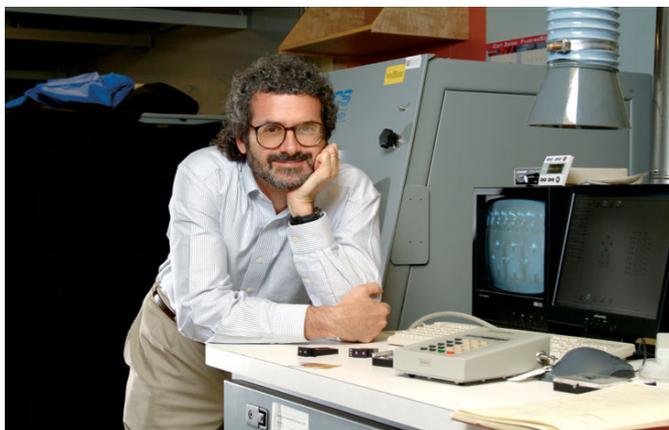


Figura 1 – Neil Gershenfeld no MIT

Fonte: Revista Espectro do MIT

Sendo uma novidade em alguns cursos de ensino médio e de graduação, alguns estudos que possuem os makerspaces como ferramenta de auxílio didático foram feitos para avaliar sua eficácia.

Um deles foi realizado pelo LITE - Laboratório de Inovação e Tecnologia na Educação - em que alguns alunos do ensino médio participaram de um trabalho, cujo objetivo era o desenvolvimento de um projeto para uma feira de ciências. Ao final da pesquisa, o resultado encontrado foi satisfatório, pois os estudantes se dedicaram, a maioria colaborou mutuamente em seus projetos, desenvolveram novos conhecimentos e colocaram em prática o que aprenderam em sala de aula (RAABE *et al.*,2016).

Ressalta-se que por meio dessa ferramenta prática de ensino-aprendizagem várias competências e habilidades científicas e sociais foram desenvolvidas no grupo de estudantes pesquisado.



Figura 2 – LITE – Laboratório de Inovação Tecnológica na Educação - Univali

Fonte: Página do LITE no Facebook

Outra experiência satisfatória que merece atenção foi realizada no POALab, que

é o laboratório da IFRS – Instituto Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre.

A IES desenvolveu um projeto para a disciplina de “Tópicos Avançados”, do curso Superior de Tecnologias em Sistemas Para Internet. Para tanto, foram selecionados alguns alunos do último período do curso, com o objetivo de avaliar como o grupo utilizava o conceito de pensamento computacional no desenvolvimento de um produto voltado para a área da saúde, além de investigar como as atividades poderiam promover o uso do pensamento formal.

Os resultados da pesquisa comprovaram a relação do pensamento computacional e da atividade *maker*, bem como a relação desse tipo de pensamento com o raciocínio formal, mais evidente no uso do raciocínio lógico, a abstração e a generalização (BORGES *et al.*,2016).



Figura 3 – POA Lab - IFRS

Fonte: Página inicial do POALab

Na cidade de Belo Horizonte/MG, o primeiro espaço do fazer foi criado pelo Unicentro Newton Paiva, utilizado em seus cursos de engenharia. Trata-se de um FabLab de caráter acadêmico, que buscou seguir o padrão do primeiro do mundo, criando pelo MIT.

O laboratório conta com regulamento próprio e a marcação de aulas práticas se dá por meio do preenchimento pelo docente, de formulário de solicitação de uso.



Figura 4 – FabLab Newton Paiva

Fonte: Site Newton Paiva (2018)



Figura 5 – FabLab Newton Paiva

Fonte: Site Newton Paiva (2018)

No Brasil, percebe-se certa resistência por parte das IES, em face do valor para se montar um espaço do fazer, de modo que, mesmo tendo plena consciência de que tendo um laboratório prático como este, a Instituição apresentará ao mercado um enorme diferencial, ainda sim são poucas que possuem o mesmo.

Os makerspaces, nos Estados Unidos da América, são bem comuns. Esse impulso ocorreu em parte, graças a uma declaração do Presidente americano Barack Obama, que dizia querer que todos pensassem em formas criativas para os jovens desenvolverem ciências e engenharias, seja em festivais de ciências, competições de robótica, feiras que os incentivassem a construir e não somente a serem extremamente consumidores. Tal declaração foi importante, pois, além de incentivar a redução do consumismo, motivou a geração de empreendedores, criadores e não somente jovens

“procuradores de empregos” (PEPPLER *et al.*, 2013).

Para demonstrar o quão forte é essa tendência nos Estados Unidos, em Cambridge, no estado de Massachusetts, em 2016, foi organizado o 1º Simpósio Internacional de Espaços Acadêmicos. O evento contou com mais de 300 participantes de 115 universidades, 20 empresas e 6 continentes. Ocorreram workshops, sessões de trabalho e pessoas, inclusive estudantes e docentes do Brasil (WILCZYNSKI *et al.*, 2017).

Como se vê, a criação e estímulo do uso desses espaços do fazer é uma tendência crescente nacionalmente e internacionalmente, motivada pela necessidade da interação entre teoria e prática, presente nos cursos de engenharia.

5 | O USO DE INOVAÇÃO E DAS NOVAS TECNOLOGIAS NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

Atualmente, a capacidade de produzir inovação tecnológica e transformá-la em produto é um dos principais atrativos econômicos, por isso é importante entender a melhor forma de preparar o estudante de engenharia para tal cenário.

Nos Estados Unidos, após alguma transformação da sociedade, é costumeiro fazer uma revisão do ensino de engenharias, unindo o ambiente acadêmico ao empresarial. Os resultados dessa prática demonstram que os processos produtivos mudam o andamento da história e que esses definem a função do engenheiro e não o contrário, ao longo do tempo (SILVEIRA, 2005). Essa também deveria ser uma prática do Brasil, país tão carente de engenheiros com formação adequada.

As inovações tecnológicas têm sido as propulsoras dos padrões de vida dos países desenvolvidos, desde a Revolução Industrial (KUZNETS, 1966), ou seja, o desenvolvimento tecnológico após a Primeira Revolução Industrial, com a chamada “industrialização”, possibilitou o crescimento econômico dos países desenvolvidos também chamados “industrializados”.

Nesse contexto, o engenheiro é o responsável pelo processo de industrialização e tomada de crescimento econômico das empresas, o que reflete positivamente no país. Nessa perspectiva, o conhecimento das tecnologias por este profissional é imprescindível, uma vez que possibilita a criação de novas opções ou o melhoramento do seu trabalho, desde o planejamento até a execução.

Assim, para além do conhecimento teórico, conviver com tecnologias se mostra fundamental para a formação do profissional de engenharia, uma vez que não só cria possibilidades avançadas de trabalho, como também faz com que esse profissional acompanhe os desenvolvimentos e inovações em sua área de trabalho.

6 | INTERLOCUÇÃO ENTRE TEORIA E PRÁTICA NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Atualmente, a teoria e a prática separadas já se mostram insuficientes em qualquer conceito de produção/fabricação ou execução de uma atividade, “Teoria sem prática é paralítica e prática sem teoria é cega.” Esse pensamento popular é válido para o ensino superior da engenharia em que o casamento da teoria com a prática gera o melhor resultado para o discente e futuro profissional.

A prática, dentro do ensino superior, é a concretização e fixação dos conceitos teóricos, materializando-os na vida do estudante. É clara a dificuldade dos alunos em aplicar os conceitos teóricos na prática e relacionar o conteúdo aprendido em uma disciplina com a outra, no entanto, quando se cria a cultura do “praticar”, o estudante percebe que tais conhecimentos devem caminhar juntos e se complementarem (BUONICONTRO, 2003).

Assim, o ensino deve gerar consciência crítica no aluno, o que só ocorre quando o mesmo é capacitado a pensar, questionar, criar, formular hipóteses, por em prática e obter respostas. Para isso ocorrer, é necessário que sejam ministradas aulas práticas (LUZ et al., 1989).

7 | CUSTO DA IMPLANTAÇÃO DE UM MAKESRSPACE

Para que um laboratório de práticas acadêmicas seja equipado adequadamente, deve ser elaborado um planejamento detalhado das atividades a serem desenvolvidas em seu espaço. A oficina deve ser preparada para possibilitar trabalhos em madeira, em metal, em instalações elétricas, em eletrônica, em informática e em robótica, de modo a permitir que todos os alunos participem ativamente, de todas as tarefas propostas.

Para obtenção de dados relacionados ao custo da implantação de um makerspace, elaborou-se um orçamento, considerando-se ferramentas e materiais empregados em trabalhos de engenharia, que podem ser utilizados de forma individual ou coletiva.

O levantamento dos custos foi conduzido pela própria Faculdade de Engenharia de Minas Gerais (FEAMIG) e realizado por docentes da instituição, com a intenção de implantar futuramente, um laboratório Maker, composto por ferramentas básicas utilizadas nos cursos de Engenharia. Utilizou-se como fonte de dados, os preços consultados em loja especializada em ferramentas, na cidade de Belo Horizonte.

As quantidades de materias foram adaptadas pelos autores de acordo com as necessidades de uso por parte dos alunos, na execução das atividades práticas, atendendo a uma turma composta por 27 discentes.

Produtos	Quantidade	Valor unitário	Subtotal
Bancada de Trabalho Cavalete Multiuso com Grampos Pegasus WX051 WORX	2	R\$ 699,90	R\$ 1.399,80
Plaina Desengrossadeira Portátil 1.800W DW733 Dewalt - 220V	1	R\$ 2.799,90	R\$ 2.799,90
Furadeira de Bancada 5/8 Pol. 1/2HP FB16 Somar by Schulz 220V	1	R\$ 956,90	R\$ 956,90
Furadeira de Impacto 500W Profissional 1/2 M0801G Makita 220V	3	R\$ 229,90	R\$ 689,70
Parafusadeira Elétrica com Fio 300W Profissional WS3231 Wesco - 110V	3	R\$ 179,90	R\$ 539,70
Serra Circular 1.050W Profissional 185mm M5801G Makita 110V	3	R\$ 519,90	R\$ 1.559,70
Lixadeira Orbital 1/3 Lixa 180W Profissional M9201G Makita 220V	3	R\$ 259,90	R\$ 779,70
Serra Tico-Tico 450W Velocidade Variável 4327 Makita 110V	3	R\$ 399,90	R\$ 1.199,70
Grampo Tipo C com 3 Peças 3 2 1 3KW Excellent	3	R\$ 16,90	R\$ 50,70
Combo 8 Grampos Sargento para Marceneiro Razi	3	R\$ 114,90	R\$ 344,70
Jogo De Chaves Combinada Fixa E Estrela 6 a 22 Mm 1WT Excellent	1	R\$ 27,90	R\$ 27,90
Kit Formão Com 4 Formões 3/8 a 1 Grandes 2GC Excellent	3	R\$ 23,90	R\$ 71,70
Grampeador Profissional 4-14 mm com Maleta e Grampos I133 Black Jack	3	R\$ 59,90	R\$ 179,70
Lima Rotativa 5 Unidades J015 Black Jack	3	R\$ 17,90	R\$ 53,70
Jogo de Brocas Metal 2 a 10mm X-Line 7 Peças 2.607.019.673 Bosch	4	R\$ 37,90	R\$ 151,60
Martelo Unha Polido com Cabo Fibra de Vidro Emborrachado 23mm G038 Black Jack	6	R\$ 29,90	R\$ 179,40
Martelo Bola Forjado 800g Cabo de Fibra Emborrachado 1021055 MTX	6	R\$ 24,90	R\$ 149,40
Chave Inglesa 12 300mm Cabo Emborrachado 155079 MTX	3	R\$ 49,90	R\$ 149,70
Arco de Serra Profissional 300mm 4 em 1 Ajuste de Angulo 9JI EDA	3	R\$ 39,90	R\$ 119,70
Tesoura de Aviação para Chapa Três Opções 10 EDA	3	R\$ 23,90	R\$ 71,70
Mini Torno Morsa de Bancada 70mm 185115 Sparta	3	R\$ 27,90	R\$ 83,70
Raspador em Plástico Reforçado com 10 Lâminas RP-011 Vonder	6	R\$ 15,90	R\$ 95,40
Jogo com 10 Chaves de Fenda/Phillips Stanley 60-100U	3	R\$ 52,90	R\$ 158,70
Lima Grossa 20cm com 3 Peças 2WN Excellent	3	R\$ 12,90	R\$ 38,70
Pedra para Afiar tipo Canoa PA911 Vonder 12.40.000.911	4	R\$ 3,50	R\$ 14,00
Serrote Carpinteiro 24 Cabo Emborrachado C098 Black Jack	3	R\$ 23,90	R\$ 71,70
Serrote Costa Esquadria 14 Cabo Ergonômico C107 Black Jack	3	R\$ 25,90	R\$ 77,70
Plaina Manual Número 5 para Madeira 6FA EDA	3	R\$ 59,90	R\$ 179,70
Plaina Manual Número 3 12-211 Stanley	3	R\$ 109,90	R\$ 329,70

Esquadro 300mm Metálico 12 Polegadas 323445 Sparta	9	R\$ 16,90	R\$ 152,10
Trena Emborrachada 7,5m x 25mm Trava Automática YB32G-7525 Sagyma	9	R\$ 13,90	R\$ 125,10
Metro Dobrável de Nylon para Serralheiro de 2 Metros 10940 Max Ferramentas	9	R\$ 14,90	R\$ 134,10
Compasso de Ponta Reto 300 mm 36.32.000.300 Nove54	6	R\$ 69,90	R\$ 419,40
Compasso Interno 10 Polegadas (Ponta Curva) 4KH EDA	6	R\$ 12,90	R\$ 77,40
Pistola Cola Quente 100W Profissional Bivolt HPC-100 Hikari	6	R\$ 54,90	R\$ 329,40
Moto Esmeril 360W Rebolo 6 Pol. MED-300 Disma - 110V	3	R\$ 189,90	R\$ 569,70
Jogo de Talhadeiras em Aço CR-V 3 Peças Black Jack F245	3	R\$ 34,90	R\$ 104,70
Alicate de Corte Diagonal 6 Pol. Black Nickel 175729 MTX	9	R\$ 13,90	R\$ 125,10
Alicate Bico Meia Cana Reto de 6 Pol. Black Nickel 171589 MTX	9	R\$ 13,90	R\$ 125,10
Alicate Universal 6 Pol. Black Nickel 169789 MTX	9	R\$ 13,90	R\$ 125,10
Paquímetro 200mm X 005mm em Aço Escovado com Estojo 3IE EDA	3	R\$ 79,90	R\$ 239,70
Jogo de Macho Manual com Vira Macho 8 Peças 9VD EDA	3	R\$ 43,90	R\$ 131,70
Torno/Morsa de Bancada 5”(125mm) Giratória Bigorna 186255 Sparta	2	R\$ 151,90	R\$ 303,80
Multímetro Digital CAT II 600V MDV-0600 Vonder	4	R\$ 89,90	R\$ 359,60
Ferro de Solda 50W FSN-0050 Nove54 110V	6	R\$ 49,90	R\$ 299,40
Luva de Raspa Canadense 20cm 3944 Carbografite	27	R\$ 31,90	R\$ 861,30
Óculos de Segurança Anti-Risco Vision 3000 12.572 3M	27	R\$ 21,98	R\$ 593,46
Protetor Auricular de Silicone CG38S Carbografite	27	R\$ 4,90	R\$ 132,30
Subtotal			R\$ 17.732,76
Frete			R\$ 150,00
Total:			R\$ 17.882,76

Tabela 1 – Planilha Orçamentária de Materiais

Fonte: Desenvolvido pelos autores, 2019.

Considerando que as turmas de graduação das IES brasileiras, tem em média, 55 alunos, o investimento apresentado no somatório da tabela anterior, seria dobrado, caso fosse montado um espaço que comportaria uma turma completa. Entretanto, é totalmente possível, através de uma gestão de horários e ensalamentos, que as aulas práticas sejam realizadas dividindo-se esta turma à metade, através de um revezamento semanal entre aulas teóricas e práticas, onde metade da turma ficaria com o laboratorista e a outra metade com o professor da disciplina.

Na cidade de Belo Horizonte, apenas o Centro Universitário Newton e a Faculdade IBMEC possuem laboratórios desta natureza. Ambas agregam este diferencial no valor

da mensalidade. Em um comparativo entre as mensalidades das outras instituições que oferecem os cursos de engenharia em BH, pode-se perceber uma variação considerável. A Newton tem uma variação de preço nas mensalidades de R\$200,00 em relação às outras, já o IBMEC apresenta um aumento aproximado de R\$1.000,00.

O orçamento realizado demonstra que apesar do alto investimento necessário para instituir um laboratório acadêmico, este valor não se mostra tão elevado, se tratando de um Maker.

8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência do uso de makerspace como local para praticar engenharia que atenda às necessidades do aluno é indiscutível, pois dá ao mesmo a possibilidade de materializar e praticar aquilo que aprendeu em sala de aula, trabalhando de modo associado conceitos teóricos e práticos.

A utilização desses espaços possibilita aos estudantes de engenharia um ambiente inspirador, com suporte necessário para desenvolver seus próprios projetos, praticarem mais os conteúdos ministrados, trocarem conhecimentos, experiências, colocando em prática suas ideias e gerando novas colaborações entre os frequentadores, a fim de complementarem o seu aprendizado, possibilitando um potencial criativo/empreendedor nos estudantes.

Os espaços do fazer, além de se mostrarem bastante didáticos, fortalecem o desenvolvimento de soluções de problemas, o trabalho em grupo, a cooperação e a multidisciplinaridade do profissional engenheiro como solucionador de problemas, seja com projetos e/ou de fato executando. Ou seja, não só desenvolve habilidades e competências científicas e técnicas, mas também sociais e de cooperação.

A pesquisa em questão cumpriu seus objetivos, ao apresentar instituições que já fazem uso desses espaços como elemento formador dos seus engenheiros, que têm obtido resultados positivos, bem como apontou como o custo benefício é vantajoso, indicando os caminhos para os quais as instituições de ensino podem caminhar em busca de aprofundamento do aprendizado e desenvolvimento dos seus engenheiros em formação.

REFERÊNCIAS

BORGES, Karen S.; MENEZES, Crediné S.; FAGUNDES, Léa C. Projetos Maker como Forma de Estimular o Raciocínio Formal através do Pensamento Computacional. In: V Congresso Brasileiro De Informática Na Educação, 2016 Uberlândia. **Anais do XXII Workshop de Informática na Escola**. p. 515-524.

BUONICONTRO, Célia M. S.; Interação Teoria e Prática no Ensino da Engenharia: Uma Experiência Pedagógica no Curso de Engenharia Mecatrônica da PUC Minas. In: **COBENGE** – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2003, Rio de Janeiro.

CARLETTO, Marcia R., **Avaliação de Impacto Tecnológico: Alternativas e Desafios para**

a Educação Crítica em Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

CESAR, Danilo R.; BONILLA, Maria H. S. Robótica Livre: Implementação de um Ambiente Dinâmico de Robótica Pedagógica com Soluções Tecnológicas Livres no Cet CEFET em Itabirito – Minas Gerais - Brasil. In: XIII Workshop sobre Informática na Escola, **Anais do XXVII Congresso do SBC**, Rio de Janeiro, 2007.

CONCEIÇÃO, Pedro; HEITOR, Manuel. **Engenharia e mudança tecnológica:** as dinâmicas do conhecimento e o desafio da inovação. Brito, 2002.

IFRS. **Foto POALAB.** Disponível em: <<http://www.poalab.net.br/>>. Acesso em: 28 de setembro de 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parecer CNE/CES 1.362/2001.** Parâmetros curriculares para os cursos de engenharia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>. Acesso em: 29 de setembro de 2018.

NEWTON PAIVA. **Guia do Professor FabLab.** 2017. Disponível em: <https://www.newtonpaiva.br/system/file_centers/archives/000/000/331/original/FABLAB_GUIA_DO_PROFESSOR.pdf?1495194441>. Acesso em: 28 de setembro de 2018.

PEKELMAN, Helio; MELLO JR, Antônio G. A Importância dos Laboratórios no Ensino de Engenharia Mecânica. In: **COBENGE** - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Brasília, 2004.

PEPLER, Kylie; MALTESE, Adam; KEUNE, Anna; CHANG, Stephanie; REGALLA, Lisa. Maker Education Initiative – Survey of Makerspaces, Part II In: **Open Portfolios.**

PEREIRA, Carlos R. P.; LIMA, Milena C. A Importância da Relação Teoria e Prática Sob o Olhar dos Estudantes de Administração: Um Estudo de Caso na Universidade do Estado da Bahia. In: ADM – **Congresso Internacional de Administração**, Natal, 2016..

PINTO, Danilo P.; OLIVEIRA, Vanderl F. Reflexões sobre a Prática do Engenheiro-Professor. In: **COBENGE XL** – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém, 2012.

PROJETO DRAFT: **O que é Makerspace.** Disponível em: <<https://projetodraft.com/verbete-draft-o-que-e-makerspace/>>. Acesso em 22 de julho de 2018.

QUINTELLA, Ivvy P. C. P.; FLORÊNCIO, Eduardo Q.; SANTOS, Luciana G.; SILVEIRA, Eduardo S. S.; SANTOS, Luciano B. Fab Labs: A Expansão da Rede Brasileira e Sua Inserção no Contexto Acadêmico e no Ensino de Engenharia. In: **Primeira Conferência FabLearn.** Brasil, São Paulo, 2016.

RAABE, André L. A.; SANTANA, André L. M.; SANTANA, Luís F. M.; VIEIRA, Marli F. V.; METZGER, Julia P.; GOMES, Eduardo B. Atividades Maker no Processo de Criação de Projetos por Estudantes do Ensino Básico para uma Feira de Ciências. In: V Congresso Brasileiro De Informática Na Educação, **Anais do XXII Workshop de Informática na Escola.** Uberlândia, 2016, p.181-190.

SILVEIRA, Marcos A. **A formação do engenheiro inovador:** uma visão internacional. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2005.

SPECTRUM. **Foto FabLab.** Disponível me: <<http://spectrum.mit.edu/spring-2006/fab-lab/>>. Acesso em 28 de setembro de 2018.

UNIVALI. **Foto LITE.** Disponível me: <<https://www.facebook.com/univalilite/photos/a.210980375910356.1073741828.196779033997157/416743792000679/?type=3&theater>>. Acesso em 28 de setembro de 2018.

WILCZYNSKI, Vincent; COOKE, Malcom N. Identifying and Sharing Best Practices in International Higher Education Makerspaces. In: ASEE – American Society For Engineering Education, **ASEE International Forum**. Columbus, 2017.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-457-3

