

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
RIO GRANDE DO SUL  
CAMPUS PORTO ALEGRE  
MESTRADO PROFISSIONAL EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**

**USO DA METODOLOGIA CRIATIVA DESIGN THINKING NO  
PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM ESPAÇOS MAKER COMO PROPOSTA DE  
PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO**

**TIAGO LACERDA**

Orientador: Prof. Dr. André Peres

Porto Alegre - RS

2019

#### CIP - Catalogação na Publicação

LACERDA, TIAGO

USO DA METODOLOGIA CRIATIVA DESIGN THINKING NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM ESPAÇOS MAKER COMO PROPOSTA DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO / TIAGO LACERDA. -- 2019.

195 f.

Orientador: ANDRÉ PERES

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. AMBIENTES MAKER. 2. DESIGN THINKING. 3. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS. I. PERES, ANDRÉ, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do Campus Porto Alegre / IFRS com dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
RIO GRANDE DO SUL  
CAMPUS PORTO ALEGRE  
MESTRADO PROFISSIONAL EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**

**USO DA METODOLOGIA CRIATIVA DESIGN THINKING NO  
PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM ESPAÇOS MAKER COMO PROPOSTA DE  
PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO**

Tiago Lacerda

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Informática na  
Educação do Instituto Federal do Rio Grande do Sul,  
como parte dos requisitos necessários à obtenção do  
título de Mestre em Informática na Educação.

Orientador(a): Prof. Dr. André Peres

Porto Alegre, Rio Grande do Sul – Brasil

*Dedico a todos professores que doam suas "horas-vida"  
em estudos incessantes, simplesmente por acreditarem  
num futuro melhor.*

## AGRADECIMENTOS

O caminho para o mestrado, em grande parte, é fruto de uma entrega e empenho pessoal. No entanto, resultados concretos estão diretamente interligados com a orientação e a colaboração das pessoas que nos cercam. Ao finalizar esta etapa, de grande importância para minha trajetória profissional, tenho a oportunidade de agradecer à todas as pessoas que de alguma forma contribuíram nessa caminhada.

Em primeiro lugar, agradeço aos professores do programa de mestrado em Informática na Educação do Instituto Federal, pela excelência em suas atividades docentes e inúmeras experiências acadêmicas proporcionadas.

Ao Instituto Federal do Rio Grande do Sul Campus Porto Alegre, pela oportunidade de um estudo de muita qualidade. Assim, comprometo-me a compartilhar as informações aqui aprendidas em minha trajetória profissional.

Aos meus colegas instrutores que por seguidas vezes assumiram minhas obrigações para que eu estivesse presente às atividades do programa de mestrado.

À minha esposa Giovana pela paciência por entender o distanciamento durante minhas extensas horas de estudo e mudanças em nossa rotina.

Agradeço aos meus familiares, que entenderam minha ausência e o envolvimento que um programa de mestrado requer.

Agradeço principalmente ao meu orientador, Dr. André Peres que me apresentou à cultura *maker*, abrindo para mim portas para um mundo novo, cheio de oportunidades e experiências acadêmicas.

À todas outras pessoas que, mesmo não tendo sido aqui nominadas, colaboraram de alguma forma para que este estudo fosse possível. A todos que fizeram parte dessa história, meu eterno e mais sincero agradecimento.

“Dê ferramentas às pessoas comuns e elas construirão coisas  
extraordinárias”

Neil Gershenfeld

## RESUMO

Este trabalho, intitulado “Uso da metodologia criativa *design thinking* no processo de aprendizagem em espaços *maker* como proposta de produção do conhecimento”, tem como objetivo explorar as potencialidades da introdução da metodologia ativa de aprendizagem *Design Thinking*, em ambientes vocacionados para a construção de projetos, os *makerspaces*, colaborando para a composição do conhecimento através da criação e construção de projetos. Visando proporcionar ao aluno as ferramentas necessárias para definir e vencer as etapas de um projeto, promovendo a construção do conhecimento de uma forma ativa e significativa, as ferramentas da metodologia *design thinking*, foram introduzidas em atividades *maker* através do aplicativo “Guia para *makerspaces*: utilizando o *design thinking* em projetos”, um software para dispositivos móveis contendo as principais ferramentas da metodologia para consulta do estudante. O trabalho foi processado em três etapas: imersão no contexto estudado, investigação das potencialidades da metodologia *design thinking* em ambientes *maker* e implementação. Para se chegar aos resultados conclusivos de cada etapa, a metodologia utilizada seguiu a perspectiva qualitativa, através de uma abordagem do tipo observação participante, tendo como principais instrumentos para a coleta de dados a entrevista, a observação, os grupos de foco e as diferentes ferramentas da metodologia *design thinking*. Para o desenvolvimento da aplicação para dispositivos móveis, foram utilizadas ferramentas e instrumentos do *design* de interação. O referencial que serviu como base desta pesquisa, foi fundamentada nos temas investigados, proporcionando um diálogo entre a teoria e as situações encontradas no campo de pesquisa. Destacam-se, entre outros autores utilizados para esta pesquisa, Brown (2017), Gershenfeld, (2012, 2007), Martinez e Stager (2013); Papert, (1983, 2008) e Resnick (2017). Os resultados indicaram contribuições significativas para o desenvolvimento de projetos em ambientes *maker*, potencializando a aprendizagem ativa e significativa, colaborando no desenvolvimento de algumas das habilidades necessárias para a contemporaneidade.

**Palavras-chave:** ambientes *maker*; *design thinking*; aprendizagem baseada em projetos.

## ABSTRACT

This work, entitled "Use of creative design thinking methodology in the process of learning in makerspaces as a proposal of knowledge production ", aims to explore the potential of the introduction of the active methodology of learning Design Thinking, in environments geared to the construction of projects, makespaces, collaborating for the construction of knowledge through the creation and construction of projects. In order to provide the student with the necessary tools to define and overcome the stages of a project, promoting the construction of knowledge in an active and meaningful way, the "Guide for Makerspaces: Using Design Thinking in Projects" was developed, a mobile application which provides the main tools of the methodology for the student to work on his project. The work was processed in three stages: immersion in the studied context, investigation of the potentialities of the design thinking methodology in maker and implementation environments. In order to arrive at the conclusive results of each stage, the methodology used followed the qualitative perspective, through a participant observation type approach, having as main instruments for the data collection the interview, observation, focus groups and different tools of the design thinking methodology. For the development of the application for mobile devices, tools and instruments of interaction design were used. The framework that served as the basis of this research was built based on the subjects investigated, providing a dialogue between the theory and the situations found in the field of research. Among other authors, Brown (2017), Gershenfeld (2012, 2007), Martinez and Stager (2013) are among the authors of this research. Papert, (1983, 2008) and Resnick (2017). The results indicated significant contributions to the development of projects in the making environments, enhancing active and meaningful learning, collaborating in the development of some of the skills needed for contemporaneity.

**Keywords:** environments maker; design thinking; project based learning.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1	Motivação .....	19
1.2	Objetivos.....	19
1.3	Questão de Pesquisa.....	19
1.4	Contribuições .....	20
1.5	Metodologia.....	21
1.6	Estrutura da dissertação .....	23
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>25</b>
2.1	Ambientes <i>Maker</i> : definições e contribuições para o processo educacional.....	25
2.1.1	FabLabs: vocação para educação .....	28
2.1.2	<i>FabLabs</i> : estrutura encontrada nos laboratórios .....	34
2.2	Ambientes maker e a educação: como ocorre o processo de aprendizagem nos ambientes maker.....	39
2.2.1	O Construcionismo como pilar para aprendizagem em espaços <i>maker</i> .....	42
2.2.2	A utilização de projetos na aprendizagem em ambientes <i>maker</i> .....	49
2.2.3	Aprendizagem baseada em projetos .....	51
2.2.4	Contribuições do ambiente para aprendizagem em espaços <i>maker</i> .....	55
2.2.5	A influência da abordagem Reggio Emilia em espaços <i>maker</i> .....	57
2.2.6	Aprendizagem criativa e suas contribuições para os ambientes <i>maker</i> .....	60
2.2.7	Os quatro P's.....	62
2.3	<i>Design thinking</i> : uma metodologia norteadora para a aprendizagem baseada em projetos	66
2.3.1	<i>Design Thinking</i> : uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias....	67
2.3.2	Os princípios do <i>design thinking</i> .....	76
2.3.3	Design Thinking: histórico.....	77
2.3.4	Como ocorre o processo do Design Thinking .....	79
2.3.5	Abordagens do processo criativo <i>design thinking</i> : Bootcamp Bootleg.....	87
2.3.6	Entrelaçando as abordagens .....	93

2.4	<i>Design thinking: Ferramentas para ambientes maker</i> .....	97
2.4.1	Entender o problema.....	99
2.4.2	Projetar.....	105
2.4.3	Prototipar.....	110
2.4.4	Aprender.....	112

### **3 DESIGN THINKING UMA PODEROSA METODOLOGIA PARA AMBIENTES MAKER..... 115**

3.1	Aplicando as estratégias do Design Thinking na elaboração de projetos em ambientes maker: estudos preliminares.....	117
3.2	Aplicando as estratégias do Design Thinking na elaboração de projetos em ambientes maker: metodologia de pesquisa.....	122
3.3	Os procedimentos e etapas de pesquisa.....	126
3.3.1	Tipo de pesquisa.....	128
3.3.2	Sujeitos e campo de pesquisa.....	129
3.3.3	Procedimentos da pesquisa.....	131
3.3.4	Coleta, análise e interpretação dos dados.....	132
3.4	Aplicando as estratégias do Design Thinking na elaboração de de projetos em ambientes maker: desenvolvimento do software “Guia para makerspaces: utilizando o design thinking em projetos”.....	147
3.5	Aplicando as estratégias do Design Thinking na elaboração de projetos em ambientes maker: resultados encontrados.....	167

### **4 CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS: A METODOLOGIA DESIGN THINKING COMO AUXILIAR DA APRENDIZAGEM CRIATIVA EM AMBIENTES MAKER 179**

### **REFERÊNCIAS..... 182**

### **APÊNDICE ..... 191**

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Particularidades da abordagem Reggio Emilia	59
Quadro 2 - Similaridades entre as abordagens Reggio Emilia e o movimento <i>maker</i>	60
Quadro 3 - Métodos e objetivos na perspectiva do HCD Toolkit da etapa Ouvir	84
Quadro 4 - métodos e objetivos na perspectiva do HCD Toolkit etapa Criar	85
Quadro 5 - Métodos e objetivos na perspectiva do HCD Toolkit da etapa Implementar	86
Quadro 6 - Ferramentas e objetivos na perspectiva do Bootcamp bootleg	92
Quadro 7 - Mesclando as abordagens	94
Quadro 8 - Ferramentas selecionadas para o manual	98
Quadro 9 - Procedimentos de pesquisa	132
Quadro 10 - Metas de usabilidade e experiência	151
Quadro 11 - Framework DECIDE aplicado ao desenvolvimento do produto	162
Quadro 12 - Benefícios da educação maker para a formação contemporânea	Erro! Indicador não definido.
Quadro 13 - Potencialidades da utilização do DT para a aprendizagem em ambientes maker	177

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Scream body.....	30
Figura 2 - Defensive dress .....	30
Figura 3 - Alarming Clock .....	31
Figura 4 - Cortadora Laser .....	35
Figura 5 - Modelos de impressoras 3D .....	36
Figura 6 - Fresadora de Precisão .....	37
Figura 7 - Fresadora Router.....	37
Figura 8 - Cortadora de Vinil .....	38
Figura 9 – LOGO .....	44
Figura 10 - Espiral criativa .....	63
Figura 11 - Processo de design thinking .....	69
Figura 12 - Zona processual do DT.....	70
Figura 13 - Pensamento convergente e divergente nas diferentes fases do DT .....	71
Figura 14 - Modos de pensar do design.....	72
Figura 15 - Pensamento convergente e divergente .....	73
Figura 16 - Lentes do processo HCD .....	82
Figura 17 - As fases do processo HCD: utilização do pensamento concreto e abstrato .....	87
Figura 18 - Passos do <i>design thinking</i> segundo o <i>Bootcamp Bootleg</i> .....	89
Figura 19 - Persona .....	103
Figura 20 - Mapa de Empatia .....	104
Figura 21 – “Saturar e agrupar” .....	106
Figura 22 - As sete regras do brainstorm.....	108
Figura 23 - Brainstorming.....	108
Figura 24 - Seleção das melhores ideias .....	109
Figura 25 - Ciclo de aprendizagem.....	113
Figura 26 - Estudantes projetando com materiais de design em FabLab dinamarquês .....	118
Figura 27 - Modelo de processo para design thinking do FabLab@School.....	119
Figura 28 – Girafa robô inspirada na obra Giraffes Can't Dance .....	121
Figura 29 - Perspectiva teórica e epistemológica .....	126
Figura 30 - Infraestrutura do POALAB .....	130
Figura 31 - Infraestrutura do laboratório de prototipação .....	130
Figura 32 - O uso da robótica para o ensino de matemática: produto final .....	136
Figura 33 – Objeto de aprendizagem para ensino de portas lógicas .....	137
Figura 34 - Jogo Tangran .....	138

Figura 35 - Jogo Bagha-Chall.....	139
Figura 36 - Laboratório de prototipação.....	141
Figura 37 - Oficina de design thinking .....	143
Figura 38 - Oficinas de preparação para o projeto .....	144
Figura 39 - Ferramentas de design thinking e trabalhos de oficina.....	145
Figura 40 – Ferramentas de DT aplicadas a projetos de logística.....	146
Figura 41 – Protótipo de alta fidelidade – telas iniciais .....	152
Figura 42 – Interface da plataforma App Inventor .....	153
Figura 43 – Blocos de programação.....	154
Figura 44 -Estrutura de programação do software (2018) .....	154
Figura 45 - Transmissão do software para o dispositivo móvel .....	155
Figura 46 - Interface do MIT AI2 Companion e aplicativos para instalação do software .....	156
Figura 47 – Modelo de Ciclo de vida do produto .....	157
Figura 48 - Tela inicial do protótipo do software.....	158
Figura 49 – tela de seleção de ferramentas.....	159
Figura 50 – Tela de trabalho (em formato de rolagem de tela) .....	160
Figura 51 – Utilização do software em oficinas de desenvolvimento de projetos...	164
Figura 52 - Desenvolvimento de projetos utilizando o sistema .....	165
Figura 53 - Versão final do software .....	166

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>APB</b>	<b>Aprendizagem baseada em projetos</b>
<b>CAD</b>	<b>Computer Aided Design</b>
<b>CAM</b>	<b>Computer Aided Manufacturing</b>
<b>CNC</b>	<b>Comad Numeric Computer</b>
<b>DT</b>	<b>Design Thinking</b>
<b>GMAW</b>	<b>Gas Metal Arc Welding</b>
<b>GTAW</b>	<b>Gas Tungsten Arc Welding</b>
<b>HCD</b>	<b>Human Centered Design</b>
<b>MIT</b>	<b>Massachusetts Institute of Technology</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Estamos assistindo ao surgimento de uma mudança radical na cultura humana (LÉVY, 2010). Com o avanço e o surgimento de novas tecnologias, um novo cenário de mundo se apresenta. Avanços em áreas como robótica, internet das coisas, biomimetismo<sup>1</sup>, *mobile* e manufatura aditiva, produzem novas formas de perceber o mundo, desencadeando uma alteração profunda nas estruturas sociais e nos sistemas econômicos (OXMAN, 2016; SCHAWAB, 2016).

Estas transformações na sociedade demandam que todos os participantes dos processos de ensino e aprendizagem repensem tempos, espaços e relações (CAVALCANTI; FILATRO, 2016). É essencial uma educação que ofereça condições de aprendizagem em contextos de incerteza, questionamento da informação, autonomia para a resolução de problemas complexos e cooperação (BACICH; MORAN, 2018). Abordagens que privilegiam o papel ativo do aluno na construção de conhecimento, surgem em contraponto ao ensino tradicional, onde o docente é o principal detentor do conhecimento. Assim, é importante que novas abordagens de ensino ganhem espaço no cotidiano das instituições, produzindo indivíduos mais preparados para as complexas mudanças contemporâneas (BARBA, C.; CAPELLA, 2012).

As metodologias ativas de aprendizagem se caracterizam pelas inter-relações que promovem, sendo desenvolvidas por meio de métodos ativos e criativos, promovendo os estudantes ao papel de protagonistas (BACICH; MORAN, 2018). Assim, pode-se conceituar metodologias ativas de aprendizagem como todas aquelas que promovem a aprendizagem ativa do sujeito, colocando-o no centro do processo e como principal construtor de seu conhecimento (ARAÚJO, 2011). Podem ser citadas, dentre outras, como metodologias ativas de aprendizagem, a sala de aula invertida, o ensino híbrido, a sala de aula compartilhada, as variadas técnicas de utilização de tecnologias digitais e o *design thinking*<sup>2</sup>. A utilização deste tipo de metodologia gera

---

<sup>1</sup> *Biomimetismo* é o termo que designa sistemas que envolvem a interação entre microrganismos, corpos humanos e o ambiente, tornando-se mutáveis e adaptáveis, com uma concepção estrutural e funcional baseada na natureza (OXMAN, 2016).

<sup>2</sup> *Design Thinking* é um termo utilizado para designar uma metodologia de inovação,

mais motivação e engajamento por parte dos alunos, gerando resultados mais positivos em comparação com o ensino tradicional (CAMARGO, 2018).

Outra forma de romper com o modelo tradicional de educação<sup>3</sup>, caracterizado pela prática instrucionista, é por repensar os espaços em que a construção do conhecimento ocorre (MARTINEZ; STAGER, 2013). A aprendizagem mais profunda requer ambientes onde as práticas frequentes promovam estímulo multissensorial e riqueza de oportunidades, onde o estudante possa ressignificar seus conhecimentos prévios e ancorar novos conhecimentos (PIAGET, 1973).

A concepção de metodologias ativas para aprendizagem é proveniente de autores como John Dewey, William James, Édouard Claparède, Jean Piaget e Seymour Papert que defendiam um método de ensino centrado na experiência ou no aprender fazendo. Estes autores, por meio de diversos trabalhos comprovaram que a aprendizagem por meio de experimentação é relevante para uma compreensão mais ampla e profunda por parte dos indivíduos (BACICH; MORAN, 2018).

Os *makerspaces*<sup>4</sup> são ambientes que rompem com o modelo instrucionista, promovendo uma produção ativa do conhecimento. Proporcionam aos seus usuários os recursos necessários para criação de projetos, como máquinas, softwares, ferramentas e instrumentos, digitais e físicos, para a fabricação pessoal. Propiciam para os alunos a possibilidade de solução de problemas pela experimentação, cooperação e pelo desenvolvimento do processo de fabricação de coisas.

Assim, desenvolve-se esta pesquisa, que tem por finalidade investigar as contribuições da utilização das metodologias ativas, a aprendizagem baseada em projetos em associação com o *design thinking*, para ambientes de experimentação como os *makerspaces*, de uma perspectiva construcionista.

---

popularizada pela empresa IDEO e pela universidade de *Stanford*. Trata-se de uma abordagem estruturada, baseada na forma de pensar da área do design. Tem como principal objetivo o gerar e aprimorar ideias, facilitando o processo de solução de desafios por meio da colaboração e criatividade (BROWN, 2017).

<sup>3</sup> Neste trabalho, a expressão “modelo tradicional de educação” refere-se ao modelo de predominante, o instrucionismo, oral e escrito e suas diferentes roupagens, onde o aluno recebe o conteúdo passivamente, esperando tudo produzido pelo professor.

<sup>4</sup> Neste trabalho, muitas vezes este termo será retratado como espaços ou ambientes *maker*.

Desta forma, considerando-se a importância da utilização de metodologias ativas de aprendizagem como elemento de aprendizagem mais ampla e profunda e a lacuna de ferramentas para a disseminação de dados sobre a educação em ambientes *maker* no Brasil, desenvolveu-se, como produto desta pesquisa, um aplicativo para dispositivos móveis chamado de “Guia para *makerspaces*: utilizando o *design thinking* em projetos”, com o objetivo de contribuir para a fluência do processo, proporcionando um acesso facilitado às ferramentas, através de um guia simples, textual, para a consulta dos alunos, expondo determinadas técnicas e abordagens para a utilização da metodologia *design thinking*, em ambientes *maker*, como auxiliar no processo de desenvolvimento de projetos.

Este trabalho é norteado por documentos como as obras que deram origem a teoria construcionista de Seymour Papert, como os livros *Mindstorms: children, computers and powerful ideas* e *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*; *Bootcamp BootLeg*<sup>6</sup> e *HCD toolkit*<sup>7</sup>, que detalham a metodologia do *design thinking*; o livro *Aprendizagem baseada em projetos*, importante referência sobre a utilização de projetos na educação; o livro *Invent to Learn* e a *Fab Charter*<sup>8</sup>, referências da cultura e aprendizado *maker*, além das diretrizes contidas na metodologia de ensino utilizada no programa *Lifelong Kindergarten*, do *Massachusetts Institute of Technology*, e no livro homônimo do professor Mitchel Resnick.

A relevância acadêmica deste trabalho constitui-se pelo fato de desenvolver uma estratégia diferenciada de construção conhecimento, aliando uma metodologia ativa de aprendizagem, buscando difundir, tanto a utilização de metodologias ativas no processo de aprendizagem, quanto utilização de espaços educacionais baseados em experimentação e na cultura faça você mesmo.

---

<sup>6</sup> O termo *bootcamp bootleg* refere-se ao documento criado pela *d.school* (*Hasso Plattner Institute of Design at Stanford*). Contém as ferramentas utilizadas na metodologia *design thinking*, segundo a perspectiva da faculdade de Stanford (D.School, 2017).

<sup>7</sup> O termo *HCD toolkit* refere-se ao documento norteador que traz a metodologia de *design thinking*, segundo a perspectiva da empresa IDEO. O processo a partir do *HCD toolkit*, é composto por três fases, que compõem o acrônimo HCD: *hear* (ouvir), *create* (criar) e *deliver* (entregar).

<sup>8</sup> O termo *Fab Charter* refere-se a um documento criado pela *Fabfoundation* com as diretrizes básicas para a rede *Fablab*.

## 1.1 Motivação

A realização desta pesquisa é motivada por considerar: i) a potencialidade das metodologias ativas de aprendizagem, principalmente a aprendizagem baseada em projetos e o *design thinking*; ii) a importância do desenvolvimento de indivíduos preparados para uma nova sociedade, considerando as competências requeridas para o futuro; iii) a restrita utilização de ambientes *maker* e da cultura “mãos na massa” para a educação e iv) a tendência do ensino contemporâneo de utilizar tecnologias emergentes para a aprendizagem.

## 1.2 Objetivos

Esta pesquisa tem por objetivo primário investigar as potencialidades da metodologia *design thinking* no processo de aprendizagem através da elaboração de projetos em ambientes *maker*, identificando as contribuições para a área educacional. Os objetivos secundários, adjacentes ao principal são:

- Explorar os benefícios da educação realizada em ambientes *maker*;
- Identificar as potencialidades da metodologia *design thinking* no processo de desenvolvimento de projetos em ambientes *maker*;
- Propor um guia simples, textual, contendo ferramentas selecionadas da metodologia *design thinking*, para auxiliar os estudantes em espaços *maker* na definição e desenvolvimento de seus projetos.

## 1.3 Questão de Pesquisa

O mundo em transformação vem demandando uma nova postura daqueles que participam do processo de ensino e aprendizagem. Uma das características desta chamada reinvenção da educação é a utilização de metodologias que valorizem a efetiva participação dos alunos no processo de construção do conhecimento e no desenvolvimento de capacidades, habilidades e atitudes de forma mais autônoma. Em

ambientes *maker*, este desenvolvimento se dá pela construção de objetos. Nesta perspectiva, esta pesquisa busca promover uma aprendizagem mais centrada no aluno por meio de um norteador, que possibilitará o indivíduo a uma construção mais assertiva por meio da metodologia *design thinking*.

Esta pesquisa parte da seguinte pergunta: como o aluno pode definir e vencer as etapas de um projeto para uma aprendizagem significativa utilizando a metodologia criativa *design thinking* em ambientes *maker* por meio da abordagem de ensino baseada em projetos?

Com o intuito de responder esta questão, considerou-se a possibilidade de que a metodologia criativa *design thinking* fosse introduzida em um ambiente *maker*, colaborando para promover a construção do conhecimento por meio do desenvolvimento do processo de criação na construção de projetos. Desenvolveu-se o aplicativo para dispositivos móveis “Guia para *makerspaces*: utilizando o *design thinking* em projetos”, como recurso estratégico para a consulta das ferramentas de *design thinking*, visando a evolução das atividades propostas em um ambiente vocacionado para o desenvolvimento de projetos. Trata-se de um guia simples, textual para a consulta dos alunos de ferramentas selecionadas da metodologia *design thinking*.

#### **1.4 Contribuições**

Esta pesquisa parte da hipótese de que a utilização da metodologia criativa *design thinking* por meio da abordagem de ensino baseada em projetos pode contribuir para o processo de aprendizagem em ambientes *maker*.

Os beneficiados pelos resultados das pesquisas serão os estudantes e os professores que, ao utilizarem ambientes *maker* para a construção do conhecimento, terão ao seu dispor um recurso auxiliar para o processo. Este recurso será disponibilizado por intermédio de um software para dispositivos móveis, estando em consonância com a realidade contemporânea. É importante salientar que este software poderá ser um importante meio de disseminação de educação baseada na cultura *maker*, haja visto o crescente aumento da utilização de tecnologias móveis.

Cabe ressaltar que esta proposta se mostra inovadora no campo de ensino em

ambientes *maker*, uma vez que utiliza uma metodologia de resolução de problemas, o *design thinking*, aplicada à metodologia de aprendizagem baseada em projetos, para promover a aprendizagem, em uma aplicação viável para a área educacional.

## 1.5 Metodologia

Este trabalho tem caráter de pesquisa de natureza aplicada, por meio de uma abordagem qualitativa, baseado em uma postura voltada para a perspectiva interpretativa (BOGDAN, BIKLEN, 1994; COLLIS, HUSSEY, 2005; CRESWELL, 2010; MARCONI, LAKATOS, 2006; WALSHAM, 1995). Alinhada a essa perspectiva, pode se classificar a pesquisa como etnográfica pois o principal objetivo é a descrição de significados culturais de determinado grupo (SPRADLEY, 1979). Foi adotada como principal estratégia de pesquisa a observação participante, que propicia um contato estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado (LUDKE; ANDRÉ, 2018).

Este trabalho está dividido em três diferentes etapas, interdependentes e muitas vezes sobrepostas: imersão, visando o desenvolvimento de um entendimento mais amplo da situação; desenvolvimento de um artefato facilitador para a utilização da metodologia *design thinking* em ambientes *maker* e a implementação da solução no contexto de desenvolvimento de projetos.

Assim, buscou-se, em um primeiro momento, conhecer as teorias relacionadas a como ocorre o processo de aprendizagem em ambientes *maker*, como a teoria do construcionismo de Seymour Papert (1983, 2008). De forma simultânea, foi realizada a observação de atividades realizadas em um espaço *maker* vocacionado para a educação chamado *FabLab*<sup>10</sup>. A observação das atividades dos alunos nesse ambiente impeliu ao estudo das teorias da aprendizagem baseada em projetos (BENDER, 2014) e a utilização da metodologia *design thinking* (BROWN, 2017) para impulsionar o processo de inventar para aprender.

Para a definição das ferramentas de *design thinking* foram realizadas atividades

---

<sup>10</sup> FabLab é um termo utilizado para referir-se a uma rede de laboratórios de Fabricação digital (em inglês, *fabrication laboratory*, nome que deu origem ao termo *fablab*), dotados de ferramentas flexíveis, para o processo de criação e construção de artefatos (GERSHENFELD, 2007).

em oficinas, com o intuito de eleger as ferramentas mais adequadas para a utilização do usuário com a menor intervenção externa e maior eficácia.

Durante a etapa de concepção do software foram realizados levantamento e análise da fluência digital dos indivíduos na utilização de dispositivos móveis e aplicativos para estes dispositivos. Para a definição dos requisitos do software foram analisados os *stakeholders*<sup>11</sup> envolvidos na utilização e os usuários mais comuns de ambientes *maker*, por meio de observação e pesquisa. O desenvolvimento do modelo conceitual inicial e a escolha da interface de utilização dos usuários aconteceram por meio de *brainstorm*<sup>12</sup> e questionamentos junto aos indivíduos na fase de prototipação, com a utilização de protótipos de alta fidelidade. Para a etapa de avaliação do software foi utilizado o framework DECIDE<sup>13</sup>, combinando diferentes métodos de avaliação.

Portanto, esta pesquisa se desenvolve em diversas etapas, realizadas simultaneamente, a saber: levantamento da fundamentação teórica; definição de diretrizes e busca de trabalhos relacionados; observação de ambientes *maker* e estudo das teorias relacionadas aos seus processos; definição das ferramentas do *design thinking* a serem aplicadas; desenvolvimento do software e avaliação da experiência do usuário com a interface; aplicação e avaliação das ferramentas de *design thinking* em ambientes *maker*; aplicação e avaliação da usabilidade e das implicações da utilização do software no processo educacional junto aos sujeitos envolvidos; e, por fim, compilação e análise dos dados.

---

<sup>11</sup> *Stakeholder* é o termo utilizado para designar qualquer parte interessada em determinado produto, processo, serviço ou estratégia, mesmo que não diretamente envolvida no desenvolvimento do projeto (CAVALVANTI; FILATRO, 2016).

<sup>12</sup> *Brainstorm* ou tempestade de ideias é uma dinâmica utilizada para a geração em massa de ideias em grupo (CAVALCANTI; FILATRO, 2016).

<sup>13</sup> O *Framework* DECIDE é um processo utilizado no design de interação computador/usuário como norteador do processo de avaliação. O termo agrupa os processos de determinar os objetivos (*Determine*); explorar as questões (*Explore*); escolher os métodos de avaliação (*Choose*); identificar as questões práticas (*Identify*); decidir como lidar com as questões éticas (*Decide*); e avaliar, analisar, interpretar e apresentar os dados obtidos (*Evaluate*) (ROGERS et. al, 2013).

## 1.6 Estrutura da dissertação

Esta pesquisa está organizada em introdução, capítulos divididos em temas relacionados à pesquisa e conclusão. A introdução apresenta um panorama sobre as tendências de mundo e suas implicações para a educação. Está dividida em motivação, objetivos, questão de pesquisa, contribuições, metodologia e estrutura da dissertação.

O segundo capítulo descreve aspectos importantes sobre a fundamentação teórica desta pesquisa. Este capítulo se detém aos aspectos relacionados aos ambientes *maker* e como são relevantes para uma educação inovadora. São descritos conceitos importantes como: o que é um ambiente *maker*, quais os principais espaços considerados como ambientes *maker*, como funciona a aprendizagem mãos na massa; como nasceu o movimento de aprendizagem *maker*, e como a utilização destes espaços contribui para o processo de ensino e aprendizagem. Serão explorados mais profundamente ambientes *maker* que foram utilizados para o desenvolvimento educacional dos indivíduos nesta pesquisa: *makerspaces* e *FabLabs*. O capítulo apresenta a teoria de educação construcionista, de Seymour Papert, e como esta age sobre os processos educacionais em espaços *maker* utilizados para a aprendizagem. Apresenta um panorama sobre a importância das metodologias ativas de aprendizagem, e da utilização da metodologia de aprendizagem baseada em projetos, comumente utilizada como estratégia de aprendizagem *maker*. É apresentado de forma detalhada um projeto pedagógico de utilização do *design thinking* nos processos educacionais e as contribuições desta metodologia para o ensino em espaços *maker*.

O terceiro capítulo descreve o produto desta pesquisa, o software “Guia para *makerspaces*: utilizando o *design thinking* em projetos”, onde são apresentadas técnicas e abordagens para a utilização da metodologia *design thinking*, em ambientes *maker*, com o propósito de auxiliar os no processo de aprendizagem por meio da construção de artefatos. As contribuições da metodologia *design thinking* para os ambientes *maker* são apresentadas no capítulo. Os procedimentos de pesquisa e de criação do *software* são descritos nesta seção.

O último capítulo apresenta as conclusões obtidas e reflexões sobre o processo transcorrido, elencando os principais pontos que nortearam e motivaram esta

pesquisa, apresentando ainda possibilidades para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Ambientes *Maker*: definições e contribuições para o processo educacional

Ao longo da história, a essência humana sempre foi de invenção de objetos. Sempre fomos vocacionados para a confecção de projetos de artefatos que pudessem de alguma forma transformar o mundo a nossa volta (HATCH, 2014). Em nossa história, é possível identificar alguns exemplos de importantes indivíduos que buscavam a cultura da criação e criatividade *maker*. Casos como o Herão de Alexandria, que em 60 a.C utilizava a biblioteca de Alexandria para experimentação e criação do que viria a ser conhecido como o primeiro motor a vapor da história e Leonardo Da Vinci, homem criativo, inventor, artista, engenheiro e arquiteto, que foi responsável por diversas criações, por meio de observação e experimentação, são exemplos de *makers* em nossa história (MARTINEZ; STAGER, 2013).

No mundo contemporâneo, os ambientes *maker* podem ser descritos como lugares onde os indivíduos se utilizam de ferramentas digitais e softwares para projetos auxiliados por computadores, combinados com eletrônica e máquinas de fabricação pessoal, com o objetivo de construir coisas (ANDERSON, 2012). Para Dale (2012) e Hatch (2014), um ambiente *maker* é um centro onde pessoas se reúnem para criar, aprimorar e compartilhar objetos por meio de ferramentas de fabricação pessoal. Eychenne e Neves (2013) definem um indivíduo *maker* como uma pessoa que faz ou fabrica os objetos com suas próprias mãos, desenvolvendo todo o processo. Esse conceito não é novo, porém passou a ter maior importância com o surgimento de espaços de produção digital, como os *makerspaces*, *hackerspaces*<sup>14</sup> e *FabLabs*. Estes ambientes possibilitam que qualquer indivíduo com uma ideia projete e construa objetos.

O surgimento do movimento *maker*, na contemporaneidade, pode ser demarcado por alguns sinais como a crise na segunda guerra mundial, onde, com a

---

<sup>14</sup> *Hackerspaces* são espaços de construção colaborativos onde os indivíduos compartilham seu interesse em trabalhar com os mais diversos tipos de tecnologia, tendo como foco códigos de softwares (MARTINEZ; STAGER, 2013).

escassez de produtos e mão de obra especializada fez com que um movimento de uma legião de indivíduos, antes apenas consumidores, passassem a produzir objetos, dando início ao movimento *do it yourself* (faça você mesmo). Em meados dos anos 1990 e 2000, grupos de indivíduos *makers*, com interesses similares, começaram a trabalhar de forma colaborativa, dando origem a uma evolução do movimento *do it yourself*, o movimento *do it with others* (faça com outros). Outros sinais foram o lançamento da revista *Make* nos Estados Unidos, em 2005, a idealização das *makers faires* no ano de 2006 (DALE, 2012), o lançamento de um manifesto *maker*, postulando uma série de premissas que caracteriza essa cultura (HATCH, 2014) e o surgimento das primeiras impressoras 3D, na década de 1980 e sua evolução nos anos 2000. A Revista *Make* é uma publicação norte americana da editora Media, tendo como principal foco a cultura *DIY*. Fundada no ano de 2005, por Dale Dougherty, traz em seus editoriais conteúdos de áreas como computação, eletrônica, robótica, manufatura aditiva entre outros, além de projetos para serem executados passo a passo. As *makers faire* são feiras organizadas para difundir e compartilhar criações de indivíduos do movimento *maker*. As atividades das *makers faire* iniciaram-se em 2006, na Califórnia, pela iniciativa de Dale Dougherty, para atender às necessidades do público interessado na cultura *DIY*, tornando públicas pequenas inovações projetadas e construídas por indivíduos comuns. Em 2010, esta feira expande-se para fora do Vale do Silício, para o museu Henry Ford em Michigan, e em 2013, sediada na Casa Branca, recebe o apoio do governo norte americano por meio do programa de suporte local chamado *Mayors Maker Challenger*. Atualmente, feiras como estas são replicadas pelo mundo, por iniciativas locais, baseadas no modelo iniciado no Vale do Silício. O *Maker movement manifesto* é uma literatura escrita no ano de 2014 por Mark Hatch, co-fundador da franquia denominada *TECSHOP*, com intuito de postular valores e premissas que caracterizam o movimento *maker*, dando ênfase para a construção de artefatos e ao aspecto social para os entusiastas desta cultura, bem como para elucidar dúvidas do público em geral. Na área educacional, foi impulsionado por educadores como Seymour Papert, o idealizador da metodologia construcionista (PAPERT, 2008), Neil Gershenfeld, professor do *Media Lab*, no MIT, idealizador da rede *FabLab* (GERSHENFELD, 2007), Mitchel Resnick, desenvolvedor

da ferramenta de aprendizagem chamada “Scratch<sup>15</sup>”(RESNICK et al., 2009), entre outros (ANDERSON, 2012; BLIKSTEIN, 2013; KRANNICH, 2013b; MARTINEZ; STAGER, 2013; NEVES, 2014; PROVENZANO, 2016).

Muito influenciados pela conectividade e efeitos de rede proporcionados pela internet 2.0, os indivíduos *makers*, projetam, constroem e compartilham artefatos de diversas áreas, como eletrônica, instrumentação científica, engenharia e arquitetura, “fazendo agora pelos bens físicos o que o código aberto fez pelo software”(ANDERSON, 2012,p.467). Segundo Anderson (2012), o movimento *maker* caracteriza-se, essencialmente, por três elementos principais:

- A utilização de ferramentas digitais para o desenvolvimento e prototipagem<sup>16</sup> de projetos de novos produtos;
- Cultura de compartilhamento de projetos e de colaboração de projetos;
- Adoção de formatos comuns de arquivos em seus projetos, permitindo a produção ou reprodução, em qualquer quantidade, em qualquer lugar do globo.

A adoção destes princípios, faz com que estes ambientes desempenhem seu papel original: ser um espaço onde qualquer indivíduo possa desenvolver um artefato para sua utilização, nas mais diversas áreas, desde design e arte, até projetos de engenharia avançada (HATCH, 2014). Para Anderson (2012), estes elementos permitem com que o movimento *maker* possua outra particularidade contemporânea: a possibilidade de ser ao mesmo tempo pequeno e global. Esse tipo de laboratório de fabricação digital pode ser considerado um ambiente pequeno, frente aos ambientes

---

<sup>15</sup> O termo *Scratch* refere-se ao software de aprendizagem de programação, criado em 2007 no *Media Lab, MIT*, desenvolvido para auxiliar no aprendizado inicial da lógica computacional e matemática. Foi desenvolvido com certa influência do software LOGO de Seymour Papert, sendo considerado por alguns como uma evolução deste, pois apesar de ter como essência a facilitação no processo de aprendizagem de programação, este é mais suscetível a manipulação por parte do usuário, é mais social e mais significativo do ponto de vista educacional (RESNICK et al., 2009).

<sup>16</sup> Prototipagem é o processo onde é criado um modelo ou uma manifestação do design de um artefato, que permita a interação por parte dos *stakeholders*, visando a interação, a discussão e a melhoria de determinadas características do produto, antes de sua finalização (CAVALCANTI; FILATRO, 2016).

de manufatura em massa de nosso tempo, porém tem um poder de compartilhamento de projetos muito grande.

### 2.1.1 FabLabs: vocação para educação

Os *FabLabs* são valiosas ferramentas para o desenvolvimento da cultura *maker*. Um *FabLab* é um laboratório de fabricação digital, participante de uma rede mundial de laboratórios, com características em comum. Estes constituem uma rede de laboratórios de fabricação digital interligados que busca desenvolvimento e a inovação, por meio da fabricação digital. O primeiro *FabLab* surgiu no *Massachusetts Institute of Technology*<sup>17</sup> (*MIT*), no laboratório chamado *Center for Bits and Atoms*<sup>18</sup> (*CBA*), fundado pela *National Science Foundation*<sup>19</sup> (*NSF*) no ano de 2001, sob a liderança de outro importante personagem para a consolidação do movimento *maker* na educação, professor Neil Gershenfeld (EYCHENNE, F. ; NEVES, 2013). O principal objetivo deste laboratório era o de despertar o interesse pela revolução e fabricação digital, além de proporcionar um ambiente criativo para seus alunos (GERSHENFELD, 2007). Para o professor Gershenfeld, o modelo de laboratório aberto proposto no laboratório de fabricação digital, propicia a produção ativa, acionando a possibilidade de transformação do indivíduo. Este *FabLab* foi concebido pela *CBA* para ser o componente educacional de sensibilização a fabricação digital e pessoal, democratizando a concepção das tecnologias e das técnicas, não somente do

---

<sup>17</sup> O *Massachusetts Institute of Technology* (em português, Instituto de Tecnologia de *Massachusetts*), referido neste trabalho pela sigla *MIT*, é uma universidade privada, localizada em Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos. É referência em pesquisas de desenvolvimento de ciência aplicada e engenharia (EYCHENNE ; NEVES, 2013).

<sup>18</sup> O *Center for Bits and Atoms* (em português, Centro de Bits e Átomos), referido neste trabalho pela sigla *CBA*, está localizado no *MIT*, e se destaca por ser um programa do *Media Lab*, de caráter interdisciplinar, que visa a exploração do limite entre ciência da computação e ciência física (EYCHENNE; NEVES, 2013).

<sup>19</sup> A *National Science Foundation* (em português, Fundação Nacional de Ciência), referido neste trabalho como *NSF*, é uma agência governamental independente dos Estados Unidos, que promove e financia a pesquisa e educação em campos da ciência e engenharia. Visa promover o progresso da ciência e da tecnologia por meio de apoio a projetos de vanguarda (EYCHENNE ; NEVES, 2013).

consumo, nem da fabricação como técnica industrial (NEVES, 2014). Para facilitar este processo, o professor Neil Gershenfeld criou o curso intitulado “*How Make Almost Anything*” (em português, “como fazer quase qualquer coisa”). O curso tinha caráter interdisciplinar e permitia que os usuários invertessem o fluxo de utilização de máquinas para fabricação em massa e criassem projetos únicos, visando a fabricação de forma personalizada (MARTINEZ; STAGER, 2013). Como relatado pelo próprio professor Neil Gershenfeld (GERSHENFELD, 2007), a ideia era a de criar o curso para um pequeno grupo de alunos, com foco em áreas mais tecnicistas do *MIT*. A grande surpresa foi quando da abertura da turma, mais de uma centena alunos, de diversas áreas do conhecimento, acabaram por se inscrever. Esses estudantes, mesmo pertencendo à diferentes áreas, apresentavam uma característica em comum: possuíam o desejo de colocar suas ideias em prática por meio da construção de projetos. Buscavam um local onde pudessem construir artefatos que sempre quiseram, mas que até então, não existia. A inspiração destes, antes de profissional, como é comum de acontecer em universidades, era pessoal. Como consequência dos desejos dos alunos, alguns artefatos inusitados foram projetados e fabricados, como relatado<sup>20</sup> pelo próprio professor Neil Gershenfeld. Dentre os projetos originais no início das operações do *FabLab*, no ano de 2001 no *MIT*, estão os concebidos por Kelly Dobson, Meejin Yoon e Shelly Levy Tzedek. Os projetos chamam a atenção pelo caráter disruptivo, principalmente quando consideramos os escassos recursos disponíveis no momento em que foram concebidos (GERSHENFELD, 2007).

Kelly Dobson, aluna do curso *How to make almost anything*, no *MIT*, projetou um artefato interessante. Diferentemente de outras áreas que trabalham com projetos e desenvolvem produtos para alguns nichos específicos, Dobson criou algo para atender, ao menos em um primeiro momento, uma demanda pessoal: o *scream body* (em português, “saco de gritos”). O artefato consistia em um espaço portátil para gritar. Com o desenho de uma bolsa, esse artefato permitia que o usuário gritasse, sem que as pessoas a sua volta ouvissem um ruído qualquer. A bolsa contava ainda com equipamentos de gravação do som e permitiam que o usuário “lançasse” seu grito em

---

<sup>20</sup> Estes relatos foram retirados do livro, em inglês, escrito pelo próprio professor Neil Gershenfeld, originalmente no ano de 2005, intitulado *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop: From Personal Computers to Personal Fabrication* (minha tradução).

outro momento. O *wearable*<sup>21</sup> foi produzido para permitir uma ligação entre a experiência interna do usuário e as instituições sociais do mundo exterior, permitindo a interação entre elas. A figura 1 retrata o conceito de utilização do *scream body* (GERSHENFELD, 2007).

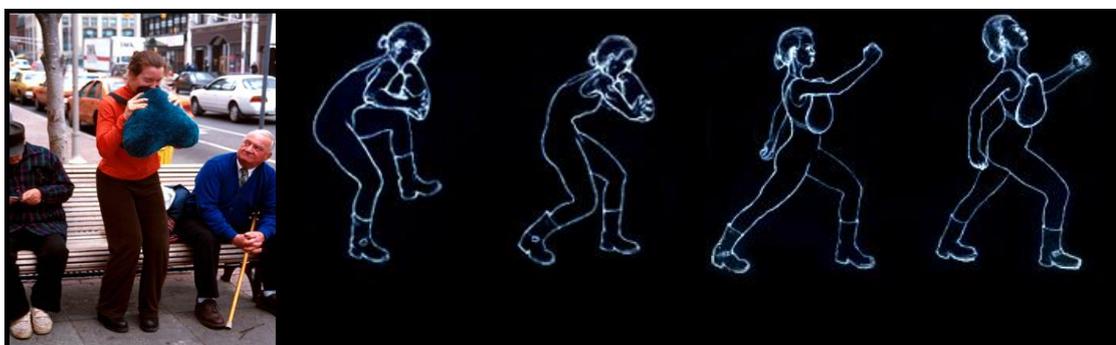


Figura 1 - Scream body

Fonte: GERSHENFELD (2007)

Meejin Yoon, outra aluna do MIT, desenhou e produziu outro artefato único: o *defensive dressing*, um vestido para auto-defesa. Inspirado no peixe baiacu e no porco espinho, este *wearable*, com auxílio de sensores de presença e motores, com o aspecto de um vestido de franjas, se armava quando qualquer pessoa se aproximava, para defender o espaço em torno dele. A figura 2, demonstra o conceito idealizado por Meejin Yoon, sobre o *defensive dress* (GERSHENFELD, 2007).



Figura 2 - Defensive dress

Fonte: GERSHENFELD (2007)

---

<sup>21</sup> O termo *Wearable* refere-se a artefatos tecnológicos que são vestíveis. Estes consistem em dispositivos tecnológicos que podem ser utilizados como peças de vestuário (MARTINEZ; STAGER, 2013).

Por fim, a aluna Shelly Tzedek projetou um despertador que contava com flashes que disparavam em uma sequência lógica e muito simples para pessoas totalmente acordadas, porém de certa complexidade para pessoas em um estágio de sonolência. A figura 3 demonstra a forma de utilização desse precursor da função “*sleeping*” encontrada nos dispositivos modernos (GERSHENFELD, 2007).



*Figura 3 - Alarming Clock*

*Fonte: GERSHENFELD (2007)*

A abordagem presente nos laboratórios de fabricação pessoal, torna-se fundamental ao promover a criatividade e a inovação, já que privilegia o pensamento fora da média ou da moda. Seus usuários encontram ali um ambiente propício e preparado para produzirem objetos únicos e desenvolverem habilidades (GERSHENFELD, 2007). Para Provenzano (2016), estes ambientes contribuem para o desenvolvimento do indivíduo por gerarem oportunidades para que sejam criadores de coisas e não apenas consumidores.

Assim como acontecera com os computadores pessoais, esse tipo de laboratório iniciou suas atividades com máquinas caras, com utilização limitada e necessitando de operação especializada. Porém, esses laboratórios têm se tornado populares devido à redução dos custos das máquinas e do aumento do repertório de utilização (GERSHENFELD, 2012).

Máquinas de grande porte são importantes para a produção em massa, porém, são máquinas de fabricação pessoal que farão a diferença nos processos futuros de manufatura, já que possibilitarão o download de um determinado projeto, criado em determinado lugar do planeta, e sua execução em um laboratório em qualquer outro lugar do planeta (GERSHENFELD, 2012).

Nesse contexto, os *FabLabs* foram criados seguindo um modelo que provém da internet 2.0, colaborativa e aberta. É importante salientar que em laboratórios de fabricação digital, existe não só uma transferência de átomos, como normalmente acontece nos processos de manufatura, mas neste caso, também a transferência de bits. A natureza *open source*<sup>22</sup> destes ambientes faz com que seus projetos sejam replicados e evoluam de forma mais rápida. Os projetistas ou desenvolvedores do projeto podem disponibilizar suas invenções para que outra pessoa possa utilizá-la ou até mesmo modificá-la, criando assim uma plataforma de inovação (EYCHENNE ; NEVES, 2013). Para Johnson (2011) este tipo de compartilhamento é de fundamental importância para o desenvolvimento, pois ocorre através de um processo chamado de exaptação. No processo de exaptação, outros indivíduos dão um novo uso ou significado para uma ferramenta projetada, originalmente, com um propósito diferente. Qualquer usuário tem acesso aos projetos criados, possibilitando que transformem *bits* produzidos por outros usuários, em qualquer lugar do mundo, em novos *bits*, e em consequência, em átomos, pela utilização de máquinas de fabricação pessoal, auxiliando na democratização das ferramentas de compartilhamento, de criação e edição, o que permite que este se torne ator do processo (ANDERSON, 2012).

Neste sentido, segundo Eychenne e Neves (2013, p. 29) os *FabLabs* devem:

- ser vetor de empoderamento, de implementação de capacidade, ser um organismo ativo;
- voltar à aprendizagem da prática da tecnologia (o fazer) na criação de protótipos, permitindo espaço para o erro de forma incremental, e no privilégio das

---

<sup>22</sup> O termo *open source* (em português, código aberto ou fonte aberta) designa o modelo de desenvolvimento que promove um licenciamento livre para o desenvolvimento e redistribuição de produtos, permitindo que qualquer indivíduo consulte, examine ou modifique o produto (MARTINEZ; STAGER, 2013).

abordagens colaborativas e transdisciplinares;

- responder aos problemas e questões locais, em particular em países em desenvolvimento, se apoiando na rede internacional;
- valorizar e pôr em prática a inovação ascendente;
- ajudar a incubar empresas para a facilitação de processos.

O conceito inicial de *FabLab*, criado no *CBA-MIT* emancipou-se e desenvolveu-se mundo afora, independentemente de seu criador. Se no princípio os *FabLabs* foram desenvolvidos sob a tutela do *CBA-MIT*, sua popularidade levou muitas estruturas a criar seus próprios laboratórios, adequando sua utilização de acordo com as necessidades e realidades locais. É possível identificar demanda para os laboratórios até mesmo em partes remotas do globo (GERSHENFELD, 2012). Um exemplo foi o interesse de uma aldeia chamada Pabal, na Índia, de utilizar os laboratórios de fabricação para desenvolver dispositivos que auxiliam na produção leiteira da região. Ainda na Índia, na cidade de Bithoor, mulheres utilizavam os laboratórios para a digitalização tridimensional de blocos de madeira entalhada para a confecção do Chickan, um tradicional bordado local. Na Noruega, os laboratórios foram decisivos para auxiliar na pecuária. Pastores utilizaram os laboratórios para criação de *tags* ou etiquetas eletrônicas<sup>23</sup> que pudessem rastrear seus animais em regiões de difícil acesso. Em Gana, indivíduos desenvolveram dispositivos para alimentar máquinas por meio de energia solar. Os exemplos demonstram o quanto cada laboratório pode modificar uma determinada realidade, por fornecerem as ferramentas necessárias para que cada pessoa molde o ambiente onde está inserida, da forma em que resulte em algo que melhore a forma como lida com este (GERSHENFELD, 2012).

Através destes laboratórios, abre-se a possibilidade de modificar o mundo físico de átomos, por meio de projetos que iniciam no mundo digital de *bits*, por aqueles que têm mais interesse no resultado (GERSHENFELD, 2007).

Para manter a unidade da rede de *FabLabs* foi criada a *Fabfoundation*, uma instituição que define as diretrizes básicas para a rede. A *Fabfoundation* define uma

---

<sup>23</sup> *Tag* ou etiqueta eletrônica é um dispositivo que utiliza tecnologia *RFID* - Radio Frequency IDentification (identificação por meio de rádio frequência, em português) para identificação e rastreamento de algum tipo de conteúdo ou objeto (HESSEL et.al., 2012).

carta de princípios (*Fab Charter*) a qual define que: todos os laboratórios da rede devem compartilhar um inventário padrão de máquinas; os laboratórios devem permitir acesso livre e público pelo menos um turno por semana, para que a comunidade aprenda sobre fabricação digital; o laboratório deve prestar suporte para que seus usuários aprendam a utilizar as máquinas; os laboratórios devem manter a conexão com a rede, sem isolamento; os projetos desenvolvidos nos laboratórios devem servir para que a comunidade aprenda, fomentando o código aberto e livre; as invenções que ocorrem dentro de um laboratório são do usuário, o qual pode obter lucro e registrar da forma que achar mais adequado (TEIXEIRA et al., 2018).

A rede *Fablab* vêm crescendo nos últimos anos, principalmente pela adoção de muitas universidades de *FabLabs* educacionais, mas também pela popularização e a redução nos custos de aquisição do maquinário necessário para a implantação dos laboratórios. Na presente data, a rede *FabLab* conta com mais de 1500 laboratórios em operação em mais de 100 países. Os laboratórios formam uma rede ou teia de plataformas de inovação colaborativa (*Fab Lab Foundation*, 2018).

Considerando estes princípios, percebe-se que a rede *FabLab* permite a construção de projetos distribuídos, colaborativos, além de permitir que qualquer projeto desenvolvido em qualquer laboratório possa ser replicado nos demais sem esforços devido à padronização das máquinas.

### **2.1.2 *FabLabs*: estrutura encontrada nos laboratórios**

Os *FabLabs*, possuem uma padronização básica de seus dispositivos. Esta configuração permite que seus usuários, além de conceber novos projetos, construam quaisquer projetos compartilhados pelos *FabLabs* espalhados pelo globo. Dentre as principais máquinas e equipamentos que um laboratório pertencente à rede *FabLab* necessita ter, estão: impressora de manufatura aditiva 3D, corte a laser, fresadora de precisão, fresadora do tipo *Router* e cortadora de vinil (plotter de recorte), além de softwares de desenvolvimento de projetos, equipamentos para a produção de circuitos eletrônicos e computadores para programação de códigos. Alguns laboratórios, devido à natureza de suas operações, contam ainda com máquinas que executam funções mais específicas como: scanner de objetos 3D, máquinas de solda e

cortadora plasma. A rede *FabLab* permite que exista uma flexibilidade de máquinas que podem variar de acordo com a essência do ramo de atuação de cada laboratório (ANDERSON, 2012), porém, devem ser capazes de reproduzir a maior parte dos projetos da rede. Segue uma breve descrição das principais máquinas encontradas nos *FabLabs* e em outros laboratórios de fabricação digital (EYCHENNE ; NEVES, 2013).

### 2.1.2.1 Corte a laser

Esta máquina é capaz de gravar, esculpir e cortar materiais com extrema precisão, em 2D. A cortadora laser é uma máquina do tipo CNC<sup>24</sup>, que recebe o comando de um software do tipo CAM<sup>25</sup>, permitindo ao usuário criar rapidamente estruturas tridimensionais com alguns tipos de materiais. A figura 4 retrata um dos muitos modelos de cortadoras laser existentes no mercado.



Figura 4 - Cortadora Laser

Fonte: EYCHENNE ; NEVES (2013)

---

<sup>24</sup> A sigla CNC refere-se ao *Comand Numeric Computer* (comando numérico computadorizado) utilizado em máquinas-ferramenta que permite o controle de eixos de movimentação das máquinas por meio de códigos computadorizados (ANDERSON, 2012).

<sup>25</sup> A sigla CAM (*computer aided manufacturing* ou manufatura auxiliada por computador) refere-se a softwares que auxiliam o usuário a controlar ferramentas de máquinas e equipamentos relacionados ao processo de fabricação (ANDERSON, 2012).

### 2.1.2.2 Impressora 3D

Utilizando tecnologia de adição de material por camadas (manufatura aditiva) a impressora 3D transforma geometrias ou objetos 3D criados em softwares de computador (softwares tipo CAD<sup>26</sup>) em objetos físicos. Isto se dá pela operação de extrusão de um material de base em camadas. Desde a criação da primeira impressora 3D, em meados dos anos 1980, que trabalhava apenas com plástico como matéria-prima (material ainda utilizado na maior parte dos projetos), esta sofreu uma grande evolução, principalmente no que tange a adaptação dos materiais de base utilizados. Atualmente é possível encontrar máquinas desse tipo imprimindo desde comida até órgãos humanos, espirrando um fluido com células-tronco em matrizes de apoio, em algumas experiências de laboratórios de genética (ANDERSON, 2012). A figura 5 representa modelos modernos de impressoras 3D.



Figura 5 - Modelos de impressoras 3D

Fonte: EYCHENNE ; NEVES (2013)

---

<sup>26</sup> A sigla CAD (*computer aided design* ou desenho auxiliado por computador) refere-se a softwares que auxiliam o usuário na confecção de desenhos para projetos por meio de computador.

### 2.1.2.3 Fresadora de precisão e fresadora do tipo *Router*

Diferentemente da impressora 3D, que utiliza tecnologia aditiva, criando um novo objeto, a partir da extrusão de matéria-prima, as fresadoras se utilizam de ferramentas de corte para retirar partes do material, criando assim uma forma 3D detalhada. A partir de um bloco de determinado material, por meio do desbaste e do corte de determinadas regiões, é possível esculpir um produto com grande precisão (figura 6). Este tipo de máquina produz desde pequenos elementos de fixação, com pouco mais do que alguns milímetros, para serem utilizados na montagem dos mais diversos projetos, até peças de grande tamanho, utilizadas na composição de móveis (GERSHENFELD, 2007; ANDERSON, 2012; EYCHENNE ; NEVES, 2013).



*Figura 6 - Fresadora de Precisão*

*Fonte: GERSHENFELD (2007)*

Fresadoras *Router* (figura 7) são máquinas mais robustas, utilizadas principalmente na confecção de peças para móveis ou estruturas para máquinas.



*Figura 7 - Fresadora Router*

*Fonte: EYCHENNE ; NEVES, (2013)*

#### 2.1.2.4 Cortadora de vinil

Esta máquina, comandada por softwares de computador, permite o corte de perfis e figuras detalhadas com extrema precisão, devido ao seu mecanismo dotado de uma ferramenta de corte. É utilizada para diversas finalidades, desde o corte de placas eletrônicas, até o corte de vinil, papel e tecidos, constituindo uma ferramenta muito versátil para a utilização em diversos projetos. É também conhecida como plotter de recorte. Na figura 8, é possível visualizar dois modelos de cortadora de vinil (GERSHENFELD, 2007; ANDERSON, 2012; EYCHENNE ; NEVES, 2013).



*Figura 8 - Cortadora de Vinil*

*Fonte: EYCHENNE ; NEVES, (2013)*

#### 2.1.2.5 Scanner 3D

Este dispositivo permite a captura da geometria de objetos, permitindo a criação de um modelo virtual que pode ser manipulado com auxílio de softwares. Permite a criação de maquetes de construções, o protótipo de faces ou corpos de pessoas (GERSHENFELD, 2007; ANDERSON, 2012; EYCHENNE ; NEVES, 2013).

#### 2.1.2.6 Máquinas de solda e corte plasma

Estas máquinas se utilizam do mesmo princípio, o arco voltaico ou arco elétrico, para realizar duas operações distintas: a operação de corte de metais e a

operação de união de metais. Para o processo de união do material, são utilizadas máquinas de soldagem nos processos GMAW e GTAW<sup>27</sup> onde, por meio de aquecimento do metal, é realizada a fusão entre materiais. Podem utilizar material de adição, uma fina camada do mesmo metal na zona de fusão, ou apenas unir um material ao outro, sem adição de material extra (SENAI/DN 2016). Estes processos são muito utilizados na confecção de estruturas para robótica e em design em metal (ANDERSON, 2012).

É comum, devido à natureza distinta de alguns laboratórios, que outras máquinas e dispositivos tecnológicos, que não foram aqui citados, sejam encontrados. Com o rápido avanço do desenvolvimento da tecnologia, é possível que novas máquinas sejam agregadas ao portfólio de máquinas dos laboratórios de fabricação pessoal, visando uma maior autonomia e produção de novos projetos (EYCHENNE ; NEVES, 2013).

## **2.2 Ambientes *maker* e a educação: como ocorre o processo de aprendizagem nos ambientes *maker***

Ambientes *maker* são excelentes ferramentas para aprendizagem quando empregados na educação (BLIKSTEIN; KRANNICH, 2013; GERSHENFELD, 2012; MARTINEZ; STAGER, 2013; NEVES, 2014; PAPERT, 1983, 2008; PROVENZANO, 2016; RESNICK, 2017). Em ambientes *maker*, o aluno busca resolver problemas por meio da criação e experimentação, realizando experiências e produzindo no mundo real, através de ferramentas de fabricação digital, ou com auxílio de mecanismos de produção de projetos como o LOGO (PAPERT, 1983), Kits LEGO (RESNICK, 1998) e a linguagem de programação Scratch (RESNICK et al., 2009). Nesse espaço, o aluno assume o papel de protagonista de sua aprendizagem, já que pode criar e tirar conclusões a partir destes movimentos de criação (BLIKSTEIN; KRANNICH, 2013).

---

<sup>27</sup> As siglas GMAW (Gas shielded Metal Arc Welding) e GTAW (Gás shielded Tungsten Arc Welding) referem-se a processos de soldagem de metais que utilizam uma fonte de energia para abertura de um arco elétrico, protegido por gases inertes ou ativos, que realizam a fusão de materiais metálicos (SENAI/DN, 2016).

Os pilares para que esta abordagem educacional opere de forma satisfatória são a utilização de ferramentas que permitam a produção de objetos, a colaboração e o compartilhamento dos indivíduos e espaços que liberem o pensamento criativo (BLIKSTEIN; KRANNICH, 2013; KAFAI, Y; RESNICK, 1996; MARTINEZ; STAGER, 2013; PAPERT, 2008; RESNICK, 2017). Outrossim, a teoria educacional conhecida como construcionismo, de Seymour Papert, é a abordagem que sustenta o processo de aprendizagem nos espaços *maker* (HALVERSON; SHERIDAN, 2014). O construcionismo, com raízes no construtivismo de John Dewey (DEWEY, 1979) e Jean Piaget (PIAGET, 1973), está fundamentado na proposição de “aprender construindo o conhecimento através do ato de fazer algo compartilhável”(MARTINEZ; STAGER, 2013, p.21 minha tradução). No construcionismo, o objetivo é a realização de uma ação concreta, tendo como resultado um produto, palpável, tangível, que seja de interesse dos indivíduos que o produzem (KAFAI, Y; RESNICK, 1996; PAPERT, 2008). Junte-se a isto o aumento de ambientes que utilizam ferramentas de fabricação digital, pela democratização das ferramentas presentes nos espaços *maker*, e, mais especificamente em laboratórios de fabricação digital, que contribuem para que estes enriqueçam o processo de produção de projetos, pois permitem com que qualquer indivíduo possa fabricar quase qualquer coisa (ANDERSON, 2012; BLIKSTEIN, 2013; GERSHENFELD, 2012, 2007).

Ademais, para a construção do conhecimento, o emprego da aprendizagem pelo desenvolvimento de design e pela confecção de projetos, bem como a aplicação da abordagem de aprendizagem criativa<sup>28</sup>, são recursos apropriados para o desenvolvimento do método construcionista, que permeiam os ambientes *maker* (MARTINEZ; STAGER, 2013). A aprendizagem baseada em projetos, ou ABP ( em inglês *PBL - Project based learning*), como será identificada em algumas seções deste trabalho, propõe que os indivíduos desenvolvam e executem projetos, com o propósito de solucionar um problema real e relevante, testando hipóteses de solução e tornando a solução real, por meio da fabricação de objetos (BENDER, 2014). Em razão disso, fica evidente a harmonia entre a proposta dos ambientes *maker* e a

---

<sup>28</sup> O termo aprendizagem criativa refere-se a metodologia desenvolvida por Mitchel Resnick no *MIT Media Lab*, baseada nos quatro princípios orientadores, chamados de *4P's*: *projects*, *peers*, *passion* e *play*, e na espiral criativa, onde projetos são concebidos em ciclos (RESNICK, 2014).

utilização de ABP (GERSHENFELD, 2012; MARTINEZ; STAGER, 2013; RESNICK, 2017). Outrossim, a ABP é uma das formas mais eficazes de envolver os alunos com o conteúdo de aprendizagem (BACICH; MORAN, 2018), resultando em altos níveis de engajamento, e conseqüentemente, melhores resultados de aprendizagem (MARZANO, 2007; MERGENDOLLER; MAXWELL; BELLISIMO, 2006). Considerada uma abordagem eficaz em combinação com a mentalidade do movimento *maker*, permite ao indivíduo desenvolver estratégias de resolução de problemas, conhecimento este, que extrapola os domínios dos ambientes *maker* (RESNICK et al., 2009).

A abordagem de aprendizagem criativa reúne ideias adequadas a mentalidade existente nos espaços *maker* (MARTINEZ; STAGER, 2013). A aprendizagem criativa nasceu das pesquisas do professor Mitchel Resnick, no *Media Lab, MIT*. Para o professor Resnick, a aprendizagem deve ocorrer, em todos os níveis escolares, como no Jardim de Infância, sendo decorrente de experimentação e descobertas (RESNICK, 2017). Baseada na metodologia de aprendizagem construcionista, a abordagem de Resnick trabalha sobre quatro pilares, com o objetivo de desenvolver a criatividade dos indivíduos, chamada por ele e sua equipe de *4 P's*: *projects* (projetos), *passion* (paixão), *peers* (pares) e *play* (brincar) (RESNICK, 2014). Nesta abordagem, o desenvolvimento do indivíduo acontece por meio da elaboração e execução de um projeto, através de um processo denominado de espiral da aprendizagem (MARTINEZ; STAGER, 2013).

O conceito de colaboração e compartilhamento constitui um pilar importante para a educação em espaços *maker*. Nesses ambientes, o desenvolvimento das atividades é baseado no conceito *peer to peer learning*<sup>29</sup>(NEVES, 2014). Este tipo de compartilhamento permite com que os alunos desenvolvam seus projetos com auxílio de seus pares ou da comunidade onde estão inseridos (EYCHENNE, F.; NEVES, 2013). Comunicação face a face, interação com auxílio de interface de máquina e ainda as documentações de projetos anteriores podem ser utilizadas para que esta dinâmica ocorra (BOUD; COHEN; SAMPSON, 2013).

---

<sup>29</sup> O termo *peer to peer learning* (aprendizagem entre pares) refere-se a prática onde os estudantes interagem entre si promovendo o aprendizado mútuo (RESNICK, 2014).

O ambiente, por ter influência no desenvolvimento do pensamento criativo dos indivíduos, é considerado em algumas abordagens como uma força que atua diretamente no processo de aprendizagem (KINNEY; WHARTON, 2008). Com a utilização de ferramentas e programas específicos, em espaços preparados para a aprendizagem, como os *FabLabs* (GERSHENFELD, 2007) e ateliês (KINNEY; WHARTON, 2008), ou mesmo em espaços informais preparados para o desenvolvimento de projetos, como bibliotecas, museus e ambientes de bricolagem (BLIKSTEIN, 2013; GALLOWAY, 2015; KAFAI; FIELDS; SEARLE, 2014) influenciados por abordagens como a de Reggio Emilia (GALLOWAY, 2015), o ambiente auxilia o processo de aprendizagem e a troca de informações, promovendo um ensino personalizado e falando muito sobre o indivíduo e o tipo de trabalho que estão sendo desenvolvidos (MARTINEZ; STAGER, 2013).

A aprendizagem em ambientes *maker*, a partir desta perspectiva, envolve a intersecção entre fatores como o desenvolvimento pelo construcionismo, o desenvolvimento pelo compartilhamento e colaboração e o desenvolvimento pelo ambiente (MARTINEZ; STAGER, 2013). Estas abordagens reúnem as premissas *maker* importantes para o desenvolvimento do indivíduo (HALVERSON; SHERIDAN, 2014), auxiliando no desenvolvimento das habilidades requeridas para o século XXI (BARELL, 2010; GALLOWAY, 2015; GERSHENFELD, 2007; MARTINEZ; STAGER, 2013; RESNICK, 2017). Cada uma destas abordagens será estudada de forma mais aprofundada nos tópicos seguintes.

### **2.2.1 O Construcionismo como pilar para aprendizagem em espaços *maker***

O construcionismo é a base para que o processo de aprendizagem ocorra de forma plena em espaços *maker*. Segundo esta teoria de aprendizagem, os indivíduos constroem seu conhecimentos por meio da realização de uma ação concreta, tendo como resultado um produto palpável (PAPERT, 2008). No contexto educacional, o conceito de aprender como um indivíduo *maker* se popularizou com a contribuição de Seymour Papert (MARTINEZ; STAGER, 2013). Papert, Sul Africano, trabalhou por muitos anos com Jean Piaget, auxiliando em suas pesquisas sobre a natureza da aprendizagem (KAFAI; RESNICK, 1996). Após trabalhar junto à Piaget, Papert foi

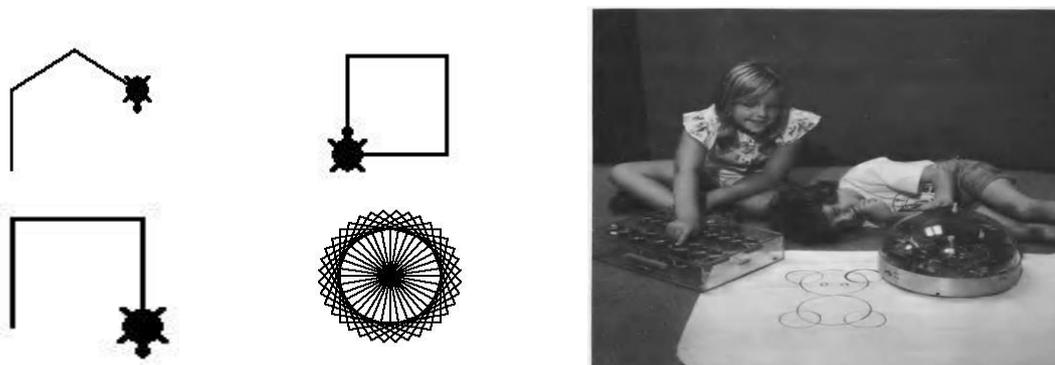
convidado por Marvin Minsky<sup>30</sup> a juntar-se ao *MIT* e trabalhar com projetos utilizando computadores (MARTINEZ; STAGER, 2013). Com formação na área de matemática e interesse no desenvolvimento do indivíduo, Papert desenvolveu uma ferramenta de aprendizagem chamada LOGO, em que os alunos, auxiliados por um mediador, poderiam conceber a solução de problemas matemáticos, através de uma ferramenta tecnológica (PAPERT, 1983). LOGO ou LOGO *TURTLE* é uma ferramenta educacional, desenvolvida no *MIT*, pela equipe de Seymour Papert, em meados dos anos 1960. Papert, um matemático que trabalhava com Jean Piaget em Genebra, desenvolvendo trabalhos na área de aprendizagem, recebeu o convite para desenvolver pesquisas na área de cognição no *MIT*, onde foi co-fundador do Laboratório de Inteligência Artificial.

O LOGO trata-se de uma linguagem de programação para computadores que têm por características a modularidade, a flexibilidade, a extensibilidade e a interatividade. Essas características foram fundamentais para que o LOGO alcançasse os objetivos para que fora construído. O principal objetivo do LOGO era o de promover o ensino de matemática por meio de associações construcionistas pelos alunos. Juntamente com a linguagem de programação, um módulo robótico faz parte da ferramenta pedagógica, permitindo aos alunos realizarem a parte física do aprendizado. Foi aprimorado por Mitchel Resnick em meados dos anos 1980, com a criação do LEGO LOGO.

---

<sup>30</sup> Marvin Minsky foi um cientista cognitivo, atuando principalmente na área de estudos cognitivos no campo da inteligência artificial. Foi o co-fundador do que hoje é conhecido como Laboratório de Ciência da computação e inteligência artificial do *MIT*. Minsky é considerado referência na área de cognição e inteligência artificial, tendo, juntamente com Seymour Papert, elaborado a teoria da sociedade da mente, além de diversos livros e artigos sobre o tema e suas implicações filosóficas. Desenvolveu diversos artefatos tecnológicos que precederam as tecnologias que são utilizadas hoje, como o primeiro display gráfico *head mountain*, em 1963, e o microscópio confocal, em 1957, além de auxiliar Papert na elaboração da primeira versão do LOGO *turtle* (MARTINEZ; STAGER, 2013; MIT MEDIA LAB. Disponível em: <https://web.media.edu/~minsky>).

Esta ferramenta foi desenvolvida a partir do entendimento de que a melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o comando e passa a ser o principal agente de sua transformação (PAPERT, 2008). A ferramenta de aprendizagem LOGO, apresentada na figura 9, tinha o objetivo de que a transformação do indivíduo acontecesse por meio da utilização de ferramentas ou instrumentos que possibilitassem a invenção e construção de artefatos concretos (PAPERT, 1983).



*Figura 9 – LOGO*

*Fonte: PAPERT(1983)*

Esta concepção rompe com a prática instrucionista de muitas escolas, pois, ao centrar as atividades na aprendizagem e não no ensino, concede poder ao indivíduo de construir seu conhecimento (BLIKSTEIN; KRANNICH, 2013). Por meio da execução de um projeto, é promovida uma aprendizagem “mãos na massa”, permitindo que o indivíduo possa construir e aprimorar conhecimentos (GERSHENFELD, 2007). Este movimento deu origem a aprendizagem *maker*, e é utilizado por educadores ao redor do globo para nortear a educação baseada no desenvolvimento de projetos através de ferramentas construtivas (MARTINEZ; STAGER, 2013; RESNICK, 1998).

No construcionismo o processo de aprendizagem acontece quando o indivíduo se utiliza de ferramentas construtivas “como instrumentos para trabalhar e pensar, como meios de realizar projetos, como fonte de conceitos para pensar novas ideias” (PAPERT,2008,p.158). Valente (1993) corrobora este pensamento por salientar que o indivíduo desenvolve-se por meio de ferramentas com as quais concretiza algo, e, portanto, a aprendizagem ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por intermédio dessas ferramentas. Esta ideia de educação faz oposição a ideia de

educação tradicional instrucionista, impregnada em boa parte das instituições atualmente. Papert acreditava que o indivíduo não deveria receber ideias prontas, mas deveria construir suas próprias ideias e estratégias (KAFAI, Y; RESNICK, 1996). Para Valente (1993), o instrucionismo é caracterizado principalmente pela transmissão de conteúdos programados, tornando o indivíduo espectador para um volume de conhecimentos pré-determinados. Freire (1996) classificou este tipo de ensino como educação bancária, fazendo alusão ao fato deste tipo de abordagem “depositar” ou “transferir” conhecimento ao indivíduo, com um forte apelo à memorização de conteúdo. Para Papert (2008), na educação tradicional, a mensagem é codificada segundo aquilo que as instituições entendem que os indivíduos precisam saber. Em contraste, o construcionismo é constituído sobre a suposição de que os indivíduos farão melhor buscando e descobrindo por si mesmos o conhecimento específico que precisam para resolver determinado problema (PAPERT, 2008)<sup>31</sup>.

Assim, o construcionismo utiliza a confecção de objetos como ferramentas de construção do conhecimento (PRADO, 1999). Valente (1993) acredita que no construcionismo, o indivíduo não é ensinado por meio de alguma ferramenta ou instrumento, mas se utiliza deste para desenvolver algo. A aprendizagem ocorre pelo fato do indivíduo estar executando uma tarefa por meio de uma ferramenta ou instrumento. Como Papert (2008) salientou, no construcionismo o indivíduo que deve exercer a ação sobre as ferramentas utilizadas no processo de aprendizagem. Deste modo, o processo de ensino e aprendizagem passa a ter a chance de uma aprendizagem realmente significativa (BLIKSTEIN; KRANNICH, 2013b; KAFAI, Y; RESNICK, 1996; MARTINEZ; STAGER, 2013; PAPERT, 1983, 2008; RESNICK, 1998).

No construcionismo, o aprendiz desenvolve-se por meio de uma abordagem *hands-on, head-in*<sup>32</sup>, onde, existe a construção de um artefato escolhido por ele,

---

<sup>31</sup> No livro *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*, de 2008, Seymour Papert faz alusão ao ensino tradicional (instrucionismo) onde o indivíduo é alimentado com “peixe” ou conhecimento pré-determinado pelas instituições de ensino, enquanto que no construcionismo, o indivíduo é motivado a “pescar” ou buscar o conhecimento por si próprio, com uma maior ênfase para aquele conhecimento de que necessita para resolver determinada situação.

<sup>32</sup> A expressão *hands-on, head-in* refere-se ao processo de produção prática (mãos na massa) e o engajamento (entrar de cabeça) que ocorrem na prática construcionista (PRADO, 1999).

tornando-o significativo (PRADO, 1999). Freire (1996) também defende este ponto de vista, pois o processo de ensino e aprendizagem, segundo ele, não deveria ser resumido a transferência de conhecimento, mas na criação de possibilidades para sua própria produção ou construção. Valente (1993) observa que na abordagem construcionista, a estruturação do conhecimento acontece quando o aluno elabora um objeto de seu interesse, sendo este uma obra de arte, um relato de uma experiência, um programa de computador ou qualquer outro tipo de projeto. Na perspectiva construcionista, esta abordagem gera engajamento no sujeito, levando-o a buscar de uma forma mais intensa o conhecimento, desenvolvendo assim a arte de aprender (GERSHENFELD, 2012). Papert sugere que a arte de aprender ou matemática<sup>33</sup> seja levada muito a sério por todos que participam do processo de aprendizagem, tanto quanto, a arte de ensinar, representada pela palavra pedagogia (PAPERT, 2008).

A inspiração para a teoria do construcionismo de Papert, em parte, veio de sua convivência acadêmica com Jean Piaget, sendo esta teoria uma reconstrução pessoal de Papert, do construtivismo de Piaget. (MARTINEZ; STAGER, 2013; PAPERT, 2008; PRADO, 1999; RESNICK, 1998). Piaget desenvolveu ao longo de sua vida diversos experimentos no campo da educação, dando origem a teoria de desenvolvimento mental chamada de construtivismo (MOREIRA, 1999). O construtivismo pode ser definido como uma teoria educacional ativa, onde o estudante desenvolve e constrói sua própria estrutura de pensamento, formando suas próprias representações de conhecimento com base em suas experiências (MARTINEZ; STAGER, 2013).

Para Piaget, o conhecimento não pode ser transmitido ou transferido (1973), porém, é construído pelo indivíduo, a partir de suas próprias ações, em interação com o meio (ALMEIDA, 1999). O construtivismo apoia-se na ideia de que a construção do conhecimento acontece por meio da interação do indivíduo com o ambiente ao seu

---

<sup>33</sup> Seymour Papert sugere que a expressão “arte de aprender” seja representada pela palavra matemática. Esta palavra surge a partir da raiz grega *math*, encontrada em palavras como *mathematikos*, que significava disposto a aprender, *mathema* que significa lição e *manthanein* que era o próprio verbo aprender. Papert faz relação com a palavra heurística, originada da expressão *heureka!* de Arquimedes, que diz respeito a arte da descoberta intelectual, e que tem sido contextualizada à descoberta de soluções para problemas. Assim sendo, matemática, enquanto uma disciplina sobre a arte de aprender, é para a aprendizagem o que a heurística é para a resolução de problemas (PAPERT, 2008).

redor, tendo sua raiz na ação e que esta promove modificações ou transformações tanto no indivíduo quanto no objeto. Assim, sempre que o indivíduo se depara com algo novo que não compreende, isto gera um desequilíbrio em suas estruturas internas. A busca pela compreensão do fenômeno é a responsável pelo restabelecimento do equilíbrio, em um processo de construção e reconstrução das estruturas mentais (ALMEIDA, 1999; PRADO, 1999). Para Piaget (1973), estas transformações se dão através do processo de equilibração. Esta equilibração ocorre mediante a mecanismos de assimilação e acomodação que acontecem no momento de interação do indivíduo com o meio (PRADO, 1999). Assim, a construção do conhecimento ocorre de forma progressiva, através de ações ordenadas, que, ao serem interiorizadas, acabam por transformar as estruturas cognitivas internas do indivíduo (ALMEIDA, 1999).

Para Almeida,

Assimilação e acomodação são os mecanismos básicos necessários à construção do conhecimento resultante de um processo de adaptação que se constitui na interação entre sujeito e objeto. Assimilação é a ação do sujeito sobre o objeto, isto é, o sujeito atua sobre o objeto e o transforma pela incorporação de elementos do objeto às suas estruturas, existentes ou em formação. Acomodação é a ação do sujeito sobre si próprio, ou seja, é a transformação que os elementos assimilados podem provocar em um esquema ou em uma estrutura do sujeito. A adaptação é um equilíbrio entre a assimilação e a acomodação. (ALMEIDA, 1999, p. 59).

Piaget definiu o mecanismo de assimilação como a ação do sujeito sobre um objeto, em um processo onde este incorpora novas experiências ou informações àquelas já existentes (MARZANO, 2007). A acomodação é um movimento onde o sujeito modifica suas estratégias de ação, suas ideias e seus conceitos, em função de novas informações ou experiências, transformando os esquemas pré-existentes do sujeito, para adequação às exigências do meio (MUNARI, 2010). Deste ponto de vista, o construtivismo é uma teoria educacional que enfatiza o ensino prático baseado em atividades onde os estudantes desenvolvem suas próprias estruturas de pensamento (ACKERMANN, 2010). Para Piaget, testar ideias no mundo, possibilita que o indivíduo verifique as expectativas, antes, apenas teorizadas, em relação à realidade, em um processo que pode causar desequilíbrio conceitual e pode por sua vez levar a uma

necessidade de equilibração ou adaptação conceitual (PIAGET, 1973).

Os trabalhos de Piaget e seus colaboradores contribuíram para a compreensão do desenvolvimento humano, sendo a psicologia genética de Piaget uma grande inspiração para Papert (PRADO, 1999). Como o construtivismo, o construcionismo pode ser situado como uma metodologia educacional que está embasada na premissa de que o conhecimento não pode ser transmitido ou transferido pronto para outro indivíduo, e sim construído e reconstruído por este (FALBEL, 1993; HAREL; PAPERT, 1991; PAPERT, 2008).

Seguindo os passos de Piaget, Papert dedicou-se a pesquisar como as tecnologias poderiam ser utilizadas como ferramentas de apoio aos processos de aprendizagem, não como uma forma de aperfeiçoar a instrução tradicional, mas como um conjunto com o poder emancipador (BLIKSTEIN, 2016). Para Papert, as situações de desequilíbrio propostas por Piaget poderiam ser resultado da utilização destas tecnologias no processo de aprendizagem (PAPERT, 2008). Isto pode ser constatado pela investigação de Papert pela inserção do conceito construtivista de Piaget em um ambiente informatizado, com a utilização do computador (PRADO, 1999). Sobretudo, é possível vislumbrar algumas similaridades entre a teoria construcionista e a teoria construtivista, como por exemplo, a valorização do pensamento concreto (PAPERT, 2008).

Para Piaget, na teoria do construtivismo a construção do conhecimento está relacionada à interação sujeito e objeto, tendo o pensamento concreto uma conotação de trampolim para o pensamento abstrato (PIAGET, 1973). No construcionismo de Papert, o processo continua a estar relacionado a este tipo de interação, todavia, com a introdução de algum instrumento ou ferramenta que o aluno possa se apropriar, o qual produza esta interação de forma contínua e possibilite a expressão de ideias por parte do indivíduo, e conseqüentemente, a construção de conhecimento (PAPERT, 1983, 2008).

Nesta abordagem, o “pensamento concreto, não o pensamento formal abstrato, é o verdadeiro recheio do funcionamento da mente, onde as abstrações funcionam como ferramentas para intensificar o concreto” (PAPERT, 2008, p.10). Fica assim evidente que os métodos formais, para Papert, estão à mão, não no topo.

## Segundo Papert

...a construção que ocorre “na cabeça”, ocorre com frequência de modo especialmente prazeroso quando é apoiada por um tipo de construção mais pública, “no mundo” – um castelo de areia ou uma torta, uma casa Lego ou uma empresa, um programa de computador, um poema ou uma teoria do universo. Parte do que tenciono dizer com “no mundo” é que o produto pode ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado. Ele está lá fora (2008,p. 137).

É importante chamar a atenção que “agir física e mentalmente com objetos concretos, em ambientes naturais ou se valendo de tecnologias de representação, não é melhor nem “pior” do que formalizar, aprender no nível mais abstrato”(PAPERT, 2008, p.11), mas para o processo de aprendizagem, se configura como uma fundamentação para as didáticas baseadas no fazer. Nesse ínterim, é possível afirmar que Papert leva a teoria construtivista um passo adiante no sentido de promover uma ação, onde a aprendizagem se torna real e palpável (MARTINEZ; STAGER, 2013). Assim, é possível ter o entendimento de que o construcionismo possui a conotação de um conjunto de peças para a construção de um determinado artefato e que a construção do conhecimento se daria por meio do fazer literal (KAFAI, Y; RESNICK, 1996). O processo é desenvolvido por meio de atividades construtivas práticas, podendo acontecer durante uma montagem de um conjunto Lego, na construção de um robô, ao cozinhar receitas e assim construir conceitos matemáticos durante a medição de ingredientes ou ainda a partir de uma linguagem de programação, que permita a construção de coisas (PAPERT, 2008).

O construcionismo é operacionalizado mediante um tipo de construção material pública, tornando a solução para um determinado problema, mais tangível. Neste sentido, o construcionismo pode ser apoiado por uma abordagem mais direcionada a concepção e execução de projetos (KAFAI, Y; RESNICK, 1996).

### **2.2.2 A utilização de projetos na aprendizagem em ambientes *maker***

Em ambientes *maker*, a metodologia construcionista, apoia uma aprendizagem de uma forma mais literal, por meio da construção de objetos tangíveis e construções

mais públicas (BLIKSTEIN, 2013). Desta perspectiva, a melhor forma de desenvolver o conhecimento é por construir algo compartilhável, fora da cabeça do aluno (PAPERT, 2008). Essas construções são comumente concebidas em forma de projetos, e tornam-se reais, por meio de artefatos (GERSHENFELD, 2012). Assim, aprender através da concepção de projetos, é uma importante ferramenta para ambientes onde o construcionismo é aplicado, já que favorece o desenvolvimento de artefatos (KAFAI, Y; RESNICK, 1996).

Um projeto surge como uma ideia para a resolução de um problema real, de interesse do indivíduo (RESNICK, 2017). Uma aprendizagem baseada na construção de projetos, permite que os indivíduos confrontem as questões e os problemas do mundo real, que consideram significativos, determinando como abordá-los (MERGENDOLLER; MAXWELL; BELLISIMO, 2006). Quando um indivíduo começa a desenhar uma solução, ele inicia um processo onde se torna necessário despende energia e desenvolver diferentes estratégias, já que não existem fórmulas prontas para resolver o problema (MARTINEZ; STAGER, 2013). Mesmo para solucionar as situações novas que surgem durante a construção de um projeto, este deverá lançar mão de um novo plano ou método (PROVENZANO; 2016). O indivíduo é assim impelido a buscar a melhor solução dentro de seu escopo de conhecimentos, buscando formas de resolução, projetando uma solução (BENDER, 2014). Para Resnick, em sua teoria da aprendizagem criativa, o processo ocorre em quatro passos: o indivíduo imagina ou projeta a solução, cria um protótipo, testa, compartilha com seus pares e reflete sobre a solução buscando por melhorias, iniciando novamente o ciclo (RESNICK, 2014).

Confeccionar projetos em ambientes *maker* é sobre dar aos alunos opções de explorar aquilo que eles estão apaixonados, dando acesso às ferramentas que precisam para criar (PROVENZANO, 2016). Este tipo de artifício produz altos níveis de engajamento nos indivíduos, pois consegue capitalizar sua curiosidade, fazendo com que coloquem suas energias na resolução de um problema, por meio da construção de um artefato (RESNICK, 2017). Quando o projeto é concretizado, temos evidências de que o aluno está desenvolvendo-se (PAPERT, 2008).

No contexto da aprendizagem *maker*, esta abordagem harmoniza-se de forma excepcional, dado que estabelece ligação entre a teoria do construcionismo e a prática da criação de elementos concretos (HALVERSON; SHERIDAN, 2014). Verifica-se

ainda que esta abordagem auxilia no processo de investigação e que as ferramentas tecnológicas encontradas em laboratórios de fabricação digital, bem como em outros espaços *maker*, são recursos para o desenvolvimento de produtos (BLIKSTEIN, 2013). Quando desenvolvidos nesses ambientes, observa-se que os resultados dos projetos são afetados diretamente, já que possibilitam uma gama de opções de ferramentas para o usuário (KINNEY, LIND;WHARTON, 2008). Quanto maior for o número de ferramentas à mão do usuário, mais estes demonstram vocação para produzir artefatos (MONTESSORI, 1965), comprovando que os ambientes *maker* são espaços preparados para o desenvolvimento dos alunos (GERSHENFELD, 2012).

### **2.2.3 Aprendizagem baseada em projetos**

A aprendizagem baseada em projetos ou simplesmente ABP, auxilia no desenvolvimento de experiências construcionistas (HALVERSON; SHERIDAN, 2014). Através desta abordagem os alunos resolvem problemas que consideram relevantes, desenvolvendo projetos ou produtos para externar ou tornar real no mundo a solução escolhida (BARELL, 2010).

Para Bender,

A aprendizagem baseada em projetos é um modelo de ensino que consiste em permitir que os alunos confrontem as questões e os problemas do mundo real que consideram significativos, determinando como abordá-los, e, então, agindo cooperativamente em busca das soluções. (BENDER, 2014, p.9).

Este modelo de ensino ou abordagem, tem sido utilizado com êxito por educadores do mundo todo, por proporcionar uma aprendizagem mais profunda e aumentar a motivação dos alunos para aprender e desenvolver habilidades colaborativas, sendo considerada como uma técnica de ensino do século XXI (BENDER, 2014). Na ABP, os aprendizes desenvolvem-se por meio de uma questão desafiadora, chamada de questão motriz. Esta questão deve ser a “fonte de motivação para que o aluno desenvolva seu projeto” (GRANT, 2002 apud. BENDER, 2014). Para o desenvolvimento dos artefatos, devem ser fornecidas âncoras para os indivíduos.

Uma âncora, no contexto da ABP, é uma base para fundamentar o ensino no mundo real. Esta deve relacionar a construção no mundo real, com o problema, podendo ser um artigo de jornal, um vídeo ou uma apresentação que insira o aluno no contexto do projeto (BENDER, 2014). Já os artefatos são os itens criados para ao longo da execução de um projeto que representem as possíveis soluções para o problema. O termo artefato remete ao fato de que os projetos resultam em um produto físico (BENDER, 2014). Nos ambientes *maker*, esses produtos podem ser desde objetos feitos artesanalmente de madeira, impressões 3D, peças recortadas em máquinas laser, até, conjuntos robóticos complexos, que se utilizam de todos os outros processos descritos anteriormente, acrescidos de tecnologias eletrônicas como placas e sensores, ou ainda programas de computador (ANDERSON, 2012; EYCHENNE, F. ; NEVES, 2013; GERSHENFELD, 2012; HALVERSON; SHERIDAN, 2014; KAFAI; FIELDS; SEARLE, 2014; PROVENZANO; NICHOLAS, 2016; RESNICK, 1998; RESNICK et al., 2009; STAGER, 2014).

O erro é outro fator importante na abordagem de aprendizagem por meio de projetos. Em ambientes onde a ABP é utilizada, a construção através de design é um processo de experimentação, onde o erro deve ser permitido (MARTINEZ; STAGER, 2013). Para Johnson (2011), a transformação do erro em *insight* permite que portas sejam abertas para a inovação. Permitir o erro em uma abordagem voltada a projetos é permitir a livre experimentação, que pode resultar em diferentes aprendizados para o aprendiz (RESNICK, 2017).

Segundo a abordagem Reggio Emília (KINNEY; WHARTON, 2008) um fator relevante é o problema, questão motriz ou questão âncora ser plausível. A questão que desperta o estímulo de busca pela resolução do problema, não deve ser muito aberta ou muito abrangente, de forma que seu objetivo não seja alcançado. Para Galloway, (2015) devem ser evitadas questões muito amplas e complexas, do tipo como podemos mudar o mundo, e substituídas por questões do tipo como podemos criar um lugar onde os pássaros possam visitar a escola, onde o resultado é maior engajamento para a resolução do problema, pois o nível de complexidade é adequado a meta que se propõe. Para Martinez e Stager (2013) projetos monumentais<sup>34</sup> devem

---

<sup>34</sup> Em seu livro, *Invent to Learn*, Martinez e Stager (2013) descrevem que projetos monumentais são aqueles onde os alunos acabam tendo de resolver um número assombroso de

ser evitados, pois, esse tipo de trabalho acaba por exigir um número muito grande de estratégias por parte dos alunos, desestimulando-os. Os autores consideram que nesse caso, seria mais proveitoso optar por um projeto mais simples, porém substancial. Para Provenzano (2016) ao desenvolver projetos, o aprendiz deve ter autonomia para tomada de decisões. A função do facilitador é o de apontar os alunos para o caminho correto, ajudando-os em suas criações, porém deixando espaço para que desenvolvam suas ideias livremente (GRAVES; GRAVES, 2017).

Apesar de existirem muitas formas de abordagem por projetos, Bender (2014, p.16) lista algumas semelhanças que estas devem ter, por meio de alguns termos comuns:

- *Âncora: cenário que guia o projeto. Uma âncora serve para fundamentar o ensino em um cenário do mundo real. A âncora pode ser uma questão, um artigo de jornal, um vídeo um problema real colocado pela sociedade.*
- *Artefatos: são os produtos ou itens criados ao longo da execução de um projeto e que representam possíveis soluções, ou partes de uma solução, para o problema.*
- *Desempenho autêntico: representa a ênfase de que a aprendizagem resultante desses projetos deveria se originar de cenários ou problemas reais.*
- *Brainstorming: processo onde os alunos formulam diversas ideias de possíveis soluções para o problema.*
- *Questão motriz: é a questão principal, que fornece a tarefa geral ou meta declarada para o projeto. Esta deve ser explicitada de maneira clara e ser altamente motivadora. Deve ser algo que desperte sua paixão.*
- *Aprendizagem expedicionária: quando os alunos são transportados para o cenário do problema sendo forma literal ou por meio de algum tipo de imersão.*
- *Rubrica: grupo de critérios que o aluno deverá cumprir durante a confecção do projeto. A rubrica deve ser clara e objetiva, proporcionando*

---

questões, não tendo tempo para pensar e abstrair. As autoras exortam que ao adotar como proposta este tipo de projeto, o nível de complexidade deve estar adequado ao nível do aprendiz.

*um norte para a estruturação do projeto.*

Segundo Martinez e Stager (2013, p.59) para que um projeto seja relevante, é necessário que possua:

- *Propósito e relevância. O projeto deve ser pessoalmente significativo. Deve fazer com que o aluno seja engajado para que ele invista tempo, esforço e criatividade em seu desenvolvimento;*
- *Tempo. Os alunos deverão ter tempo de pensar, planejar, executar depurar, mudar de rumo, expandir e editar seus projetos. O tempo deve oferecer aos estudantes igualdade de acesso ao conhecimento e materiais.*
- *Complexidade. Os melhores projetos combinam múltiplas áreas e insights acidentais e conexões com grandes ideias.*
- *Intensidade. Projetos precisam ser intensos. Esta intensidade é proveniente do engajamento dos alunos em uma determinada atividade prazerosa. Muitas pessoas envolvem-se com determinadas atividades de uma forma em que não notam a passagem do tempo. Um indivíduo engajado de forma intensa, passará muitas horas produzindo no projeto.*
- *Conexão. Durante um bom projeto os membros do grupo estão conectados uns aos outros, além de buscarem conexões com outros pares, áreas de conhecimento, especialistas e com plataformas.*
- *Acesso. Ao realizar um projeto, o indivíduo deve ter acesso a uma ampla variedade de recursos e materiais concretos e digitais.*
- *Compartilhamento. Os alunos precisam criar algo que possam compartilhar com os outros. Este movimento de compartilhar proporciona mais motivação, relevância, tomada de perspectiva, aprendizagem recíproca e uma autêntica audiência para o projeto.*
- *Inovação. Um projeto deve ser inovador em algum nível, oportunizando ao aluno experimentação e descobertas.*

Em ambientes *maker* é possível aproveitar ao máximo esta abordagem, pois tem por objetivo oportunizar o acesso às ferramentas necessárias para a execução de projetos, e conseqüentemente, a construção do conhecimento. Em contraste com

o ensino tradicional instrucionista e sua valorização do processo de ensino, o processo de construção do conhecimento dos espaços *maker*, valoriza muito mais a aprendizagem (GERSHENFELD, 2012; MARTINEZ; STAGER, 2013; NEVES, 2014; PROVENZANO, 2016). Neste tipo de abordagem, o docente assume o papel de facilitador, como um mediador do processo de aprendizagem (BLIKSTEIN; KRANCH, 2013). Os vários ciclos de um projeto permitem que os indivíduos desenvolvam uma compreensão de conceitos relevantes que aquele projeto quer passar. Isto aumenta a probabilidade de conexões conceituais entre a teoria e a prática (MARTINEZ; STAGER, 2013).

Por adotar estas práticas e metodologia na educação, estes podem ser considerados espaços produtivos para a formação das habilidades requeridas para o novo cenário que se apresenta e potencializado ao ser combinado com o *design thinking*, como sugerido neste trabalho.

#### **2.2.4 Contribuições do ambiente para aprendizagem em espaços *maker***

Nos espaços *maker*, a metodologia de ensino é centrada no indivíduo, fazendo com que este busque constantemente construir seu conhecimento, por meio de construções físicas, de objetos significativos (GERSHENFELD, 2007). Nesse tipo de abordagem construcionista, o ambiente estar preparado para a evolução do indivíduo, contendo todos os estímulos e ferramentas necessárias para seu desenvolvimento, tem uma grande importância (RESNICK, 2017). Ambientes *maker* são conhecidos por terem as ferramentas necessárias para o desenvolvimento de projetos, contando muitas vezes com tecnologia de ponta e democratizando o acesso de todos a estas (BLIKSTEIN, 2013). Abordagens como Reggio Emilia, Montessori e Waldorf, influenciaram os ambientes *maker*, introduzindo aspectos em suas metodologias que podem ser utilizados para maximizar o processo de aprendizagem (MARTINEZ; STAGER, 2013).

Estas abordagens inspiraram de alguma forma a atual abordagem utilizada pelo movimento *maker* na educação (GALLOWAY, 2015). São métodos de ensino ativos para uma aprendizagem inovadora e progressista, tornando a experiência mais enriquecedora para os envolvidos no processo. A abordagem Montessori foi idealizada por Maria Montessori, na Itália, na década de 1900, com a proposta de

formar indivíduos mais seguros e equilibrados, capazes de fazer e responder por suas escolhas. O foco desta abordagem educacional é a autonomia do indivíduo, permitindo que estes aprendam em seu próprio ritmo.

Nos programas de Montessori, os alunos não são julgados ou expostos a ações corretivas, mas sim, reorientados quanto a como seguir o caminho que eles mesmos traçaram. O papel dos professores é o de auxiliar no progresso dos alunos ajudando-os a navegarem nos diversos materiais, atuando assim como guias ou facilitadores acadêmicos. Cada docente acompanha um grupo de alunos por vários anos, o que permite mensurar o desenvolvimento. As salas de aula têm alunos de idades variadas, realizando diversos processos em níveis diferentes. Os indivíduos mais experientes auxiliam e agem como modelos para os menos experientes (MARTINEZ; STAGER, 2013).

A filosofia educacional Waldorf foi fundada por Rudolf Steiner, um cientista e filósofo, com o objetivo de “despertar o que realmente existe no ser humano”. O foco desta abordagem é buscar o desenvolvimento de indivíduos multifacetados, com a motivação de sempre estar buscando o conhecimento. A abordagem está baseada em brincadeiras, com o objetivo de despertar atributos como pensamento criativo, inteligência emocional, vitalidade física, resiliência, responsabilidade para com a natureza e para com a sociedade, os quais os indivíduos já vêm ao mundo com estes internalizados. Para alavancar o desenvolvimento destes atributos, atividades lúdicas, como brincadeiras e atividades rotineiras, como panificação e jardinagem, são conduzidas pelos docentes. Nesta abordagem o docente acompanha seus alunos por diversos anos, auxiliando-os em seu desenvolvimento com o objetivo de introduzir o elemento certo no momento em que o aluno está maduro para recebê-lo (ROMANELLI, 2017).

Espaços *maker* educacionais possuem diversidade de ferramentas para o desenvolvimento das criações dos aprendizes. Entre esses materiais, podem ser encontrado artefatos como Lego robótica, *Makey Makeys*, *Arduinos*, *Raspberry Pi* e pequenas máquinas para o processo de manufatura (EYCHENNE ; NEVES, 2013). Embora, as ferramentas sejam um aspecto importante em uma abordagem que visa o fazer, se a mentalidade correta também não estiver presente, o processo de aprendizagem pode falhar. O ambiente deve proporcionar o desenvolvimento do indivíduo e liberdade de escolha, pois a autonomia e controle sobre seu aprendizado

poderão aumentar a motivação (MARTIN, 2015).

Devido às similaridades na apresentação das propostas e resultados esperados, bem como ter a resolução de problemas e a confecção de projetos como principais objetivos, a abordagem Reggio Emilia será analisada de forma mais aprofundada. O objetivo da análise desta abordagem é a busca por similaridades e subsídios encontrados em Reggio Emilia e que são utilizados nos ambientes *maker*.

Para Galloway (2015), tanto o movimento *maker*, quanto a abordagem de Reggio Emilia são abordagens construtivistas, com ênfase no construcionismo, que, quando utilizadas em conjunto, devido às suas semelhanças de objetivos, podem auxiliar no desenvolvimento das habilidades criativas.

### **2.2.5 A influência da abordagem Reggio Emilia em espaços *maker***

A abordagem Reggio Emilia, foi criada na cidade homônima, na Itália, na década de 1960, pelo professor Loris Malaguzzi e seus pares. A filosofia surgiu com o intuito de auxiliar na reconstrução da cidade, devastada pela II guerra mundial, com o objetivo de promover o indivíduo a protagonista, colocando-o no centro do processo de aprendizagem, com base nas ideias de autores como Dewey, Piaget e Vygotski (GALLOWAY, 2015). Ademais, a cultura local e a comunidade são valorizados nesta abordagem, fazendo com que sejam respeitados os direitos, as necessidades e os interesses dos alunos (ReChild, 2009).

A abordagem Reggio Emilia, parte do princípio de que os indivíduos são capazes, complexos, criativos e com um infinito desejo de conhecer e entender o mundo ao seu redor (CADWELL, 1997). Esta perspectiva apoia, assim como acontece nos espaços *maker*, a capacidade dos indivíduos de desenvolverem suas próprias hipóteses e teorias, tornando-se protagonistas do processo de aprendizagem (GALLOWAY, 2015).

Isso se torna mais evidente quando pensamos no papel do professor nesta abordagem. Em Reggio Emilia, os professores são vistos como facilitadores dos movimentos de expressão dos alunos, como um parceiro, um pesquisador ou como um guia no processo de construção do conhecimento, observando os indivíduos em busca de sinais de raciocínio, documentando maneiras de como estes estão tornando

o pensamento visível e procurando dar sentido ao pensamento de seu aprendiz (FOCHI, 2014; MARTINEZ; STAGER, 2013).

Nesta abordagem, o ambiente é fundamental. Chamados de ateliês, são considerados o terceiro professor (o professor, os pais como parceiros e o ambiente como estímulo de aprendizagem). Estas salas estão cheias de materiais, ferramentas e trabalhos em andamento que visam dar a oportunidade do desenvolvimento da criatividade e colaboração (EDWARDS,GANDINI, 1998). Nos ateliês é possível encontrar os indivíduos utilizando uma variedade de ferramentas reais em busca da resolução de problemas autênticos por meio do fazer.

A abordagem Reggio Emilia, possui um tratamento interdisciplinar, com foco na criação e no processo de colaboração e de forma semelhante aos ambientes *maker*, se utiliza da metodologia de projetos para provocar o desenvolvimento do aprendiz (KINNEY, LIND;WHARTON, 2008). A aprendizagem ocorre por meio da confecção de projetos com diferentes prazos de duração. Estes não estão presos a currículos ou a planos de aula. O ritmo dos projetos depende das capacidades e do desenvolvimento do indivíduo, podendo de curta, média ou longa duração, contínuo ou descontínuo (Rinald, 2006).

Outra peça chave para a abordagem Reggio Emilia é a documentação. A documentação dos processos realizados pelos alunos é registrada por meio de fotografias, notas, trabalhos de alunos, diários, observações da vida escolar do aluno, a fim de dar subsídios para que o docente trace novas trilhas de aprendizagem para os alunos. Assim, como ocorre na abordagem Reggio Emilia, nos espaços *maker*, a documentação é parte da comunicação, formando uma base de dados que torna possível que os usuários conheçam experiências anteriores dos projetos.

O quadro 1 demonstra as particularidades da abordagem Reggio Emilia para a educação.

Quadro 1 – Particularidades da abordagem Reggio Emilia

Fonte: o autor

<b>Similaridades entre a abordagem Reggio Emilia e o movimento <i>maker</i></b>	
<b>Abordagem Reggio Emilia</b>	<b>Movimento <i>Maker</i></b>
Contrutivista	Construtivista com ênfase no construcionismo
Aprendizagem pelo contexto social	Aprendizagem em comunidade
Indivíduo capaz de conduzir seu processo de aprendizagem	Indivíduo como inventor e pesquisador
Professor como um facilitador	Professor como um guia
Aprendizagem baseada em projetos	Aprendizagem mãos na massa
Ambiente como terceiro professor	Ambiente auxiliando na aprendizagem
Documentação no processo de aprendizagem	Documentação como norteador a partir de resultados visíveis

Em seu trabalho, *Bringing A Reggio Emilia Inspired Approach into Higher Grades*, Galoway (2015) utilizou um *makerspace* sob os princípios da abordagem Reggio Emilia, buscando descobrir se combinadas, estas duas abordagens poderiam contribuir para o desenvolvimento das habilidades do século XXI.

A busca pela conexão entre as abordagens é importante por ter implicações na educação de uma perspectiva construtivista e construcionista.

A seguir, no quadro 2, um comparativo entre a abordagem Reggio Emilia e a prática desenvolvida nos ambientes *maker*, na perspectiva de Galoway (2015).

Quadro 2 - Similaridades entre as abordagens Reggio Emilia e o movimento *maker*  
 Fonte: adaptado de Galoway (2015)

<b>Pilares do processo em Reggio Emilia</b>
O indivíduo como protagonista, colaborador e comunicador
Cooperação como forma de aprendizagem
O professor como parceiro, educador, guia e pesquisador
Documentação: A documentação pode estar sob a forma de um relatório de laboratório, do inventor, um caderno, uma filmagem, um <i>portfólio</i> de projetos, <i>podcasts</i> , blogs ou cartazes de parede. A documentação deve ser utilizada para que o pensamento criativo venha à tona. É utilizada para nortear a prática docente pela percepção, como fonte de pesquisa sobre os alunos, um documento em que os docentes estudam, discutem, interpretam os dados com o propósito de preparar o ambiente para a próxima fase no desenvolvimento da aprendizagem
O ambiente: em Reggio Emilia, o ambiente auxilia o processo de aprendizagem e a troca de informações, promovendo um ensino personalizado e falando muito sobre quem está trabalhando naquele ambiente. O ambiente deve favorecer o aprendizado por meio de ferramentas construcionistas como livros, materiais de design, computadores, artefatos para robótica, eletrônica, materiais de construção eletrônica como Lego, objetos reciclados, sopradores térmicos, kits de construção, impressoras 3D, câmeras, balões meteorológicos, ferramentas de eletrônica, entre outros artefatos que estimulem o processo criativo.

### 2.2.6 Aprendizagem criativa e suas contribuições para os ambientes *maker*

Como tratado até o momento neste documento, o processo de aprendizagem em um ambiente *maker* é baseado na metodologia construcionista e composto por um ambiente que potencialize o processo de criação, compartilhamento e o trabalho colaborativo. Para Martinez e Stager (2013), o professor pesquisador Mitchel Resnick, do Media Lab, MIT, desenvolveu uma abordagem onde seria possível reunir todos esses atributos, chamada de aprendizagem criativa. A aprendizagem criativa, é desenvolvida a partir do entendimento de que os processos de aprendizagem

deveriam estar mais próximos aos observados nos jardins de infância, onde os indivíduos estão constantemente projetando, criando, experimentando e explorando (RESNICK, 2007).

A aprendizagem criativa de Resnick, está fundamentada sobre o objetivo de tornar os indivíduos pensadores criativos, habilidade essencial para o cenário de rápida evolução e mudança que presenciamos (RESNICK, 2017). Resnick criou no MIT um grupo de pesquisa chamado *Lifelong Kindergarten* (Jardim de infância ao longo da vida) onde o objetivo é o de oportunizar um padrão de aprendizagem que ocorra da mesma forma como no jardim de infância implementado por Friedrich Froebel, por meio de experimentação e descoberta. Friedrich Froebel cunhou o termo jardim de infância, na Alemanha, em 1837.

Para Froebel, os educadores, assim como o jardineiro, devem criar as condições ideais para que o jardim floresça, ou seja, criar as condições para que haja o desenvolvimento dos aprendizes (MARTINEZ; STAGER, 2013). Froebel promoveu o foco na educação centrada no indivíduo, mesmo no século 19, em meio a uma revolução industrial, onde a educação era conduzida em massa devido a formação de mão de obra para as indústrias. Quando desenvolveu os primeiros jardins de infância, estes traziam uma abordagem radicalmente diferente para a educação, pois não eram meramente escolas de educação infantil, mas centros de desenvolvimento humano (RESNICK, 2017).

Resnick, ilustra a forma como ocorre este tipo de aprendizagem nos Jardins de infância:

Duas crianças começam a brincar com blocos de madeira. Com o tempo, eles constroem algumas torres. Um colega de classe vê as torres e começa a empurrar seu carrinho de brinquedo entre elas. Mas as torres estão muito próximas umas das outras, de modo que as crianças começam a afastar as torres para dar lugar aos carros. No processo, uma das torres cai. Depois de uma breve discussão sobre quem foi a culpa, eles começam a falar sobre como construir uma torre mais alta e mais forte. O professor mostra-lhes fotos de arranha-céus do mundo real, e eles percebem que os fundos dos edifícios são mais largos que os de cima. Então, eles decidem reconstruir sua torre de blocos com uma base maior do que antes (2007,p.2 - minha tradução).

Na abordagem da aprendizagem criativa, a construção do conhecimento se dá pelo movimento denominado de espiral criativa, onde os indivíduos passam por etapas distintas, de forma iterativa e repetitiva, na tentativa de formularem uma nova hipótese de resolução. Esta espiral de aprendizagem criativa é repetida várias vezes até que indivíduo esteja satisfeito com o resultado (MARTINEZ; STAGER, 2013; RESNICK, 1998, 2014, 2017). Este processo está intimamente associado com a prática de conceber projetos (MARTINEZ; STAGER, 2013). Ao construir um projeto, os indivíduos estão aprendendo a como lidar com os materiais e ferramentas necessários para a realização daquela tarefa. Eventualmente, quando um passo ocorre de forma incorreta, os indivíduos continuam o processo de construção e reconstrução, quantas vezes forem necessárias, até atingirem seu objetivo. Durante o processo, vão desenvolvendo estratégias, descrevendo e analisando como seu artefato será utilizado (BARELL, 2010; BENDER, 2014; EDWARDS; GANDINI, 1998; GALLOWAY, 2015; KINNEY; WHARTON, 2008). É notável que a natureza do projeto é variável, podendo assumir a forma de um protótipo de uma prótese de baixo custo (MOTA, 2012), ou mesmo um *wearable* (KAFAI; FIELDS; SEARLE, 2014). Apesar das diferenças de produto final, o processo é essencialmente o mesmo: os estudantes constroem protótipos de projetos, divertem-se neste processo, compartilham estes projetos com outros estudantes, refletem sobre o processo e aquilo que aprenderam, e, começam a imaginar melhorias para seu projeto, reiniciando assim a espiral (RESNICK, 2017).

### **2.2.7 Os quatro P's**

A descoberta e a experimentação sugeridas por Resnick, são impelidas por quatro elementos fundamentais, denominados de quatro P's da aprendizagem criativa: projetos, parcerias, paixão e pensar brincando (MARTINEZ; STAGER, 2013; RESNICK, 2014, 2017).

Estes estão alinhados à abordagem construcionista, que enfatiza a importância da criação de projetos significativos, e sofrem influência de outras abordagens centradas no indivíduo como a abordagem Reggio Emilia (GALLOWAY, 2015).

A figura 10 (RESNICK, 2017) exemplifica como ocorre a espiral criativa.



Figura 10 - Espiral criativa

Fonte: RESNICK (2017)

As seções a seguir descrevem os quatro P's de Resnick.

### 2.2.7.1 Projetos

Projetos são indutores do pensamento criativo, promovendo a criação de novas ideias, o desenvolvimento de protótipos e o refinamento de habilidades por meio de repetições (RESNICK, 2007). Quando desenvolvido de forma significativa, trabalhar ativamente em projetos, promove a aprendizagem (BENDER, 2014; PAPERT, 2008; RESNICK, 2017). Quando o indivíduo se envolve na aprendizagem por meio de projetos, ele está envolvendo-se na espiral de aprendizagem, imaginando aquilo que produzirá, criando com base em suas ideias, brincando com suas criações, compartilhando suas ideias e criações com outros, refletindo sobre suas experiências, de forma cíclica, até que esteja satisfeito com o resultado final (RESNICK, 2014).

### 2.2.7.2 Parcerias

Trabalhar com outros promove o compartilhamento de ideias, fazendo com que a aprendizagem prospere por meio da atividade social e da ajuda mútua pelo compartilhamento de informações (RESNICK, 2014). Um projeto, quando desenvolvido com outros, permite que haja maior colaboração, disseminação de informações e troca de aprendizado (PAPERT, 2008). Na era do iluminismo, os cafés, ponto de encontro de pessoas de diferentes locais e ideias, foram um dos principais propulsores do possível adjacente e inovação, assim como acontece com a internet nos dias de hoje (JOHNSON, 2011). Papert (1983) observou este movimento em galpões de preparação de escolas carnavalescas brasileiras, onde pessoas de diferentes idades e origens, compartilhavam de suas ideias e criações, disseminando informações e aprendizado. Para Johnson,

... para tornar nossa mente mais inovadora, temos de inseri-la em ambientes que compartilhem daquele mesmo tipo característico de rede; isto é, em redes de ideias ou pessoas que imitem as redes neurais de uma mente que explora os limites do possível adjacente. Certos ambientes acentuam a capacidade natural do cérebro de estabelecer novos elos de associação (2011, p.604).

Resnick observou isso em sua pesquisa com a comunidade de colaboradores do *Scratch*. Quanto mais os membros criavam e compartilhavam seus projetos, mais pessoas os utilizavam para aprender novas técnicas de codificação e obter novas ideias para seus próprios projetos. Nessa comunidade, os indivíduos estão constantemente inventando, explorando e colaborando com pessoas de comum interesse, complementando assim a aprendizagem de ambos (RESNICK, 2017).

### 2.2.7.3 Paixão

Apaixonar-se por um projeto, está associado com o envolvimento das pessoas por aquele assunto. Quando tem oportunidade de trabalhar naquilo que realmente importa para elas, as pessoas trabalham por mais tempo e muito mais motivadas,

demonstrando mais esforço e resiliência (RESNICK, 2017). Desenvolver projetos em um espaço *maker* fornece as ferramentas necessárias para que as pessoas explorem suas paixões de diferentes maneiras (PROVENZANO,2016). Pessoas envolvidas em projetos apaixonantes, fazem com que estes estejam presentes em suas rotinas, ficando muito mais motivadas para despende energia para concretizá-lo (BLUMENFELD, et.al,1991; RESNICK, 2017).

#### **2.2.7.4 Brincar**

Na perspectiva da aprendizagem criativa, brincar ou pensar brincando é relativo à uma atitude e uma forma de se relacionar com o mundo, onde a experimentação de coisas novas, a manipulação de diferentes tipos de materiais, testar limites, assumir riscos e repetir operações diversas vezes em um processo de tentativa e erro, fazem com que o indivíduo aproveite o momento de aprendizagem (RESNICK, 2007).

Portanto, a aprendizagem criativa desenvolve as habilidades que serão necessárias para este cenário de rápida evolução e mudança, onde as pessoas deverão estar preparadas para enfrentar situações inesperadas em suas vidas sociais, em comunidade e vidas pessoais (RESNICK, 2017). Resnick acredita, assim como Froebel, que o modelo tradicional de transmissão de conhecimento e ordem não são adequados para esses objetivos, e que deveriam ser substituídos pela interação com o mundo que os rodeia, e, por meio de ferramentas, dar a possibilidade de recriação do mundo por suas próprias mãos (RESNICK, 1998). Este tipo de interação e utilização de ferramentas pode ser observada nos ambientes *maker*, principalmente nos laboratório de fabricação digital, os *FabLabs* (BLIKSTEIN; KRANNICH, 2013; GERSHENFELD, 2012). Para Resnick (2007) as tecnologias digitais encontradas em ambientes de fabricação digital podem desempenhar um papel transformador na educação, pois são capazes de estender a abordagem do jardim de infância, e desenvolver pensadores criativos.

Através do movimento de aprendizagem em forma de espiral, os indivíduos desenvolvem e aperfeiçoam suas habilidades, gerando suas próprias ideias, experimentando-as, criando alternativas e tirando suas próprias conclusões dos resultados obtidos (RESNICK, 2007).

### 2.3 *Design thinking*: uma metodologia norteadora para a aprendizagem baseada em projetos

Em ambientes onde a aprendizagem ocorre por meio de projetos, o pensamento criativo promove a criação de novas ideias e o desenvolvimento de novos artefatos que atendam uma determinada necessidade ou solucionem um problema. Como visto até o momento, aspectos como o ambiente e suas ferramentas disponibilizadas para os alunos, a metodologia construcionista, com sua proposta de criação de algo tangível, no mundo, o engajamento por meio do desenvolvimento de paixão pelos projetos e a aprendizagem por meio do compartilhamento de informações e parcerias, são fundamentais para que a aprendizagem ocorra. Nesse cenário, é possível afirmar que a aprendizagem é resultado do envolvimento direto do aprendiz no processo criativo, no compartilhamento de informações e coesão com o ambiente. Assim, a utilização de uma metodologia ou abordagem que impulse o processo, tirando o máximo proveito do potencial de cada pessoa envolvida, faz com que os resultados sejam ainda mais interessantes.

Neste trabalho, é proposto que a impulsão pode ser alcançada através da inclusão da mentalidade utilizada na área de design, nos processos de produção de projetos em ambientes *maker*. Essa mentalidade de design ou pensar como um designer, possibilita que o ciclo de produção de um projeto ocorra de forma ordenada, aumentando o poder criativo daqueles que participam do processo, por fazer com que estes revisitem todos os estágios do projeto (SPENCER; JULIANI, 2016). Esta nova mentalidade na concepção de um projeto, é obtida por meio da metodologia ou abordagem do *design thinking*<sup>35</sup>. Para Cross (2011), o principal foco do *DT* é utilizar a forma de pensar dos designers e a maneira como trabalham durante a atividade de projeto, extraindo a natureza das habilidades de design, como competência cognitiva e criativa. É uma metodologia voltada para desenvolver soluções, de forma inovadora e criativa, dirigida para as partes interessadas. Não é uma fórmula para o processo criativo, mas uma abordagem ou um método, com uma estrutura flexível, onde as pessoas são colocadas em primeiro lugar (SPENCER; JULIANI, 2016). O desenvolvimento do processo do *DT* é alicerçado sobre premissas como o foco em

---

<sup>35</sup> O *design thinking* será tratado como *DT* nas próximas seções.

valores humanos, comunicação de forma impactante e ativa, colaboração radical, consciência do processo, cultura de prototipação e estímulo à ação. É focado nos valores humanos por meio da construção de empatia pelas pessoas para quem se está desenhando uma solução (IDEO, 2016). É possível ouvir e aprender com as partes interessadas, implementando soluções que atendam de forma mais plena seus desejos e necessidades (SPENCER; JULIANI, 2016).

A cultura voltada para a prototipação, propicia a transformação do conceito abstrato, do campo das ideias, para o conceito concreto, por meio da construção de objetos (BROWN, 2017). A metodologia reúne pessoas de diferentes áreas e pontos de vista. Esta diversidade permite a criação de ideias arrojadas e soluções inovadoras (BOTH; BAGGEREOR, 2017). O *DT* tem sido utilizado em diferentes áreas do conhecimento ao redor do mundo, da inovação em processos de administração de empresas, até o desenvolvimento social de regiões remotas (IDEO, 2016). O fenômeno ocorre graças ao poder de promover a inovação e transformar organizações e sociedades através de seus métodos (DESCONSI, 2012).

A partir da proposição da utilização de uma estrutura flexível para auxiliar no desenvolvimento criativo da metodologia baseada em projetos, faz-se necessária uma análise mais profunda desta abordagem. As próximas seções, abordarão as principais definições de *DT*, seu histórico e principais ferramentas do processo.

### **2.3.1 *Design Thinking*: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**

O *DT* pode ser considerado como uma metodologia ou abordagem, utilizada para a resolução de problemas de forma criativa, resultando em inovação (BROWN, 2017). Ao entender o *DT* como abordagem, é uma maneira de lidar com problemas e buscar soluções, utilizando as técnicas da área de design. Como método, reúne procedimentos para o desenvolvimento do processo de resolução do problema. É uma ação ou prática de pensar como o *designer*, de solucionar problemas com a mentalidade de um *designer* (AMBROSE; HARRIS, 2011). É inspirado na forma como a área de *design* aborda e resolve um determinado problema, centrado no humano (ROCHA, 2018). É composto por um processo, um modo de pensar, métodos e

estratégias (CAVALCANTI; FILATRO, 2016).

O processo do *DT* é proveniente de abordagens e utilização de habilidades que os designers têm aprendido ao longo de várias décadas, na busca por estabelecer relação entre as necessidades e os desejos humanos (*stakeholders*), com os recursos técnicos disponíveis, considerando, contudo, as restrições práticas dos projetos (BROWN, 2017). A proposta é de caráter exploratório, porém humano, baseada na capacidade das pessoas serem intuitivas e reconhecerem padrões, desenvolvendo ideias que tenham, além de sentido funcional, significado emocional (CAVALCANTI; FILATRO, 2016).

Segundo BROWN (2017) o *design thinking* é um processo colaborativo que se utiliza de sensibilidade e de técnica criativa para suprir as necessidades das pessoas, convertendo a necessidade em demanda. Trata-se de uma abordagem usada para a solução de problemas complexos (WELSH; DEHLER, 2012).

Para Nietzsche:

O design thinking vem sendo estudado como um tipo de pensamento que usa o design como ferramenta de trabalho mental de uma forma holística. Os dicionários ingleses oferecem um significado para pensar em algo (*thinking of*), imaginar, visualizar e até sonhar. Pensar sobre algo, como um problema (*thinking about*), parece ser uma atividade na qual se considera, se reflete e delibera. Já pensar através de algo (*thinking through*) é entender, compreender, descobrir. Na opinião de alguns pensadores, o design thinking parece abranger todas estas qualidades. (2012, p. 33).

Para Ling (2016), o *DT* pode auxiliar com que os indivíduos idealizem projetos mais inovadores, resolvam problemas de uma forma mais humana e busquem por excelência. A utilização de *DT* permitirá a exploração de oportunidades que proporcionarão a inovação. Para Cavalcanti e Filatro (2016, p.20) [...]“uma conceituação mais apropriada para o *design thinking* seria um modo de pensar, cujo principal objetivo é a produção criativa de soluções inovadoras”. O *DT* utiliza a prototipagem rápida para analisar diferentes realidades, aumentando o poder de decisão e criação.

Quando realizado de modo correto, o processo de *DT*, invariavelmente levará

a descobertas inesperadas ao longo do caminho. Por vezes, essas descobertas poderão ser integradas ao processo de modo contínuo, gerando inovação, ou, motivarão a rever algumas de suas premissas mais básicas do projeto (BROWN, 2017). Enquanto testam um protótipo por exemplo, os *stakeholders* podem proporcionar um *insight* que aponta para uma solução mais interessante e mais promissora, não vislumbrada pelos *design thinkers*. *Insights* dessa natureza devem inspirar a equipe a ajustar ou repensar suas premissas, modificando e ajustando o projeto para incluir as melhorias solicitadas pelas partes interessadas. A figura 11 exemplifica como ocorre o processo de *design thinking* (BROWN, 2017).

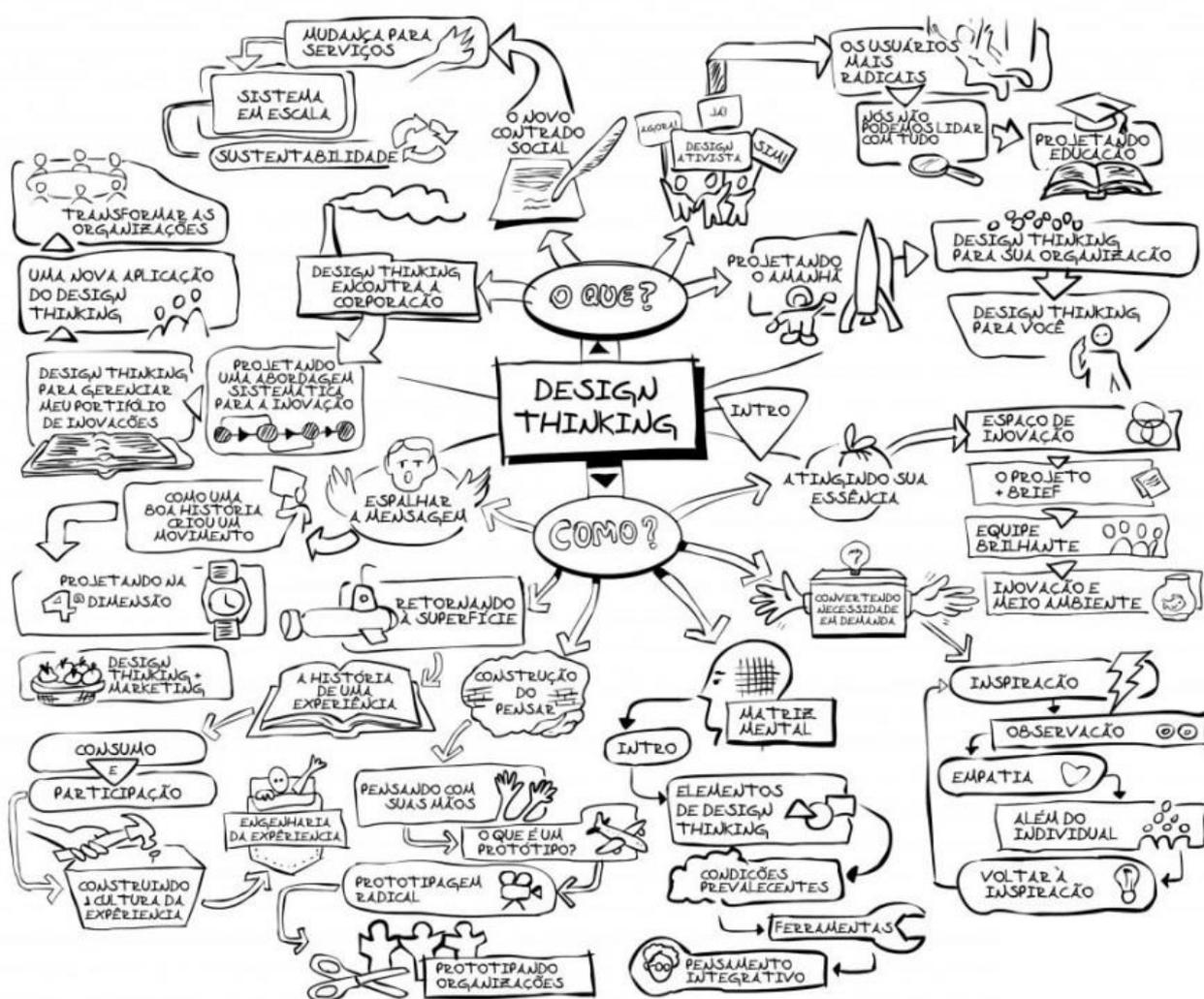


Figura 11 - Processo de design thinking

Fonte: Brown (2017)

A inovação de um projeto pode vir da busca do *design thinker* pelo equilíbrio entre as principais restrições que o design impõem: desejabilidade, viabilidade e praticabilidade (IDEO, 2016). A disposição e até aceitação das restrições<sup>36</sup> como parte do projeto, constituem uma grande diferença entre o *design* tradicional e o *DT*. Sem restrições o design não pode ser criado, pois os designers precisam surfar nestas limitações para conceber seu projeto. Ao mudarem o foco do problema para o projeto, os *design thinkers* articulam com uma meta clara desde o começo, criando prazos naturais que impõem disciplina e dão oportunidades de avaliar o progresso, fazer correções e redirecionar atividades futuras (BROWN, 2017). Segundo a IDEO (2016), as soluções que nascem do processo de *DT* devem estar contidas na zona de intersecção dessas três lentes. Precisam ser desejáveis, praticáveis e viáveis, de modo equilibrado, sempre tendo os *stakeholders* no cerne das escolhas, conforme mostra a figura 12.

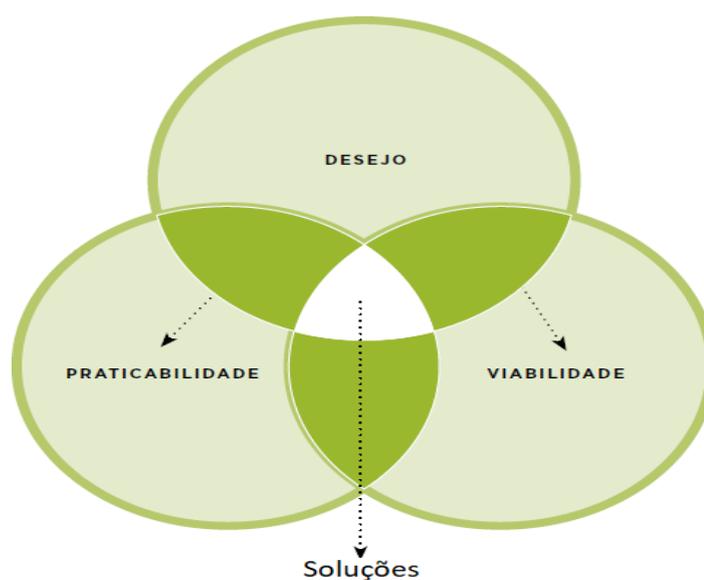


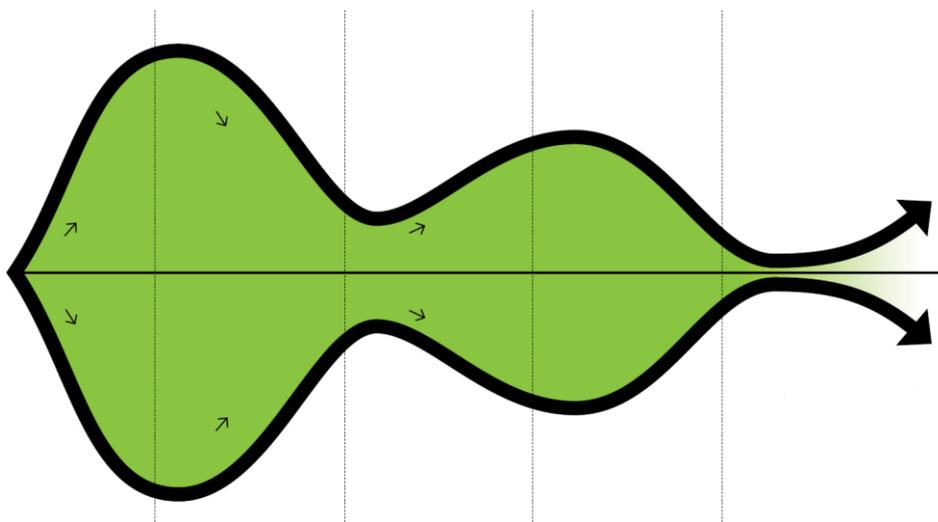
Figura 12 - Zona processual do DT

Fonte: Adaptado de IDEO (2013).

---

<sup>36</sup> Na área de design, restrições são limitações impostas pelo escopo do projeto, que determinam as fronteiras que os designers podem explorar (CAVALCANTI;FILATRO, 2016).

O processo do *DT* possui diferentes etapas mentais (figura 13), que fazem com que os problemas possam ser analisados, soluções criadas e selecionadas, conhecidos como pensamento divergente e convergente, pensamento analítico e sintético, pensamento abduutivo, pensamento experimental e pensamento colaborativo (NITSZCHE, 2012).



*Figura 13 - Pensamento convergente e divergente nas diferentes fases do DT*

*Fonte: IDEO (2013)*

Considerando os diferentes processos mentais que acontecem no desenvolvimento, para Cavalcanti e Filatro (2016), o *DT* atua como uma ferramenta de trabalho mental que age de forma holística, operando através de pensamento divergente e convergente e suas etapas mentais complementares. A figura 14 mostra os diferentes modos de pensar do design.

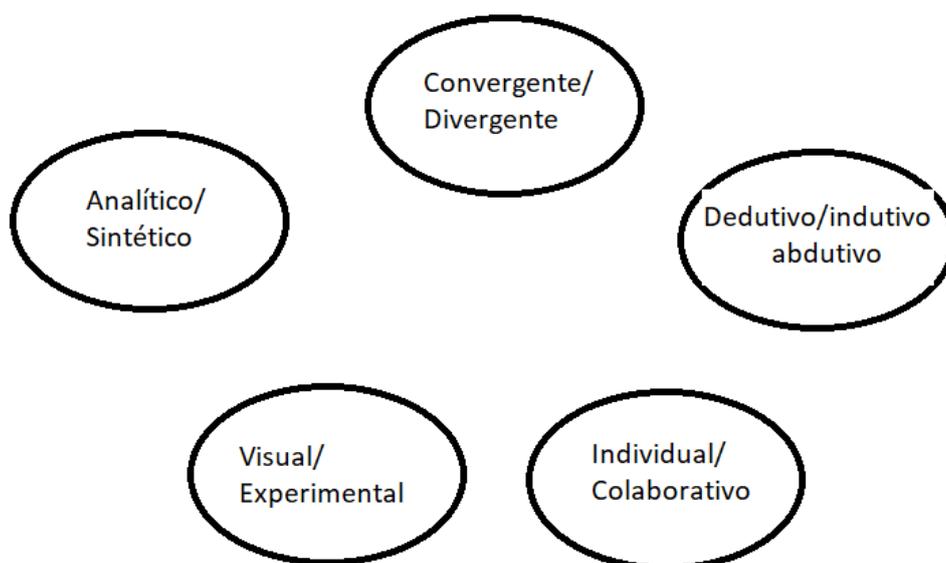


Figura 14 - Modos de pensar do design

Fonte: adaptado de Cavalcanti e Filatro (2016)

Para Brown (2017), vivenciar o *DT* é como se envolver em uma dança entre diferentes estados mentais. As diferentes abordagens da forma como pensar como um designer, serão abordadas de forma mais específica nas próximas seções.

### 2.3.1.1 Pensamento convergente e divergente

No processo do *DT*, ao entender os desejos das partes interessadas e as limitações impostas pelo projeto, os *design thinkers* buscam analisar os dados obtidos para desenvolver a melhor solução para o problema. Nesse processo, o pensamento divergente e o pensamento convergente criam e delimitam as opções de solução em que os *design thinkers* irão trabalhar (OLIVEIRA, 2014; SPAGNOLO, 2017).

No pensamento divergente as ideias se multiplicam, aumentando as opções para a solução do problema. Esse processo mental, demanda capacidade criativa e habilidade de imaginar cenários que retratem aquilo que se espera do futuro

(CAVALCANTI; FILATRO, 2016). No pensamento convergente ocorre exatamente o oposto: as ideias geradas são selecionadas em um processo de filtragem, para criar escolhas, aproximando os *design thinkers* das soluções (BROWN, 2017). Assim, torna-se necessário divergir para multiplicar as ideias, aumentando as opções, e logo após, convergir fazendo escolhas. A figura 15 ilustra os movimentos dos pensamentos convergente e divergente.

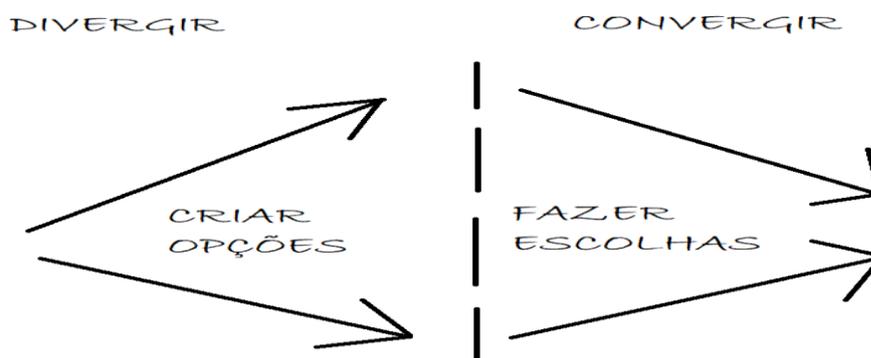


Figura 15 - Pensamento convergente e divergente

Fonte: adaptado de Brown (2017)

Brown (2017), compara esta etapa a um funil, em que o maior diâmetro ou a parte mais larga desse, contém o conjunto de possibilidades iniciais, mais amplas e criadas pelo pensamento divergente, ao passo que no diâmetro menor, na parte mais estreita do funil, passam apenas as ideias escolhidas, comparado ao filtro realizado durante o pensamento convergente.

### 2.3.1.2 Pensamento analítico e pensamento sintético

O pensamento analítico e o pensamento sintético são complementos ao pensamento convergente. O pensamento analítico refere-se ao movimento de busca de padrões significativos, através de exame, reconhecimento e verificação das opções criadas no processo de pensamento divergente (BROWN, 2017). Já a síntese é o somatório das partes analisadas, para criar ideias completas (DESCONSI, 2012). Sem

o pensamento analítico e sintético, não haveria o processo criativo, pois, os *design thinkers* não seriam capazes de decompor problemas complexos, nem juntar as partes para criar ideias completas (CAVALCANTI; FILATRO, 2016).

### **2.3.1.3 Pensamento dedutivo, indutivo e abduativo**

No processo do *DT* o pensamento abduativo, também chamado de construtivo, ou criativo, ocorre quando se introduz uma nova ideia, por meio de conhecimento intuitivo ou palpite, pela formação de uma hipótese explicativa. É diferente do pensamento dedutivo, que parte de princípios gerais para chegar a algo específico, baseado em como algo deve ou deveria ser, e do pensamento indutivo, que parte de casos específicos para chegar a conclusões mais amplas, e baseado na observação de como algo funciona (CAVALCANTI; FILATRO, 2016). Tanto o pensamento dedutivo, quanto o pensamento indutivo, têm êxito na resolução de problemas estruturados, que tenham fórmula conhecida, de natureza algorítmica. Já o pensamento abduativo, é adequado para a resolução de problemas não estruturados, de natureza heurística, pois permite que os *design thinkers* observem de novos pontos de vista os dados que não se ajustam com o modelo existente, desafiando explicações aceitas, inferindo em possíveis ideias novas (MARTIN, 2010).

### **2.3.1.4 Pensamento experimental e pensamento visual**

Indivíduos e equipes que dominaram o processo de *DT* têm em comum uma atitude de experimentação, mantendo-se atentos a novos direcionamentos e possibilidades para propor soluções inovadoras. A tolerância ao risco e ao erro fazem parte do processo do *DT* (BROWN, 2017). Para Cavalcanti e Filatro (2016), a formulação de uma ideia original encontra suporte no pensamento experimental, pois permite que ideias existentes apenas na mente dos *design thinkers*, sejam modeladas e testadas com liberdade. Explorar o problema experimentando até esgotar as possíveis soluções, geram ideias não pensadas antes (SPENCER; JULIANI, 2016). Esta cultura de experimentação deve estar intimamente ligada às atividades de

concepção do projeto. Para Ling (2016), para que o ciclo de um projeto funcione com maior fluidez e resultados acima do esperado, é necessário que os envolvidos tenham liberdade para experimentar.

O pensamento visual ou pensamento materializado é utilizado para dar forma ao pensamento. Permite que os *design thinkers* possam expressar suas ideias inovadoras e soluções a problemas detectados. Por meio do desenho é possível “mostrar ao invés de contar”, envolvendo a utilização de recursos visuais para tornar suficientemente claras as ideias a fim de que sejam percebidas ou entendidas (BROWN, 2017; CAVALCANTI; FILATRO, 2016). Recursos visuais tais como desenhos *storyboard*, diagramas, *canvas*, filmagens, fotos, mapas mentais, fluxogramas, *post-it*, além de variados recursos digitais disponíveis para este fim, podem ser utilizados nas etapas do processo (BOTH; BAGGEREOR, 2017; IDEO, 2016).

### **2.3.1.5 Pensamento individual e pensamento colaborativo**

A complexidade dos desafios atuais torna cada vez mais remota a possibilidade de se trabalhar de forma isolada. Quando o *DT* é adotado para a concepção de projetos inovadores, o trabalho individual é substituído pelo trabalho em equipe, possibilitando diferentes pontos de vista sobre um problema. Além disso, a *expertise* e os conhecimentos específicos da área de cada membro da equipe são explorados, fazendo com que o problema seja solucionado em conjunto com outros (CAVALCANTI; FILATRO, 2016). Mesmo quando se trabalha de forma individual, o *design thinker* deve buscar em sua rede de contatos, a complementação de suas perspectivas, consultando especialistas de outras áreas (BROWN, 2017). Diversas ferramentas tecnológicas contemporâneas auxiliam no processo. Em laboratórios digitais como os *FabLabs*, é possível contatar usuários mais experientes, em diversos lugares do mundo, devido a sua organização em rede. Ao passo que os princípios do *DT* são compreendidos, o trabalho individual vai cedendo espaço, até ser substituído pelo trabalho colaborativo (CAVALCANTI; FILATRO, 2016).

### **2.3.2 Os princípios do *design thinking***

Além de adotar o modo de pensar da área do design, o *DT* foi construído sobre algumas bases que garantem a natureza humana e inovadora do processo. O *DT* significa acreditar que é possível fazer a diferença, por meio de um processo intencional para inovar por meio de soluções criativas (IDEO, 2013). Este processo parte de algumas premissas, como empatia, colaboração, criatividade e otimismo.

#### **2.3.2.1 Empatia**

Por colocar o ser humano no centro do processo, o *DT* busca equilibrar as perspectivas dos usuários de forma integradora (CROSS, 2011). A empatia é entendida como uma inteligência emocional, que faz conexão entre os indivíduos de forma profunda, afetiva e cognitiva (ROCHA, 2018). No processo de *DT* a busca por uma atitude empática está relacionada com a utilização de ferramentas para análise em profundidade dos interesses das pessoas, buscando compreender seus desejos, necessidades e motivações, humanizando o processo de inovação. Se desenvolve empatia ao observar como as pessoas se comportam durante suas experiências com o problema (BROWN, 2017).

#### **2.3.2.2 Colaboração**

O desenvolvimento de projetos na abordagem do *DT* flui no sentido do trabalho colaborativo. O trabalho é geralmente desenvolvido em grupo, proporcionando multiplicidade de olhares e espaço para co-criação, ajudando no entendimento do problema e criação de soluções inovadoras (ROCHA, 2018).

#### **2.3.2.3 Criatividade**

A criatividade no processo de *DT* dá liberdade para o indivíduo experimentar e aprender com seus erros, repensando ideias a partir do *feedback* de outras pessoas (BROWN, 2017). O *DT* apresenta as vantagens de se considerar múltiplas perspectivas e a criatividade da equipe para reforçar a criatividade do indivíduo (IDEO,

2013). O pensamento criativo permite que ideias sejam geradas a partir de *insights* e transformadas em ação, buscando a conexão de ideias com aquilo que é diferente, inspirando para criar a melhor solução para as partes interessadas (SPAGNOLO, 2017).

#### **2.3.2.4 Otimismo**

O otimismo está presente na crença que durante as fases do *DT*, os projetos, processos, artefatos e produtos, ou seja, as soluções para os problemas, podem ser melhores. Este sentimento otimista está profundamente ligado a criatividade e experimentação (BROWN, 2017). O processo do *DT* encoraja um modelo mental onde os envolvidos vejam um mundo cheio de possibilidades, em que associados à criatividade, possam inovar e resolver os problemas mais improváveis (ROCHA, 2018). Ao utilizar o *DT*, os indivíduos desenvolvem uma mentalidade de que, é possível, em problemas de qualquer natureza, criar mudanças, não importando as dificuldades e restrições impostas pelo projeto (IDEO, 2013).

#### **2.3.3 Design Thinking: histórico**

Existem divergências sobre a origem do *design thinking*. Segundo Cavalcanti e Filatro (2016) o *design thinking* surgiu a partir de obras e aplicações do pensamento de *design*, em duas lentes: a área de design e a área de administração. As autoras relatam que na área de design, autores como Peter Rowe, Richard Buchanan, Donald Norman e Klaus Krippendorff, mesmo não tendo cunhado o termo, já utilizavam o modo de pensar como *designer*, de maneira holística e conceito centrado no usuário, para a resolução de problemas. Peter Rowe foi o primeiro autor a publicar a utilização do pensamento de design em outras áreas do conhecimento. Em sua obra de 1987, relata a forma como arquitetos e urbanistas resolvem problemas, utilizando o pensamento de design. Richard Buchanam é professor de design, administração e sistemas de informação. Abordou em vasta bibliografia, principalmente o tema sobre design de interação, mas acreditava que o *DT* era técnica holística, integrativa e libertadora, que poderia ser compartilhada por todos, elevando o *DT* ao nível

intelectual. Donald Norman, professor de ciência cognitiva e ciência da computação, têm por foco pesquisa o design centrado no usuário por meio da convergência entre a usabilidade e a psicologia cognitiva. Lançou duas poderosas obras centradas no desejos e necessidades dos usuário, intituladas de “O *design* do dia a dia” e “Design emocional: por que adoramos ou detestamos os objetos do dia-dia (CAVALCANTI; FILATRO, 2016). Klaus Krippendorff, professor de comunicação, tem como principal contribuição a proposta de que o *design* fosse baseado em características, desejos e necessidades humanas. Criou o conceito de “design centrado no ser humano” (*human centered design* ou no acrônimo *HCD*), que está embasado em métodos e modelos que permitem que os desejos, necessidades e experiências das partes interessadas sejam o ponto de partida para a ideação de soluções (CAVALCANTI; FILATRO, 2016).

Ademais, as autoras descrevem que a origem do *DT*, segundo a lente da área de administração, pode ser atribuída à universidade de Stanford e à empresa IDEO. Segundo esta área, o *DT* teria surgido na universidade de Stanford, no ano de 1958, mais precisamente no laboratório de design da Escola de Engenharia Mecânica. O professor responsável pelo processo, John Arnold, formou uma turma interdisciplinar composta de alunos de Engenharia e Artes com o objetivo de propor problemas que pudessem ser resolvidos combinando o pensamento analítico dos engenheiros com o pensamento intuitivo dos artistas, sob a ótica da psicologia comportamental. John Arnold foi professor de engenharia mecânica e administração. Desenvolveu no *MIT*, o primeiro laboratório de engenharia criativa. Foi convidado a trabalhar na universidade de Stanford, onde dirigiu a divisão de design do departamento de engenharia mecânica. Com o passar dos anos, o laboratório do professor John Arnold evoluiu para a disciplina de *Design* de Produto, dando ênfase para áreas como tecnologia, artes, solução de problemas e negócios (CAVALCANTI; FILATRO, 2016).

No início dos anos 2000, a empresa IDEO, fundada por David Kelley, ex-aluno e ex-coordenador do curso de Engenharia Mecânica de Stanford, inaugurou a perspectiva de *design thinking* que se tornou mundialmente conhecida. A empresa, sediada em Palo Alto, no Vale do Silício e muito próxima da universidade de Stanford, teve como principais promotores das estratégias e metodologia do *DT*, Tom Kelley e Tim Brown.

Tim Brown, diretor executivo da IDEO escreveu o livro *Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*, em 2009, sinalizando que

esta metodologia poderia ser aplicada na resolução de diversos tipos de problemas e utilizada por uma ampla variedade de organizações (ROCHA, 2018). As perspectivas de Brown e sua equipe deram origem ao *HCD Toolkit*, que introduz a metodologia de *DT*, segundo a perspectiva da IDEO. Segundo Brown, a ferramenta introduz o design por meio de três lentes que auxiliam o design *thinker* a encontrar as soluções para problemas complexos: o desejo, a praticabilidade e a viabilidade (BROWN, 2017).

A *d.school* (*Hasso Plattner Institute of Design at Stanford*) foi criada em Stanford com o objetivo de ensinar a metodologia do *DT*. Esta oportunidade é ofertada para alunos das áreas de medicina, administração, humanas, educação e comunicação, com o intuito de aprender as técnicas necessárias para resolver problemas complexos. Em 2011 a *d.school* disponibilizou para o público, um guia denominado *Bootcamp Bootleg*, contendo as ferramentas adotadas nesta abordagem do *DT* (CAVALCANTI; FILATRO, 2016). Desde então, diversas publicações com o intuito de levar a metodologia para diversas áreas foram lançadas. Em 2011, a IDEO lançou um material direcionado para a área educacional, chamado de “*Design Thinking* para educadores”, resultado de experiências em oficinas realizadas por professores, com problemas do contexto educacional, permitindo que espaços escolares possam utilizar esta abordagem (ROCHA, 2018).

#### **2.3.4 Como ocorre o processo do Design Thinking**

O *DT* é uma metodologia onde pessoas de diferentes áreas buscam pensar como *designers* para resolver problemas e criar soluções por meio de projetos. A abordagem do *design thinking* busca promover o pensamento da área de design, a fim de criar uma forma de desenhar soluções para determinados problemas (BROWN, 2017). Pensar como um designer possibilita que qualquer pessoa possa visualizar o problema como uma oportunidade de criar algo que auxilie na resolução. Para Ling (2016), pensar um projeto por meio do *DT* é comparável a pegar um artefato e questionar o que poderia ser feito para que este funcionasse melhor, mais rápido, mais suave, reduzindo o desperdício e a ineficiência. É um processo exploratório, com etapas iterativas, que levam a descobertas sobre as melhores soluções para um determinado problema. O processo do *DT* é composto por diferentes fases onde é

possível entender o problema do ponto de vista das pessoas, coletar dados sobre como o problema as afeta, desenvolver ideias, criar protótipos das soluções escolhidas e implementar o projeto. Para Brown,

...os Designers Thinkers sabem que não existe uma “melhor forma” de percorrer o processo. Há pontos de partida e pontos de referência úteis ao longo do caminho, mas o continuum da inovação pode ser visto mais como um sistema de espaços que se sobrepõem do que como uma sequência de passos ordenados. Podemos pensar neles como a inspiração, o problema ou a oportunidade que motiva a busca por soluções; a idealização, o processo de gerar, desenvolver e testar ideias; e a implementação, o caminho que vai do estúdio de design ao mercado. Os projetos podem percorrer esses espaços mais de uma vez à medida que a equipe lapida suas ideias e explora novos direcionamentos. (2017, p.16)

No *DT* existem pontos de partida e pontos de referência, porém, o *continuum* da inovação deve ser visto como um sistema de espaços que se sobrepõem, com o objetivo de desenvolver um processo que seja exploratório e iterativo (SPAGNOLO, 2017). Tencionando percorrer este caminho, diferentes visões e etapas do processo podem ser adotados. Entretanto, as perspectivas mais conhecidas e disseminadas, são as abordagens da IDEO, o *HCD toolkit*, e a abordagem da *d.School*, o *Bootcamp bootleg*.

As duas abordagens compartilham o entendimento da gênese e da finalidade do processo. Ambas buscam compreender o problema, os desejos e as necessidades dos envolvidos, projetando soluções, testando a solução escolhida por meio de prototipação e implementando a melhor opção (CAVALCANTI; FILATRO, 2016). Ambas assumem uma abordagem experimental e colaborativa, compartilhando processos, incentivando a construção coletiva, e o aprendizado por pares.

As similaridades não param por aí. O desenvolvimento de habilidades criativas, por “tornar tangível uma intenção de transformação”(NITZSCHE, 2012 p.29), é ponto relevante de ambas abordagens. A comunicação é impactante e ativa devido a utilização de recursos visuais. A coleta de dados ocorre por meio de entrevistas, pesquisas etnográficas, anotações, fotos, vídeos, laboratórios vivos, etc. (BROWN, 2017). O ambiente deve ser social e espacial, onde as pessoas saibam que podem fazer experimentos e assumir riscos, explorando seus pontos fortes e aptidões.

O processo do *DT* é ilimitado, iterativo e neutro, podendo parecer caótico para algumas pessoas. Porém, quanto mais fundo o indivíduo vai no projeto, o processo de *DT* passa a fazer sentido e atinge resultados que diferem dos processos tradicionais (BROWN, 2017).

Para Brown (2017,p.3) “o *design thinking* representa o próximo passo, que é colocar as ferramentas nas mãos de pessoas que talvez nunca tenham pensado em si mesmas como designers e aplicá-las a uma variedade muito ampla de problemas”.

#### **2.3.4.1 Abordagens do processo criativo *design thinking*: HCD Toolkit**

A *IDEO* desenvolveu um kit de ferramentas de design “Centrado no Ser Humano”, chamado de *HCD (human centered design)* (BROWN, 2017). O *HCD toolkit* oferece métodos, ferramentas, dicas e planilhas a fim de guiar pessoas das mais variadas áreas no processo de criação e implementação de soluções baseadas nas pessoas (IDEO, 2016).

Este grupo de ferramentas, busca compreender o mundo pela ótica das partes interessadas, ratificando, assim ser um processo direcionado para soluções que de fato as pessoas almejam e precisam (BROWN, 2017). A principal razão pela qual este processo pode ser considerado centrado nas pessoas é por ele começar examinando as necessidades, desejos e comportamentos destas, que serão diretamente beneficiados com a solução.

Este exame se dá principalmente por meio de três lentes, por onde o *design thinker* irá enxergar o contexto de seus *stakeholders* durante o processo: desejo, praticabilidade e viabilidade, conforme a figura 16 (IDEO, 2016).

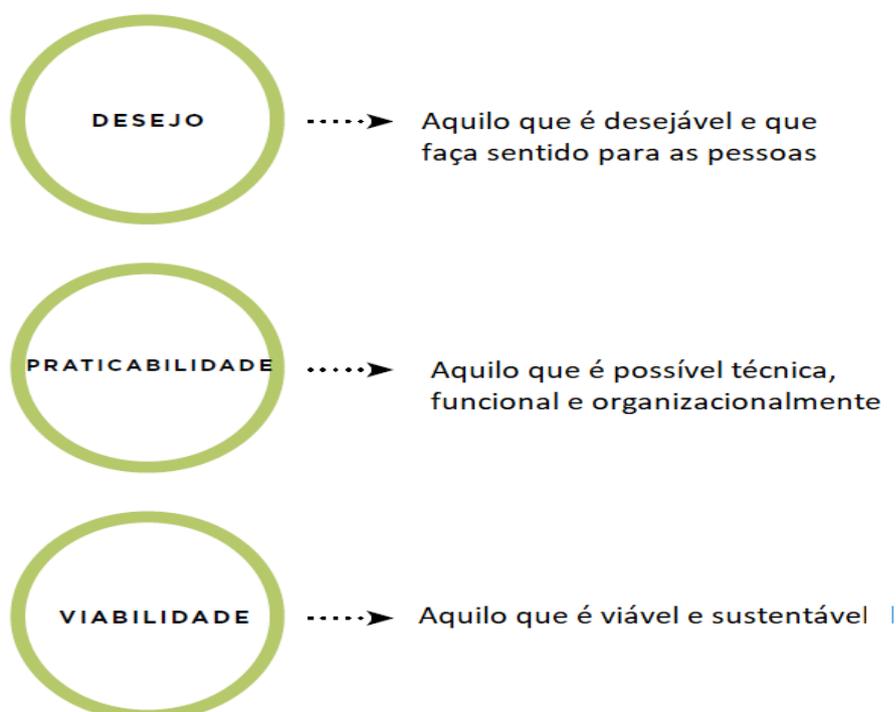


Figura 16 - Lentes do processo HCD  
Adaptado de IDEO (2016)

Cada fase do processo criativo *DT* do HCD toolkit, busca nortear o processo de criação, produzindo artefatos inovadores, criando empatia por meio da aproximação dos desenvolvedores do projeto das partes interessadas, por meio da identificação de novas oportunidades, transformando dados em ideias implementáveis, aumentando a velocidade e eficácia na criação de novas soluções (IDEO, 2016). O processo a partir do *HCD toolkit*, é composto por três fases, que compõem o acrônimo *HCD*: *hear* (ouvir), *create* (criar) e *deliver* (entregar). De forma mais clara, as três fases significam:

- *Hear (ouvir): etapa onde o objetivo é entender as expectativas, as necessidades e os desejos dos envolvidos.*
- *Create (criar): etapa que tem por objetivo definir o problema e prototipar as soluções.*
- *Deliver: (entregar ou implementar): etapa que tem por objetivo*

*implementar soluções-piloto que possam ser testadas pelos stakeholders.*

Estas fases não fazem parte de uma proposta linear. Estas devem ser articuladas de forma flexível e revisitadas sempre que houver a necessidade (BROWN, 2017). A missão do *design thinking* é traduzir as observações (fase de inspiração) em *insights* (fase de ideação), e estes em produtos e serviços (fase de implementação)(CAVALCANTI; FILATRO, 2016). Cada projeto pode percorrer cada um desses espaços mais de uma vez, à medida que cada *design thinker* aperfeiçoe suas ideias e explore novos direcionamentos (BROWN, 2017).

Assim, segundo o *HCD Toolkit* (IDEO, 2016), as etapas de ouvir, criar e entregar, possuem objetivos, ferramentas e resultados claros. As ferramentas podem ser utilizadas em diferentes cenários<sup>37</sup>, utilizando o princípio de intervalo de tempo finito para enquadrar todo o desafio ou para promover a motivação, objetivos concretos e complementações para atividades de longa duração. De forma mais detalhada, as etapas estão descritas a seguir.

#### **2.3.4.2 Ouvir**

Nesta etapa o objetivo é desenvolver empatia, através do entendimento de quais são as expectativas, aspirações, desejos e as necessidades das pessoas. A coleta de dados acontece por meio de observações, entrevistas e imersão no contexto das pessoas, ou seja, métodos de pesquisa qualitativa. As pessoas são abordadas em seus próprios contextos, buscando pelo entendimento em profundidade do problema. Os métodos qualitativos são capazes de revelar particularidades do

---

<sup>37</sup> O HCD toolkit (2016) sugere quatro cenários de utilização das ferramentas da etapa de ouvir, permitindo que o *design thinker* faça sua opção pelo cenário que mais se aproxima da realidade encontrada. Os cenários são: mergulho profundo de uma semana, quando for necessário entender um problema ou desafio mais rapidamente; mergulho profundo de várias semanas ou meses, utilizado quando necessárias soluções mais robustas com envolvimento de mais protagonistas no processo; ativando o conhecimento preexistente, utilizado quando o volume de informação for muito grande e a transformação destas em ação ou solução concreta for mais complicada; e complementando atividades de longa duração, utilizado quando se quiser fazer uso de uma ferramenta de forma isolada.

contexto observado, promovendo um entendimento profundo da situação. Ao examinar os detalhes de um fenômeno, conjuntos de relações poderão ser identificados. Nesses casos, podem ser refinados por meio de testes quantitativos ou métodos interpretativos.

Os principais resultados esperados ao término desta etapa devem ser o entendimento profundo da situação, necessidades barreiras e restrições que deverão ser levados em conta durante o projeto. Estes resultados são alcançados por meio de métodos ou ferramentas que permitirão alcançar as peculiaridades da situação. A pesquisa generativa, com o intuito de identificar novas oportunidades de ideias, terá papel importante nas fases iniciais, enquanto nas fases finais, os métodos são avaliativos, determinando como as pessoas reagem às ideias e soluções propostas. O quadro 3 apresenta os métodos e objetivos da etapa ouvir.

Quadro 3 - Métodos e objetivos na perspectiva do HCD Toolkit da etapa Ouvir

Fonte: o autor

Etapa	Métodos	Objetivos
Ouvir	Identificar um desafio estratégico; Avaliar o conhecimento pré-existente; Identificar pessoas com quem conversar; Escolher métodos de pesquisa: - entrevistas individuais; - entrevistas em grupo; - imersão em contexto; - estudo de caso; - auto-documentação; - descoberta guiada; - entrevistas com experts; - buscar inspirações em novos locais; Conceitos sacrificiais (questões); Desenvolver modelo mental (a mente de um principiante).	Percepção sobre as necessidades das pessoas;  Observação sobre a realidade dos membros da comunidade;  Entendimento profundo das necessidades, barreiras e restrições.

A utilização destas ferramentas, contribuirá para um melhor entendimento do problema revelando as necessidades das pessoas, bem como as barreiras e restrições impostas para o projeto, revelando potenciais *insights* centrados nas pessoas.

### 2.3.4.3 Criar

A etapa de criação, reúne métodos para síntese e interpretação dos dados coletados, recuperando possíveis ideias ou *insights* que tenham surgido na etapa anterior. Com esses dados, o problema central do projeto é definido, e possíveis soluções, projetadas. As melhores ideias são escolhidas para produção de protótipos, que deverão ser testados com as partes interessadas. Em síntese, criar significa desenvolver um entendimento profundo sobre o problema, traduzindo o conhecimento em inovação. Esta é a etapa mais abstrata do processo, quando as necessidades concretas das partes interessadas, serão convertidas em *insights*. A partir destes, soluções são criadas por meio de *brainstorms* e, muitas delas, convertidas em protótipos.

Os principais objetivos da fase criar são entender os dados coletados, identificar padrões, definir oportunidades e criar soluções para o problema, gerando oportunidades, soluções e protótipos das soluções. Esta etapa é composta por quatro etapas principais: síntese, *brainstorming*, prototipação e *feedback*. O quadro 4 resume os métodos e objetivos da etapa criar.

Quadro 4 - métodos e objetivos na perspectiva do HCD Toolkit etapa Criar

Fonte: o autor

Criar	<p>Síntese:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- co- projeto participativo;</li> <li>- projeto empático;</li> <li>- compartilhar histórias;</li> <li>- extrair insights;</li> <li>- encontrar temas;</li> <li>- criar estruturas;</li> <li>- criar novas oportunidades.</li> </ul> <p><i>Brainstorm</i></p> <p>Protótipo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- modelos;</li> <li>- storyboards</li> <li>- teatro;</li> <li>- diagramas.</li> </ul> <p>Coletando <i>Feedback</i></p>	<p>Mudança da fase de inspiração para a fase de ideias;</p> <p>Pensar de forma ampla e sem restrições;</p> <p>Tornar as ideias reais e tangíveis;</p> <p>Inspirar as próximas iterações.</p>
-------	--	--

### 2.3.4.4 Entregar/implementar

A fase final do desenvolvimento do processo de inovação guiada pela metodologia do *HCD toolkit* é responsável por tornar viável a solução projetada. Esta fase é chamada de “entregar” ou “implementar” e levará a equipe de *design thinkers* a realização das melhores ideias arquitetadas. Uma vez que a equipe tenha criado soluções viáveis para o problema, é preciso que os esforços sejam concentrados em gerar indicadores que possibilitem a implementação da solução e o acompanhamento de sua evolução. Nessa fase do projeto, os objetivos passam por identificar se a equipe possui as capacidades necessárias para a implementação da solução; se a solução é sustentável do ponto de vista econômico; o desenvolvimento de um cronograma ou sequência de implementação; e a medição do impacto gerado.

O método do *HCD Toolkit* utiliza estratégias para o desenvolvimento do processo de *DT*, conforme demonstrado no quadro 5.

Quadro 5 - Métodos e objetivos na perspectiva do HCD Toolkit da etapa Implementar

Fonte: o autor

Entregar (implementar)	Análise de possibilidade; - proposta de valor; - modelo de receita sustentável; Análise de viabilidade: - capacidades necessárias Pipeline de inovação; Plano de implementação: - calendário de implementação; - mini piloto. Plano de aprendizado.	Identificar capacidades; Criar modelo financeiro sustentável; Desenvolver sequência de projetos de inovação; Criar pilotos e medir impacto.
------------------------	--	--

Durante as etapas sugeridas no processo do *HCD toolkit*, os pensamentos concretos e abstratos são demandados conforme cada etapa. A figura 17 demonstra as fases de utilização do pensamento concreto e abstrato, nas etapas do HCD toolkit.

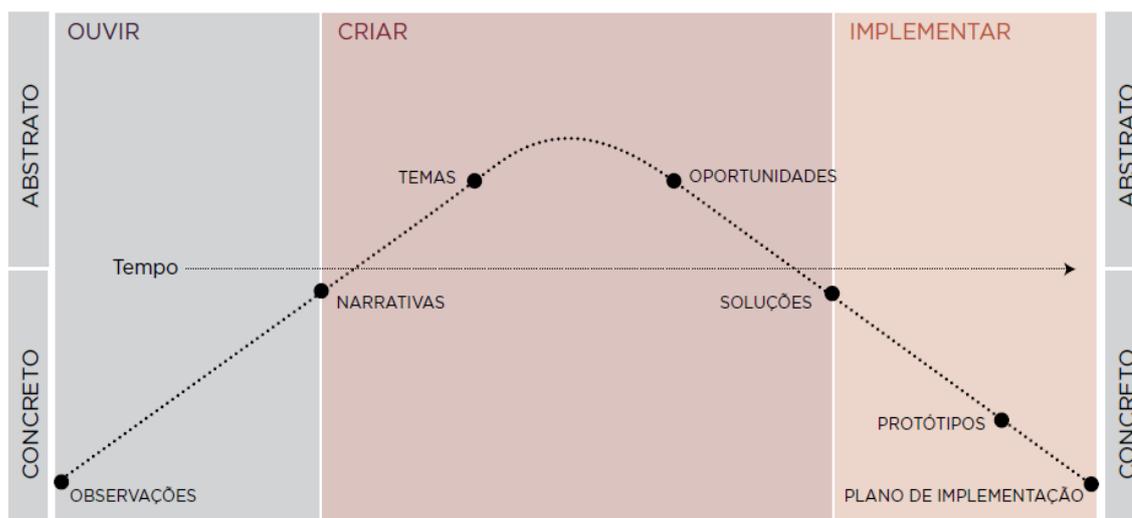


Figura 17 - As fases do processo HCD: utilização do pensamento concreto e abstrato  
 Fonte: HCD toolkit IDEO (2016)

Este é um processo composto por diversos conjuntos de ferramentas, permitindo que o usuário possa optar por técnicas que mais se adaptem às situações e contextos criados pelos objetivos do projeto desenvolvido (IDEO, 2016).

Por meio do *HCD toolkit*, Tim Brown reforça que a proposta da abordagem utilizada por ele e sua equipe na *IDEO*, não é linear, existindo uma articulação entre as etapas e as ferramentas utilizadas, que podem ser revisitadas sempre que houver a necessidade (BROWN, 2017; CAVALCANTI; FILATRO, 2016).

### 2.3.5 Abordagens do processo criativo *design thinking*: Bootcamp Bootleg

David Kelley, um dos fundadores da *IDEO*, também um dos fundadores da *Hasso Plattner Institute of Design*, da *Stanford University*, conhecida como *d.School*, desenvolveu o conceito adotado no *bootcamp bootleg* (ROCHA, 2018).

De acordo com a *d.School*, as etapas do *DT* reúnem métodos de engenharia e *design*, combinando as ideias originadas das artes, ciências sociais e *insights* do mundo dos negócios (D.SCHOOL, 2013).

Segundo a metodologia utilizada na perspectiva da *d.School*, o processo de

*design thinking* deve estar embasado nas seguintes premissas:

- *Ser centrado no ser humano.* O processo de inovação ocorre a partir da compreensão das necessidades das pessoas. É um processo onde a empatia tem uma grande importância.
- *Ser orientado à ação.* É necessário agir para que algo aconteça.
- *Ser orientado à colaboração.* O trabalho em equipes multidisciplinares é essencial para entender os usuários em um contexto em que se inserem, sem deixar de lado os especialistas da área onde o problema está inserido.
- *Ser orientado à cultura de prototipagem.* A partir e de testes rápidos, pode-se obter mais cedo uma análise sobre forças e fraquezas. Ao permitir que o processo falhe mais cedo, é possível identificar possíveis mudanças na abordagem e dar novas direções ao projeto, possibilitando uma maior margem de sucesso.
- *Ser orientado à demonstração de ideias.* A demonstração das ideias estimula o trabalho colaborativo e tem por objetivo o aumento da consciência sobre o processo por meio de *feedback*.
- *Ser orientado à atuação cíclica.* Os passos para alcançar a solução para um problema devem ser repetidos de forma iterativa e não linear, até a obtenção do resultado final.

Durante o processo, a *d.School* indica por meio de sua abordagem, algumas etapas para a execução do *design thinking*: criar empatia, definir, idear, prototipar e testar. Cada etapa possui objetivos e estratégias para sua execução. Através da figura 18, é possível visualizar os passos do processo, segundo a perspectiva do *bootcamp bootleg*.

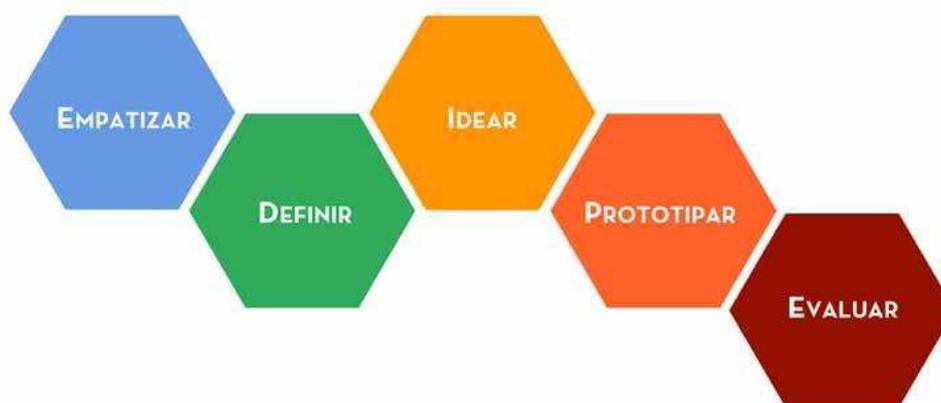


Figura 18 - Passos do *design thinking* segundo o *Bootcamp Bootleg*  
Fonte: Mini Guía: una introducción al *design thinking* (2013).

a) *Criar empatia*

Na etapa criar empatia, os *design thinkers* devem buscar observar e entender o contexto da situação ou problema com maior profundidade. Nesta etapa, os *stakeholders* devem expor suas necessidades e suas expectativas de resolução do problema. Utilizando o pensamento concreto os *design thinkers* devem coletar dados pela observação de diversas perspectivas, buscando compreender o problema.

b) *Definir*

Na etapa denominada definir a equipe deve sintetizar e interpretar os dados e as impressões obtidos na etapa de empatia, e definir uma afirmação que expresse o problema central. Um ponto de vista mais apurado sobre o problema permite que a equipe desenvolva as ações necessárias para a resolução do problema. Nesta etapa o pensamento concreto é utilizado pela equipe para definir quais realmente são as peculiaridades do problema.

c) *Ideação*

A etapa de ideação, tem como principal objetivo a geração de novas ideias. Por

meio da técnica de *brainstorm* (tempestade de ideias) a equipe utiliza o pensamento abstrato com a intenção de gerar diversas formas de solucionar o problema. É nesta fase que ocorre a transição entre a identificação do problema e a identificação de possíveis soluções. Além das soluções mais óbvias, a equipe deve explorar o ponto forte de cada um de seus membros, permitindo que estes possam buscar soluções em áreas pouco convencionais. Todas as ideias geradas nesta etapa, devem ser posteriormente filtradas e categorizadas, para que o grupo selecione as ideias que melhor atendem ao problema.

#### d) *Prototipar*

Prototipar é uma etapa onde a equipe trabalha na concepção e no desenvolvimento de protótipos que possibilitem tanto a equipe quanto os *stakeholders*, visualizarem possíveis soluções. A prototipação viabiliza que diversas ideias e soluções sejam testadas sem um grande investimento, possibilitando que, ao errar e descartar uma hipótese, a equipe dê outro rumo ao processo.

#### e) *Implementar*

A última etapa, na perspectiva da abordagem do *Bootcamp Bootleg*, consiste em testar a solução proposta pela equipe de *design thinkers*. Assim, existe a possibilidade para a equipe refinar, aprimorar e redefinir a solução.

A partir das ideias de Tom Kelley, no *bootcamp bootleg*, as etapas do *DT* podem ser entendidas de forma similar ao *HCD toolkit*. A etapa de *empatia* ou *criar empatia*, pode ser dividida em duas etapas menores, devido aos processos desenvolvidos, de entender e observar, e, estão relacionadas a compreensão do problema por meio de imersão no mundo do *stakeholder* (CAVALCANTI; FILATRO, 2016; NITZSCHE, 2012). Para a *d.School* (2013), é necessário que o *design thinker* envolva-se no problema por meio de perguntas e conversação, observando e escutando com atenção, a fim de obter mais dados sobre o problema. Cavalcanti e Filatro (2016) acreditam que nesta etapa é necessário entendimento em profundidade do problema, podendo este ser alcançado por meio da utilização do pensamento

concreto para estruturação da coleta de dados e observação de diversas perspectivas, e do pensamento abstrato para identificar os pontos críticos do problema cuja a solução precisa ser proposta. Desta forma, *entender* é relacionado a compreender o contexto do problema por meio do entendimento de suas restrições. Já *observar*, diz respeito a presenciar e considerar, a partir de situações reais em suas rotinas, para descobrir aquilo que elas sinalizam, aquilo que lhes intriga, seus gostos e necessidades latentes (NITZSCHE, 2012). *Definir*, relaciona-se com o foco a ser seguido durante o processo de resolução do problema, definindo e redefinindo conceitos com o objetivo de criar coerência sobre as informações que foram reunidas na etapa de empatia (D.SCHOOL, 2013). Este foco é obtido a partir da sintetização e interpretação dos dados coletados e impressões obtidas pela equipe de *design thinkers*. Nesta etapa, a equipe volta ao pensamento concreto, definindo o escopo de atuação para a resolução do problema (CAVALCANTI; FILATRO, 2016). *Idear* ou *idealizar* remete a criação de soluções que possam satisfazer as pessoas que usufruirão dos projetos desenvolvidos. O principal objetivo da etapa de ideação, é o de desenhar soluções a partir da geração de múltiplas ideias, entregando para a etapa de prototipação, os conceitos necessários para a geração do produto (D.SCHOOL, 2013). Para Cavalcanti e Filatro (2016), nesta etapa os *design thinkers* devem pensar além das soluções óbvias, explorando os pontos fortes de cada membro do time para criar algo inovador por meio de um *brainstorming*. O pensamento abstrato é novamente utilizado nesta etapa, considerando os esforços empregados para a geração de novas ideias. *Prototipar*, é a etapa de concretização das ideias por meio de protótipos de projetos (NITZSCHE, 2012). A prototipação permite tanto aos *design thinkers*, quanto aos *stakeholders* ver, tocar e experimentar o artefato, tirando-o do campo abstrato e trazendo para o pensamento concreto. A criação de protótipo possibilita que diversas ideias sejam testadas, sem grandes aportes financeiros (CAVALCANTI; FILATRO, 2016). Para realizar a prototipação, elementos informativos tais como desenhos, artefatos e objetos devem ser utilizados para com a intenção de promover experimentação, possibilitando responder a perguntas, antes da criação final (D.SCHOOL, 2013). A última etapa, de *testar* ou *implementar*, busca a efetivação do conceito do resultado gerado. Nesta etapa, os protótipos são testados, as soluções refinadas, aprimoradas ou redefinidas. O pensamento concreto é empregado também nesta etapa (CAVALCANTI; FILATRO, 2016; STANFORD, 2018). Neste passo, todos

os envolvidos devem exprimir seu *feedback* e opiniões. Caso seja possível, o artefato deve ser experimentado no contexto do usuário final (D.SCHOOL, 2013).

Da perspectiva do *bootcamp bootleg*, cada etapa pode ser potencializada com a utilização de ferramentas ou estratégias que visam permitir que o *design thinker* consiga visualizar os pequenos detalhes de cada etapa. Assim, segundo a perspectiva da *d.School*, cada etapa do *bootcamp bootleg* possui ferramentas para guiar a equipe de *design thinkers*. As ferramentas utilizadas em cada etapa, consistem no que segue. Estes dados foram extraídos de três diferentes publicações da *d.School*, sendo elas o *bootcamp bootleg methodcards* (2017), em inglês; o *míni guia del proceso creativo: una introducción al design thinking*, em espanhol (2013) e o *design thinking bootleg deck* (2018), conforme demonstrado no quadro 6.

Quadro 6 - Ferramentas e objetivos na perspectiva do *Bootcamp bootleg*

Fonte: o autor

<b>Criar empatia</b>	<b>Definir</b>	<b>Prototipar</b>
Assumir a mentalidade de um iniciante	Definir o problema jogando	Prototipagem empática
O que? Como? Por que?	Enxergar pelo ponto de vista do usuário	Prototipagem para avaliar
Usando uma câmera de estudo	Check-list de leitura crítica	Prototipagem orientada pelos usuários
Preparação para entrevistas	Stoke (reanimar o grupo)	Prototipando para decidir
Estudo pela perspectiva do usuário		Prototipação digital (wizard of Oz)
Entrevista empática		Identificando variáveis
Usuários extremos	<b>Idear</b>	<b>Avaliar</b>
Empatia por analogia	Como podemos?	Avaliar com os usuários
Saturar e agrupar	Brainstorm	Matriz de feedback
Mapa de empatia	Facilitação de brainstorm	Dados empáticos
Mapa da jornada	Seleção das melhores ideias	Storytelling
Persona	Inserir restrições	Eu gosto, eu desejo, e se...
Matriz 2x2	Bodystorm	Revisão de portfólio
Escada de como e por quê		

### 2.3.6 Entrelaçando as abordagens

Analisando estas duas abordagens, é possível notar que para cada etapa proposta pela abordagem do *HCD toolkit*, o *bootcamp bootleg* apresenta etapas e estratégias similares. A etapa de ouvir do *HCD toolkit*, corresponde a etapa de criar empatia do *bootcamp bootleg*, onde ao *design thinker*, cabe entender e observar. Em ambas abordagens a equipe faz um reconhecimento inicial do problema, a partir das expectativas dos usuários, buscando entender seu contexto, suas necessidades, desejos e desafios. A etapa criar do *HCD Toolkit* é equivalente as etapas de definir e idear do *bootcamp bootleg*. Nas duas abordagens o objetivo é o mesmo: utilizar o problema central como um guia e, de forma colaborativa, propor possíveis soluções para o problema. As etapas do *design thinking*, possuem diversas estratégias que facilitam sua utilização. Por sua flexibilidade, as ferramentas podem ser adaptadas para as áreas que melhor atendem. Assim, é possível afirmar que as abordagens se complementam, apresentando um número significativo de ferramentas similares, mas também, ferramentas únicas que cumprem seu objetivo na abordagem.

Objetivando uma melhor compreensão do produto final desta pesquisa, será analisada a adaptação das etapas e ferramentas do *bootcamp bootleg* e do *HCD toolkit*, segundo a perspectiva de Cavalcanti e Filatro (2016). Ambas abordagens podem ser utilizadas como norteadoras do processo de desenvolvimento da metodologia do *design thinking*. Por sua flexibilidade e similaridades na abordagem, estas técnicas podem também ser combinadas ou adaptadas às diversas situações. Desta forma:

Na perspectiva do Bootcamp Bootleg, assim como no HCD toolkit, todas as etapas do *design thinking* são iterativas, constantes e flexíveis. A qualquer momento pode ser – e frequentemente é – necessário revisitar as etapas anteriores e aperfeiçoar o trabalho (CAVALCANTI; FILATRO, 2016 p. 40).

No quadro 7, estão demonstradas as adaptações das etapas do *design thinking* segundo Cavalcanti e Filatro, a partir das etapas e estratégias utilizadas no *HCD toolkit* e *bootcamp bootleg*.

Quadro 7 - Mesclando as abordagens

Fonte: o autor – adaptado de Cavalcanti e Filatro

<p>Compreender o problema</p> <p>Definição do desafio estratégico</p> <p>Organização de conhecimentos prévios</p> <p>Pesquisa exploratória</p> <p>Plano de coleta de dados</p> <p>Imersão</p> <p>Entrevista empática</p> <p>Autodocumentação</p> <p>Análises de dados coletados</p> <p>Composição do perfil (persona)</p> <p>Mapa de empatia</p>	<p>Projetar soluções</p> <p>Refinando o problema</p> <p>Perguntas do tipo: como podemos...?</p> <p>Brainstorming</p> <p>Escolha das melhores ideias</p> <p>Projeto participativo</p>
<p>Prototipar</p> <p>Prototipagem rápida</p> <p>Prototipagem empática</p> <p>Prototipagem colaborativa</p> <p>Rodada com especialistas</p> <p>Teste do protótipo</p> <p>Matriz de feedback</p>	<p>Implementar a melhor opção</p> <p>Plano de implementação</p> <p>Análise de viabilidade</p> <p>Plano do projeto piloto</p> <p>Plano de aprendizagem</p>

Na perspectiva de Cavalcanti e Filatro (2016) a proposta do *design thinking* pode ser abarcada em quatro etapas. Cada etapa possui ferramentas ou estratégias que possibilitam um maior controle do *design thinker* do processo, tornando cada etapa tangível para os participantes. As ferramentas apresentadas, possuem os seguintes objetivos:

a) *Etapa 1 – Compreender o problema.*

- *Definição do desafio estratégico: frase que descreve o problema a ser superado. Tem por objetivo delimitar o desafio estratégico que norteia o processo de desenvolvimento de um projeto.*
- *Organização de conhecimentos prévios: levantamento de conhecimentos*

*prévios de informações que já possuem sobre o contexto e os stakeholders. Tem por objetivo levantar e organizar conhecimentos que os membros do grupo possuem sobre o desafio estratégico.*

- *Pesquisa exploratória: Condução de pesquisa de campo exploratória. Visa observar um contexto específico e conversar informalmente com representantes das partes interessadas.*
- *Plano de coleta de dados: Documento onde os design thinkers registram como irão organizar a coleta de dados por observação, entrevista e auto documentação. Tem como objetivo planejar a coleta de dados.*
- *Imersão: Convivência ou conversa com os stakeholders. Tem por objetivo aumentar a percepção dos design thinkers sobre o impacto da resolução do problema.*
- *Entrevista empática: conversa com um indivíduo ou com um grupo das partes interessadas. Tem por objetivo compreender as motivações, emoções, pensamentos e perspectivas dos interessados.*
- *Autodocumentação: documentação da rotina das partes interessadas. Pode ser relatório, filmagem ou qualquer outra ferramenta de registro. Visa o conhecimento da rotina das partes interessadas por parte dos design thinkers.*
- *Análise de dados coletados: reunião para apresentação dos dados coletados entre design thinkers e as partes interessadas. O principal objetivo desta etapa é analisar os dados de forma colaborativa (design thinkers e stakeholders).*
- *Composição do perfil: esta é uma adaptação da ferramenta persona do Bootcamp Bootleg. Nesta etapa cria-se um personagem fictício que tenha as mesmas características que os personagens da coleta de dados.*
- *Mapa de empatia: é um documento que visa descrever o que alguém diz, faz e pensa. O objetivo é obter insights a partir das perspectivas das outras pessoas.*

#### *b) Etapa 2 – projetar soluções.*

- *Refinando o problema: canvas onde o problema é refinado por meio de detalhamento.*
- *Perguntas: elaboração de questões para a etapa de brainstorm. O objetivo é*

*elaborar perguntas que norteiam o pensamento dos design thinkers durante o brainstorm, como por exemplo: Como podemos resolver o problema?*

- *Brainstorming: é uma dinâmica de grupo usada para a criação e categorização de soluções para o problema.*
- *Escolha das melhores ideias: é uma estratégia onde as melhores ideias são selecionadas.*
- *Projeto participativo: é uma reunião de brainstorm entre stakeholders e os design thinkers.*

*c) Etapa 3 – Prototipar.*

- *Prototipagem rápida: é a criação de protótipos de baixa fidelidade, de forma a representar visualmente as possíveis soluções ao problema. O protótipo rápido pode ser um croqui (esboço de desenho), protótipo utilizando cartolina e tesoura ou ainda um software ou ferramenta on-line.*
- *Prototipagem empática: recriar protótipos da etapa anterior, porém com maior fidelidade.*
- *Prototipagem colaborativa: uma nova prototipagem com a participação dos stakeholders.*
- *Rodada com especialistas: encontro com especialistas no tema para que avaliem os protótipos. O objetivo é a avaliação profissional dos protótipos e indicação de melhorias.*
- *Teste do protótipo: Encontro com as partes interessadas para teste dos protótipos, visando verificar a relevância das ideias escolhidas.*
- *Matriz de feedback: é a sistematização dos dados coletados durante os testes com os protótipos, organizando os feedbacks.*

*d) Etapa 4 – Implementar a melhor opção.*

- *Plano de implementação: é o documento que descreve aspectos relevantes a serem considerados para a implementação das soluções criadas.*
- *Análise de viabilidade: estimativa de custos para implementar a solução.*

- *Plano do projeto piloto: elaboração do projeto-piloto.*
- *Plano de aprendizagem: este é o último passo do plano das autoras. Este passo sugere uma reflexão sobre o que foi aprendido pela equipe durante o desenvolvimento de um projeto de design thinking.*

Portanto, como demonstram as autoras, as abordagens do *HCD Toolkit* e do *bootcamp bootleg* podem ser flexibilizadas, adaptadas e fundidas para atender a diferentes tipos de demandas. Os *design thinkers* podem optar ainda por desenvolverem adaptações das ferramentas, considerando a natureza de suas atividades e sua experiência na utilização da metodologia. As principais ferramentas contidas nas abordagens, estão descritas no capítulo que se segue.

#### **2.4 *Design thinking: Ferramentas para ambientes maker***

Ao analisarmos as abordagens, podemos notar que as ferramentas de ambas buscam subsidiar as etapas da metodologia, criando empatia com os problemas das pessoas por buscar entender o problema, afirmar o problema para projetar soluções, prototipar para validar as soluções e a concretização e manutenção da melhor solução através de análises de implementação.

O *DT* é uma metodologia criativa que busca auxiliar no processo de inovação e no desenvolvimento de produtos centrados no ser humano (NITZSCHE, 2012). Quando utilizado em ambientes *maker*, auxilia no desenvolvimento de projetos inovadores, centrados nas pessoas.

Assim, esta proposta de desenvolvimento de projetos com auxílio das ferramentas contidas na metodologia do *DT*, utiliza procedimentos adaptados para o contexto educacional de ambientes *maker*. Nesse contexto de inovação do processo de aprendizagem, optou-se por desenvolver a pesquisa utilizando uma metodologia inovadora de aprendizagem, o *DT*, em ambientes *maker*, por meio da confecção de um manual contendo as principais ferramentas necessárias para a aplicação desta metodologia no contexto de desenvolvimento de projetos. As ferramentas utilizadas foram fundamentadas nos modelos propostos, tanto pela *IDEO*, quanto pela *d.School* e flexibilizadas para a utilização em oficinas com recursos *maker*.

Com os objetivos de observar os impactos da utilização da metodologia *DT* na

produção de projetos, de avaliar e validar as ferramentas de *DT*, foram realizadas oficinas, durante o período de dois meses, totalizando dezesseis encontros, com jovens de 18 a 27 anos, alunos do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, do curso de aprendizagem industrial em logística, utilizando o laboratório de modelagem de protótipos. Após as atividades realizadas como laboratório, as estratégias experimentadas com os alunos, que foram consideradas eficientes para a utilização no contexto de um espaço de educação *maker*, foram compiladas e estão listadas no quadro 8.

Quadro 8 - Ferramentas selecionadas para o manual

Fonte: O autor

<b>1. Entender o problema</b>	<b>2. Projetar</b>
Etapa <i>HCD Toolkit</i> : Ouvir	Etapa <i>HCD Toolkit</i> : criar
Etapa <i>Bootcamp Bootleg</i> : entender e observar	Etapa <i>Bootcamp Bootleg</i> : definir /idear
<b>Estratégias :</b> Definição do desafio estratégico Organização de conhecimentos prévios Pesquisa exploratória Mapa de Stakeholders Imersão em contexto Autodocumentação Composição do perfil (persona) Mapa de empatia 5 por quês	<b>Estratégias :</b> Analisando os dados como podemos...? <i>Brainstorming</i> Escolha para prototipação
<b>3. Prototipar</b>	<b>4. Aprender</b>
Etapa <i>HCD Toolkit</i> :----	Etapa <i>HCD Toolkit</i> :entregar
Etapa <i>Bootcamp Bootleg</i> : Prototipar e testar	Etapa <i>Bootcamp Bootleg</i> : -----
<b>Estratégias :</b> Prototipagem rápida Prototipagem empática	<b>Estratégias :</b> Plano de aprendizagem

As práticas de desenvolvimento de projetos com o auxílio das ferramentas de *DT* foram realizadas em ambiente próprio para a criação de atividades *maker*, em conjunto com a metodologia de aprendizagem baseada em projetos e as premissas da aprendizagem criativa. As atividades realizadas nas oficinas, bem como seus objetivos e resultados, estão descritas de forma detalhada no capítulo 5.

As ferramentas listadas, serão utilizadas para a confecção do protótipo do manual de *DT* para ambientes *maker*. As ferramentas selecionadas para serem utilizadas no manual de *DT* para ambientes *maker* estão dispostas em quatro diferentes etapas, inspiradas nos ciclos do *HCD toolkit* ou *bootcamp bootleg*, de forma que o usuário *maker* possa desenvolver projetos de forma a obter melhores resultados.

Para a simplificação do processo, algumas ferramentas fundidas, produzindo resultados mais diretos, visando a rápida condução até as etapas práticas. Estas ferramentas estão descritas nas seções que se seguem.

#### **2.4.1 Entender o problema**

O principal objetivo das ferramentas descritas aqui é o de imersão no contexto das pessoas, buscando dados para entender e definir o problema. É dividida em dois momentos principais: a definição do problema e a imersão no contexto das pessoas. Esta etapa foi inspirada na etapa de “Ouvir” da *Ideo* e engloba as etapas de criar empatia e definir da perspectiva da *d.School*. Abaixo, a descrição das ferramentas.

##### **2.4.1.1 Definição do desafio estratégico**

A ferramenta “definição do desafio estratégico” foi elaborada com o objetivo de delimitar o desafio estratégico e nortear o processo de desenvolvimento de projeto *maker*. Trata-se da definição de uma frase contendo o desafio que orientará as ações dos *design thinkers* durante a coleta das informações sobre o problema. A definição do desafio estratégico é de grande relevância para o desenvolvimento do projeto em ambientes *maker* devido a definição da situação desafiadora que o projeto deverá desenvolver. Um bom desafio estratégico deve ser moldado em termos humanos, estando em harmonia com os desejos das pessoas. Deve ser abrangente o suficiente

para permitir que as pessoas explorem campos de valor inesperados, porém específico o suficiente para tornar a questão gerenciável.

#### **2.4.1.2 Organização de conhecimentos prévios**

A ferramenta “organização de conhecimentos prévios” trata de fazer um levantamento inicial sobre as informações que os *design thinkers* já possuem sobre o contexto do problema e sobre as partes interessadas. O indivíduo ou a equipe *maker* podem possuir conhecimentos sobre diversas áreas ou pessoas de diferentes ramos e origens, com experiência sobre o assunto. Estes conhecimentos devem ser trazidos à tona e documentados, deixando os participantes livres para descobrir aquilo que ainda não sabem.

#### **2.4.1.3 Pesquisa exploratória**

A ferramenta “pesquisa exploratória” trata de identificar as partes interessadas, buscando sua visão do problema, ampliando a compreensão da equipe do contexto. Para a realização da ferramenta é necessário identificar com quais pessoas conversar, recrutando participantes apropriados e inspiradores. Em pesquisas desenvolvidas para influenciar no desenvolvimento de novas oportunidades, é preciso incluir, casos extremos, pessoas que sentem e expressam os efeitos de mais intensamente do que outras, para ter noção de todos os tipos de comportamento, crenças, gostos e perspectivas.

#### **2.4.1.4 Plano de coleta de dados**

Antes de sair a campo, a equipe de *design thinkers* deve estar preparada para utilizar métodos de coleta de dados que promovam um mergulho no contexto real das partes interessadas. Esta ferramenta propõe uma sessão de *brainstorming* onde a equipe deve gerar ideias e estabelecer as melhores formas de coletar dados. Áreas e temas que serão relevantes devem ser identificados. Aqui são sugeridas três formas de coleta de dados para o desenvolvimento de projetos *maker*: a observação, a auto documentação e entrevistas. Para a realização das atividades de observação, devem

ser preparados os dados de como estas devem ser realizadas, quais materiais serão utilizados e de quais formas estas serão documentadas. No caso do auto documentação, devem ser definidas que formas o processo irá ocorrer. Para entrevistas, principais temas devem ser identificados e ordenados e as perguntas refinadas. A equipe de *design thinkers* deve ter em mente que seus questionamentos devem ser feitos de uma forma amigável, permitindo que as respostas sejam fluidas e espontâneas. A preparação para ir ao campo pode incluir uma forma de registro em que os usuários sintam mais à vontade e que dê acesso a ambientes que normalmente a equipe não teria acesso.

#### **2.4.1.5 Imersão em contexto**

Esta é uma ferramenta crítica para o processo, pois trata de sair a campo e coletar dados para a identificação das necessidades e desejos das pessoas, através do acompanhamento das atividades do cotidiano, com o objetivo de coletar dados. Busca-se entender e modelar o comportamento de diferentes indivíduos, dentro de um mesmo contexto e da comunidade que os cercam.

Esta ferramenta pode revelar novos *insights* e oportunidades inesperadas. Possibilita que os *design thinkers* entendam como as pessoas irão responder, do ponto de vista empírico, a relação com o problema ou projeto. Pode acontecer de forma que o *design thinker* acompanhe a pessoa, família ou grupo de trabalho, por alguns momentos, durante uma conversa em que busca questionar os pontos críticos do processo, ou por convivência de algumas semanas em atividades habituais. O Acompanhamento deverá incluir observações e entrevistas, proporcionando uma imersão profunda e produtiva em comportamentos, razões e vidas das pessoas. As entrevistas podem ser realizadas de forma individual ou em grupos. Quando feitas de forma individual, são ideias para se ganhar entendimento profundo sobre o que as pessoas realmente pensam, ou para entender como mudar crenças e comportamentos comuns. Quando realizadas em grupo, são consideradas uma forma valiosa para se obter informações sobre a comunidade. As entrevistas realizadas no contexto das pessoas são muito valiosas, pois permitem que o *design thinker* obtenha dados mais próximos à realidade. Estas perguntas ajudam a equipe de *design thinkers* a chegar a níveis mais profundos de observação, desde observações concretas de

uma situação em particular, até emoções mais abstratas e outras motivações presentes no cenário analisado. Experiências similares podem ser levadas em consideração trazendo à tona novos *insights*, ao analisar um lugar ou serviço diferente que possa servir de inspiração para o próprio contexto. Por exemplo, um professor pode conseguir *insights* de como organizar o equipamento de seu laboratório de fabricação digital ao visitar uma ferragem, ou um gestor escolar pode conseguir *insights* de como organizar um evento escolar ao visitar uma feira.

#### **2.4.1.6 Mapa de stakeholders**

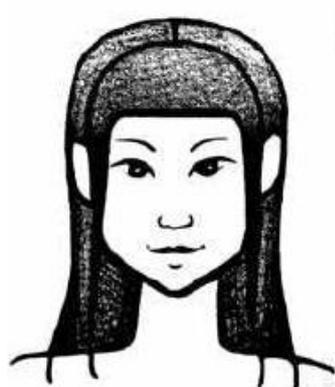
Através dessa ferramenta, as partes interessadas deverão ser mapeadas, analisando se detalhes do contexto podem provocar alterações na forma como estes lidam com o projeto. O mapa deve conter diferentes níveis de *stakeholders*, desde as partes interessadas até as pessoas afetadas no contexto destes.

#### **2.4.1.7 Auto documentação**

Muitas vezes, os verdadeiros especialistas em determinado tema, são as próprias pessoas inseridas no contexto do problema ou os usuários finais de determinado produto. Na ferramenta “auto documentação” os registros da rotina são realizados pelas próprias partes interessadas, através de notas, gravadores de voz, diários e câmeras, a fim de coletar informações relevantes. Uma câmera ou um dispositivo móvel podem gerar dados que possibilitem entender particularidades específicas da rotina das pessoas, através de sua perspectiva. Deste modo, documentam experiências e percepções da perspectiva das pessoas para quem estão projetando uma solução. A equipe deve considerar detalhes importantes para o desenvolvimento da empatia e auxílio em conversas e entrevistas futuras, como por exemplo a entrevista empática. Esta técnica é eficaz para observar processos por um longo período de tempo, ou para quando o pesquisador não puder estar presente no campo. Estes membros da comunidade podem ajudar a interpretar o significado e as motivações de seus pares que estão participando da pesquisa, passando informações mais precisas para o grupo de *design thinkers*

### 2.4.1.8 Composição do perfil participante

A ferramenta “composição do perfil de participante” ou simplesmente “persona” é uma representação semifictícia do usuário que revela quem estes são, quais atividades realizam, quais são suas motivações e necessidades. Esta é uma atividade de síntese, onde as características apuradas durante a coleta de dados devem ser utilizadas para criar um perfil específico, por meio de uma representação gráfica que represente o usuário, que simbolize o aspecto humano do trabalho de empatia. A representação gráfica pode incluir características típicas, comportamentos, tendências, atividades, motivações, frases e outras particularidades coletadas pela equipe de *design thinkers* e que sejam relevantes para a criação do personagem. A figura 19 apresenta uma das diversas formas de compor o perfil do participante, segundo a perspectiva da *d.School*.



Mandy Chang, 18

International student

#### **CHANG (CHINA)**

18, Ultimo, NSW.  
Lives with other students.  
Single.  
First year at UTS. Undergraduate study.  
Bachelor in visual communication.  
Been in Sydney for 1 year.  
First language is Chinese.  
Learning a second language (English).  
Parents are sponsors paying for the education.

#### **BEHAVIOR**

Stressed about workload at University and expenses (worried about costs).

Feels like she has more freedom (everything is new for her).

Looking for a part-time job.

“Take control of my new life and create strong relationships for my future.”

Figura 19 - Persona

Fonte: *d.School* (2013)

### 2.4.1.9 Mapa de empatia

Bons projetos ou soluções são baseados em um profundo entendimento das necessidades, experiências, sentimentos, desejos e necessidades das pessoas. Ao colocarem-se no lugar das pessoas para quem estão projetando uma solução, os *design thinkers* visualizam o problema de outras perspectivas, contribuindo para que as observações sejam absorvidas e *insights* inesperados floresçam. Este documento visa descrever o que alguém diz, faz, pensa e sente em relação ao problema, identificando suas necessidades, ofertando ideias e recursos para supri-las. O mapa de empatia está demonstrado por meio da figura 20 (D.School, 2013).

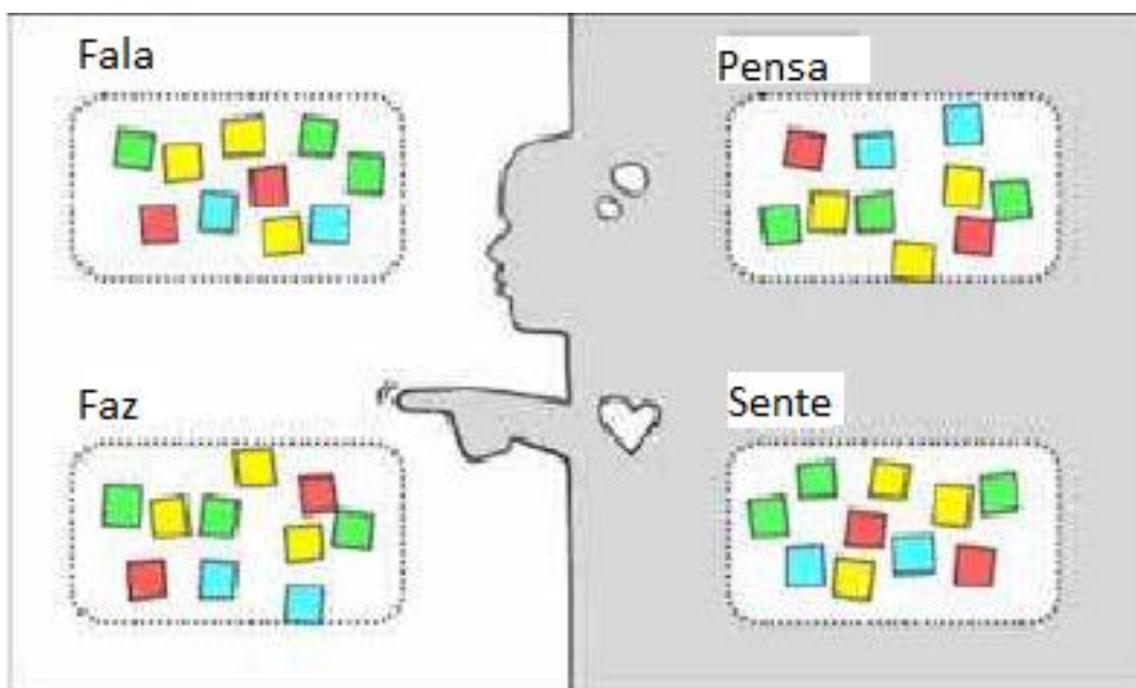


Figura 20 - Mapa de Empatia

Fonte: adaptado de d.School (2013)

### 2.4.1.10 5 por quês

Esta ferramenta estimula as pessoas a contarem histórias, revelando oportunidades existentes em suas experiências. A dinâmica da ferramenta ocorre pela

sequência das perguntas “por quê”, fazendo com que o entrevistado busque pelas reais razões da resposta.

## **2.4.2 Projetar**

A etapa de projetar soluções é composta por ferramentas que condensam os dados coletados, estabelecendo uma nova perspectiva, viabilizando a identificação de oportunidades para inovação. Aqui, a fase de inspiração flui para a fase de criação, utilizando os dados obtidos para gerar novas ideias e dar direcionamento estratégico para o processo. As ferramentas utilizadas na etapa projetar estão descritas abaixo.

### **2.4.2.1 Analisando os dados**

A análise de dados é uma reunião dos *design thinkers* envolvidos no processo para o compartilhamento e investigação dos dados com o objetivo de retirar dos dados coletados e compartilhados, novas ideias de possíveis soluções para o problema. Com finalidade de extrair sentido da pesquisa, a observação de padrões e conexões, devem focar nos fatos mais surpreendentes ou relevantes das histórias ouvidas, buscando por revelações ou conexões de ideias. Encontrar temas, buscar fazer conexões, explorando as semelhanças, diferenças e inter-relações entre as informações coletadas dará ao *design thinker* uma melhor posição para extrair mais nuances e significados da experiência, iniciando o processo de síntese.

### **2.4.2.2 Saturar e agrupar**

É necessário o agrupamento de ideias relacionadas, considerando a associação entre as categorias, por meio de padrões e tensões, unindo-os sob novos temas, transformando a informação abrangente em informação específica. Após a coleta de dados em campo, as experiências coletadas e *insights* devem ser agrupadas, transformando estes em peças visuais e tangíveis. O principal objetivo desta ferramenta, “saturar e agrupar”, é o de informar e inspirar o grupo. Os conceitos devem ser agrupados para explorar os temas e padrões identificados, gerando novas percepções. O grupo deve escolher um espaço e saturá-lo de conceitos chave, fotos

e outras formas de documentação utilizadas em campo. Após isso, as informações devem ser sintetizadas pela organização das informações em grupos. Por último, é possível extrair sentido da pesquisa mediante a criação de estruturas. Ao passo que a equipe agrupa os dados recolhidos, conexões mais profundas devem inspirar *insights* de soluções para o problema. A estrutura de representação visual fornece a ideia de quem são os diferentes elementos em jogo, evidenciando de quais formas estes se relacionam, conforme ilustrado na figura 21 (D.School, 2013).



Figura 21 – “Saturar e agrupar”

Fonte: d.School (2017)

#### 2.4.2.3 Como podemos...?

Com o problema definido, a equipe de *design thinkers* deve elaborar questões, completando a sentença *como podemos*, passando a sugerir e escolher oportunidades para a resolução do problema por meio de um projeto. O método exige momentos de abstração e pensamento discordante e concordante, propondo opções e fazendo escolhas, que mais tarde serão prototipadas pela equipe. Após extrair temas e padrões, a equipe *design thinkers* deve vislumbrar possibilidades de oportunidades futuras. Uma oportunidade é a rearticulação de problemas e necessidades encontrados de forma a inspirar a geração de novas ideias. Não se trata de uma solução, mas de uma direção que a equipe deverá traduzir em produção de

novas ideias, levando em conta quais as necessidades encontradas que serão atendidas. A melhor forma de gerar novas oportunidades é pelo questionamento de gerando um modelo mental que sugira possibilidades. Estas oportunidades serão a base para a próxima etapa de *brainstorm*, onde haverá a geração de ideias de novas soluções para o problema.

#### 2.4.2.4 Brainstorming

“*Brainstorm*” ou “tempestade de ideias” consiste em explorar a potencialidade criativa dos indivíduos do grupo, por meio de uma sessão de colisão de ideias. Cada indivíduo deve sugerir ideias que resolvam o problema ou partes do problema, levando em conta os desejos e necessidades das pessoas. O *brainstorm* permite que o grupo pense de forma mais ampla e com menos restrições no processo de geração de ideias. A sessão de *brainstorming* permite a geração de ideias livre de julgamentos, facilitando a inspiração dos *design thinkers* para criar soluções que tenham propósito. O *brainstorm* é uma ferramenta onde a equipe produz uma grande quantidade de ideias em pouco tempo, impulsionando o pensamento coletivo por meio da conversação. Muitas vezes, pode ser necessário gerar muitas ideias, boa parte delas medíocres, para obter algumas poucas soluções realmente boas, com condições de serem prototipadas. As principais regras do *brainstorming* são “deixar de lado o julgamento” e “construir sobre as ideias dos outros”. A figura 22 (IDEO, 2017) complementa as regras de uma boa sessão de *brainstorming*. Apesar de fazer parte da etapa de ideação, esta ferramenta pode ser utilizada em diferentes momentos do processo de *DT*, pois é uma construção coletiva de ideias de soluções para determinados problemas e situações. O processo de *brainstorming* deve ser intencional e guiado. Para que isso ocorra, é necessário que um “facilitador mantenha o processo fluindo”. O processo é iniciado através de um questionamento, para que a equipe sugira as ideias de resolução. O processo deve ser provocativo. O facilitador deve manter a equipe trabalhando com energia e ativa durante todo o processo de *brainstorming*, provocando e incentivo a geração de ideias com novos questionamentos, ou com questionamentos inusitados, como por exemplo “como o super-homem poderia resolver o problema?”. Requisitos devem ser apresentados ao grupo para que a produtividade se mantenha alta, como limites de tempo para a

produção de uma determinada quantidade de ideias ou como o problema poderia ser resolvido em uma situação ou enfoque diferentes.

- » **Adie o julgamento**  
Não existem más ideias nesta etapa. Haverá tempo mais tarde para julgá-las.
- » **Estimule ideias radicais**  
Quase sempre são as ideias radicais que geram inovação. É sempre mais fácil trazer ideias à realidade mais tarde!
- » **Construa sobre as ideias dos outros**  
Pense em "e..." em vez de "mas...". Se você não gosta de alguma ideia, desafie a si mesmo a construir algo sobre essa ideia e torná-la melhor.
- » **Mantenha o foco no tópico do brainstorm**  
Os melhores resultados são obtidos quando todos mantiverem a disciplina.
- » **Seja visual**  
Tente recrutar o lado lógico e o lado criativo do cérebro.
- » **Somente uma conversa por vez**  
Permita que ideias sejam ouvidas para que outras ideias se criem sobre elas.
- » **Almeje quantidade**  
Estabeleça um objetivo alto para o número de ideias a serem criadas no brainstorm e ultrapasse-o! Lembre-se de que não há necessidade de explicar exaustivamente a ideia já que ninguém está julgando. Ideias devem fluir rapidamente.

*Figura 22 - As sete regras do brainstorm*

*Fonte: Ideo (2017)*

O processo de brainstorming está retratado na figura 23.



*Figura 23 - Brainstorming*

*Fonte: Ideo (2018)*

O espaço onde ocorre o processo se coloca como outro fator relevante. Este deve ser amplo o suficiente para que as ideias possam fluir, com artefatos para registro imediato. As ferramentas escolhidas devem estar ao alcance dos participantes. Outra forma de gerar um impulso no processo, é por inserir restrições. Pode soar contraditório para o processo criativo, porém, ao impor restrições, o facilitador aumenta a lente de foco do grupo para questões ou particularidades que ainda não haviam sido levantadas.

#### 2.4.2.5 Escolha para prototipação

O processo de *brainstorming* deve gerar muitas ideias amplas, devendo ser selecionadas por meio da ferramenta de “seleção para prototipação”. As ideias de destaque devem ser selecionadas de forma coletiva, podendo ser utilizada algum tipo de critério ou matriz definidas pelo grupo. O método do *bootcamp bootleg* sugere a utilização de três ferramentas de escolha: o voto por meio de *post-it*, onde cada participante da equipe recebe três votos para colar em suas soluções preferidas; a seleção por meio do desmembramento em quatro categorias, onde as ideias são divididas em opção racional, opção mais atrativa, a opção mais simples e a opção mais complexa; e a definição por categorias de protótipo, onde as ideias são eleitas com base no tipo de protótipo que elas irão gerar, como por exemplo, um protótipo físico, um protótipo virtual e um protótipo baseado em experiência. A figura 24 (D.School, 2013) ilustra como ocorre a seleção das melhores ideias.



Figura 24 - Seleção das melhores ideias

Fonte: d.School (2013)

Estas ideias serão testadas na etapa de prototipação. É imprescindível testar diferentes ideias por meio de prototipação, gerando novas soluções de *design* para o problema.

### **2.4.3 Prototipar**

Em seguida a sessão de *brainstorming* a equipe de *design thinkers* têm a oportunidade de começar a transformar todo os esforços da etapa ouvir em realidade, por meio de prototipação. A intenção ao construir protótipos é “construir para raciocinar”. A prototipação é essencial para tornar as soluções tangíveis de forma rápida e baixo investimento. É uma técnica utilizada para projetar rapidamente um produto ou artefato, forçando os envolvidos a pensarem de forma realística sobre a maneira como as pessoas irão interagir com o conceito criado. Prototipar acelera e promove o refinamento de soluções, por meio de testes rápidos. Fabricar protótipos permite a manipulação do produto, tornando evidentes aspectos relevantes, visto que criam um diálogo sobre como um conceito funciona e gera uma comunicação externa sobre a solução que está sendo testada. Ambientes maker são vocacionados para a etapa de prototipação, devido ao acesso a um grande número de máquinas e ferramentas digitais. As impressões obtidas durante a prototipação, habilitam tanto a equipe de *design thinkers*, quanto as partes interessadas a darem *feedback* honesto, evitando o apego prematuro a uma solução.

#### **2.4.3.1 Formatos de protótipos**

Os protótipos podem ser de diversos formatos, utilizando plataformas e tecnologias diferentes. Softwares de computador, aplicativos de celular e manufatura aditiva combinada com eletrônica, utilizados individualmente ou todos em um mesmo projeto, podem ser ferramentas poderosas para construir um artefato com fidelidade muito próxima a solução final. Porém, protótipos de baixa fidelidade, confeccionados com materiais mais baratos e de mais fácil acesso, podem gerar resultados espetaculares. Brown (2017), declarou que o protótipo do primeiro mouse que a IDEO projetou para a empresa *Apple*, com o conceito utilizado por muito tempo de esfera

deslizante, foi construído a partir de uma esfera de um desodorante do tipo *roll-on*. Esse fato demonstra que um protótipo não precisa ser extremamente caro e elaborado, mas complexo suficiente para atender a demanda situacional. As ferramentas para a prototipação em ambientes *maker*, estão listadas a seguir.

e) *Prototipagem rápida.*

Protótipos de baixa fidelidade são peças importantes para avaliar as soluções. A ferramenta “prototipagem se utiliza desse tipo de prototipagem para simular diferentes aspectos da resolução do problema, através de um protótipo de baixa fidelidade. Esse tipo de protótipo tem um baixo investimento de tempo e recursos, permitindo que a equipe de *design thinkers* realize testes e descarte ideias antes de uma prototipação de alta fidelidade.

f) *Prototipagem empática.*

A etapa de prototipação visa a realização de testes práticos com os modelos de soluções escolhidos, com o foco na experiência de manipulação do objeto. Ao testar os protótipos com os usuários na etapa de avaliação, a ferramenta “prototipagem empática” visa coletar impressões dos usuários e projetar empatia. O usuário é convidado a se envolver na construção do protótipo, participando de sessões de desenho e simulação de aspectos desejados por eles. O principal objetivo é o de coletar mais informações norteadoras para que o protótipo seja mais próximo ao produto desejado pelas partes interessadas. Esta etapa é parte crítica do processo pois envolve as partes interessadas, em testes críticos do produto concreto ou solução prototipada. Essas respostas dos usuários a utilização do protótipo da solução, inspira os próximos movimentos da equipe de *design thinkers*, implementando melhorias sugeridas durante os testes. O principal objetivo do feedback das partes interessadas é o de fazer com que as soluções evoluam. Nesta etapa, a equipe propositiva precisa ter mente aberta, repensando e projetando melhorias a partir das percepções dos usuários.

### g) Prototipagem por máquinas

Aproveitando as ferramentas existentes em um espaço *maker*, a construção de modelos ou uma representação física do produto pode ser construída através de máquinas de corte a laser ou impressoras 3D, com o intuito de visualizar e manipular a solução de uma maneira mais fiel.

#### 2.4.4 Aprender

A última etapa proposta diz respeito a implementação da melhor opção e da reflexão sobre a aprendizagem que ela produz. Ao desenvolver e aprender através da construção de um projeto, é necessário que a equipe de *design thinkers* busque aprimorar o projeto, dando início a discussões de como aquele projeto pode ser aprimorado, desencadeando um novo ciclo de desenvolvimento. É necessário que haja avaliação de como o projeto impactou nas vidas das pessoas, através das consequências, positivas e negativas, intencionais e não intencionais, que de alguma forma a solução projetada modificou.

A avaliação de dos resultados é importante para que haja informação suficiente para o direcionamento das próximas ações da equipe. Consiste em grande oportunidade para reflexão e para a criação de novos desafios estratégicos. A equipe deverá voltar às histórias e opiniões para descobrir quais variáveis devem ser incluídas. Pode ser realizada uma análise de forma holística, incluindo o sistema todo que foi de alguma forma afetado pela solução. Todos os afetados de maneira positiva ou negativa devem ser incluídos em um mapa mental, monitorando de quais formas a solução proposta afetou as pessoas, quantificando os valores desses efeitos. Esse aprendizado irá servir para que a equipe continue a iterar as soluções para encontrar formas de como minimizar os efeitos negativos e aumentar os efeitos desejados. O *design* deve ser centrado no ser humano, por isso é importante estar com o usuário final. A avaliação da solução passa também por se buscar um *feedback* e as opiniões do usuário. A ferramenta escolhida para esta etapa é o plano de aprendizagem.

### 2.4.4.1 Plano de aprendizagem

O plano de aprendizagem é uma reunião de reflexão sobre os aspectos que foram aprendidos pelos *design thinkers* durante o desenvolvimento e construção do projeto. A fim de que o projeto continue evoluindo, é importante que a equipe continue aprendendo. Este aprendizado acontece ao monitorar e avaliar quais impactos a experiência com a solução gerou nas vidas das pessoas. Ao confrontar os dados coletados na etapa inicial, que levaram o grupo ao entendimento da situação e o desenvolvimento da solução, com os impactos que a implementação provocou sobre as vidas das pessoas, é possível projetar os aspectos que tiveram maior relevância e aprender com estes. Histórias, opiniões, indicadores e resultados são formas de recolher dados para o aprendizado. A figura 25 (IDEO, 2018) sugere como os *design thinkers* devem criar um ciclo de aprendizagem.

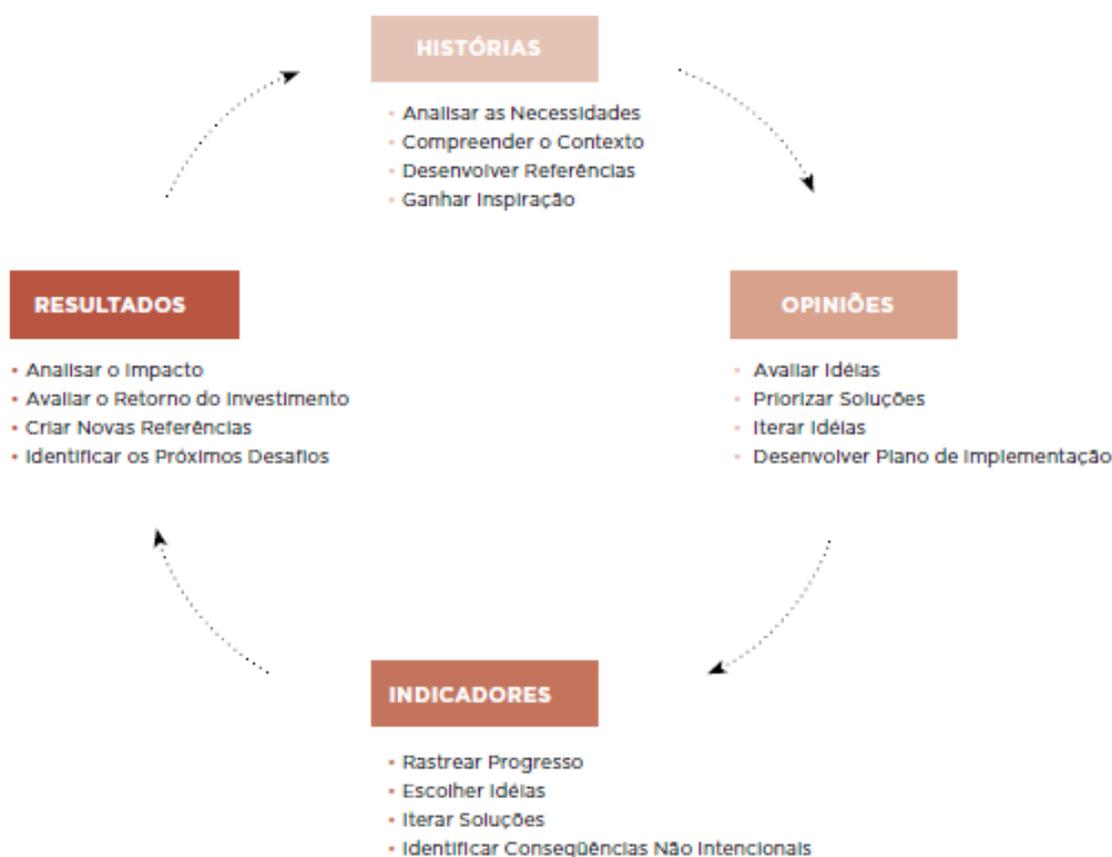


Figura 25 - Ciclo de aprendizagem

Fonte: Ideo (2018)

A adoção da metodologia *DT* em ambientes *maker*, resulta em um grande impulso no processo criativo, acompanhado de uma visão mais centrada no ser humano, permitindo que os usuários *maker* desenhem a solução levando em conta as partes interessadas, como é mostrado na seção a seguir.

### 3 DESIGN THINKING UMA PODEROSA METODOLOGIA PARA AMBIENTES MAKER

Os ambientes *maker* são locais de consumo e criação onde a aprendizagem ocorre de forma colaborativa e por meio de atividades que possibilitam a construção de um produto, elaborada na mente, tangível no mundo (PAPERT, 2008; RESNICK, 2017). Os principais méritos desses espaços provém da possibilidade de reunir em um mesmo ambiente uma combinação de ciência, tecnologia, engenharia industrial e artes, com uma prática iterativa, e experimental (BOWLER, 2014). O ambiente oportuniza o desenvolvimento de habilidades complementares para o século XXI, como criatividade, inovação, navegação em diferentes tipos de mídias, pensamento computacional, resolução de problemas complexos não estruturados, (BARELL, 2010; GERSHENFELD, 2012, 2007) entre outros já explicitados em capítulos anteriores.

O pensamento orientado a projeto de um ambiente *maker*, caracterizado pelas etapas de idear, criar e refletir, tem uma grande semelhança com os objetivos e fases da metodologia do *DT*, favorecendo a utilização nos processos de resolução de problema, o desenvolvimento de ideias e a construção de projetos (SMITH; IVERSEN; HJORTH, 2015). A utilização do *DT* visa complementar os processos orientados a projeto, já utilizados em ambientes *maker*, caracterizando-se como um norteador para esta prática. Segundo Brown (2017, p.21):

O projeto é o veículo que transporta uma ideia do conceito à realidade. [...] o fato de o design thinking ser expresso dentro de um contexto de projeto nos força a articular uma meta clara desde o início. Ele cria prazos finais naturais que impõem disciplina e nos dão a oportunidade de avaliar o progresso, fazer correções no meio do caminho e redirecionar as atividades futuras. A clareza, direcionamento e limites de um projeto bem definido são vitais para sustentar um alto nível de energia criativa.

A este respeito, o trabalho tem como proposta a utilização dos ambientes *maker* como espaços de aprendizado híbrido, combinando o desenvolvimento de habilidades de fabricação digital e design de projetos, *DT* e ideação colaborativa a fim de resolver problemas complexos, desencadeando processos de aprendizagem, em

uma abordagem holística, através dos movimentos de ideação, criação e reflexão.

Optou-se assim por desenvolver a pesquisa utilizando uma metodologia inovadora de aprendizagem, o *DT*, no contexto da aprendizagem por meio de projetos, aplicado através do desenvolvimento de um manual contendo as principais ferramentas necessárias para a aplicação desta metodologia no contexto de práticas *maker*. Estas orientações são direcionadas às pessoas que ainda não estão familiarizadas com a metodologia do *DT*, e, ao desenvolverem as atividades de conceber e construir um projeto, procuram uma maneira de nortear o processo.

Dadas as diferentes naturezas dos ambientes e atividades *maker*, ao concluírem diversos projetos utilizando as ferramentas do *DT*, os usuários *makers* podem explorar outras ferramentas diferentes das que foram aqui trabalhadas, chegando até mesmo a desenvolverem adaptações próprias para que as ferramentas se adequem à realidade de seus processos.

Cada seção de consulta contém uma breve descrição da estratégia, seus objetivos e prováveis resultados, participantes envolvidos e materiais necessários para o seu desenvolvimento da ferramenta. Segundo Cavalcanti e Filatro (2016) o *design thinking* se beneficia da capacidade do sujeito ser intuitivo, reconhecer padrões e desenvolver ideias que tenham o propósito de resolver problemas. Desse modo, este é um trabalho direcionado àqueles que buscam desenvolver seus projetos de maneira mais centrada no ser humano, empenhando-se em canalizar seus esforços para um processo que leve em conta para quem estão produzindo uma solução.

As abordagens que inspiraram este trabalho, o *HCD toolkit* e o *bootcamp bootleg* possuem mais ferramentas e uma descrição completa, propiciando uma fonte de pesquisa para projetos mais complexos. É necessário salientar que as ferramentas aqui indicadas devem ser utilizadas pelos usuários de ambientes *maker* como auxiliares no desenvolvimento de seus projetos. Estas não visam uniformizar o andamento do projeto, mas servir de norteador para as atividades, procurando impulsionar o processo de criativo em cada etapa do desenvolvimento do projeto. As estratégias podem ser utilizadas em conjunto ou de forma isolada, atendendo às necessidades dos usuários em determinadas fases de seus projetos.

As próximas seções apresentam como o *DT* e a metodologia de aprendizagem baseada em projetos se entrelaçam em ambientes *maker*, de diferentes perspectivas: mostrando os principais desafios; através da análise de trabalhos de outros autores;

na metodologia de execução da pesquisa; e no processo de desenvolvimento de um manual orientador para indivíduos *maker* sobre a utilização de ferramentas de *DT* direcionadas ao projeto.

### **3.1 Aplicando as estratégias do Design Thinking na elaboração de projetos em ambientes maker: estudos preliminares**

O *DT* tem sido utilizado em como uma abordagem para o desenvolvimento de metodologias baseadas em projeto em diferentes lugares do mundo. Haja visto o caso de Christa Flores<sup>38</sup>, que desenvolveu com seus alunos do quinto ano de ciências, atividades construcionistas, com o apoio do *DT*, no chamado “projeto complexo de primavera”. O objetivo do trabalho é propor a resolução de um determinado problema complexo, através da confecção de um projeto. Os projetos são realizados em times e possui algumas restrições como tipo de design que deverá ser desenvolvido, estética e propósito do produto, além dos materiais a ser utilizados. O início da atividade é marcado pelo fim do estudo de unidades de padrões e o começo do estudo de estruturas e sistemas através da fabricação e resolução de problemas. Esta atividade dura em torno de seis meses, tempo suficiente para que os alunos tenham a chance de utilizar seus conhecimentos sobre materiais, medidas e padrões para criar novos projetos. Os projetos envolvem peças de conjuntos móveis, materiais de eletrônica e de construção. O tema desenvolvido para esta edição foi o raciocínio de design e sustentabilidade. Os projetos construídos, por alunos entre dez e onze anos, permitiram que estes desenvolvessem aspectos de sua personalidade como paciência, resiliência e senso de humor, além de habilidades como criatividade, comunicação, construção, matemática, artes, gerenciamento do tempo, organização e autonomia.

Outro exemplo da aplicação do *DT* em ambientes de fabricação digital é o

---

<sup>38</sup> Relato retirado do *artigo Constructionism through Design Thinking Projects: Design Thinking as Constructionist Learning, Lessons from a Spring Hard Problem*. Fablearn Fellows Stanford. Disponível em: <<http://fablearn.stanford.edu/fellows/blog/constructionism-through-design-thinking-projects>> Acesso em: Julho/2018.

desenvolvido pelo *Child Computer Interaction Group*, da universidade de Aarhus, Dinamarca. Esta pesquisa combina antropologia social, design de interação e psicologia do desenvolvimento infantil. O estudo interdisciplinar sobre fabricação digital na educação, foi realizado com alunos do ensino secundário inferior, em duas escolas dinamarquesas, avaliando a evolução criativa dos alunos, com foco no desenvolvimento de habilidades de inovação, empreendedorismo e tecnologia digital, em cinco diferentes cursos, do quinto ao nono ano, que possuíam aspectos de design e tecnologia da informação em seus currículos, exigidos pela nova legislação dinamarquesa. Visando investigar as possibilidades da fabricação digital em um contexto educacional, as escolas investiram em impressoras 3D, *LittleBits*, *Arduinos*, *MakeyMakey*, *Sphero* e demais materiais de design analógico como madeira, papelão, material para pintura, entre outros, além de experimentos com *Scratch*. A duração da pesquisa foi de dois meses de atividades com os alunos, totalizando cerca de 45 horas de experimento, entre agosto e outubro de 2014. O desafio criado para as escolas foi chamado de *Design thinking: redesenho de espaços urbanos* e levou os alunos a trabalharem cinco diferentes ferramentas de DT. A situação problema era a de os estudantes redesenharem um parque público no centro da cidade, cercada de diferentes instituições culturais. Como âncora, os alunos foram apresentados a situação real de que o parque era pouco utilizado como espaço social e cotidiano. A figura 26 (SMITH et.al,2015) mostra os alunos desenvolvendo as atividades no *FabLab*.



Figura 26 - Estudantes projetando com materiais de design em FabLab dinamarquês  
Fonte: Smith et.al (2015).

Com base em *insights* e estudos observacionais, a equipe de pesquisa desenvolveu o estudo através de experimentos de *DT*, integrando-o ao processo de fabricação digital, com foco no enfrentamento dos problemas da sociedade. O objetivo do experimento, foi o de examinar como os elementos do *DT* e da fabricação digital poderiam fornecer aos alunos novas possibilidades de aprendizagem. Os pesquisadores utilizaram o modelo de processo para *design thinking* do *FabLab@School*. O modelo permite que de forma prática a abordagem seja utilizada em *FabLabs*, pela sua simplicidade, conforme mostra a figura 27 (SMITH et.al, 2015).

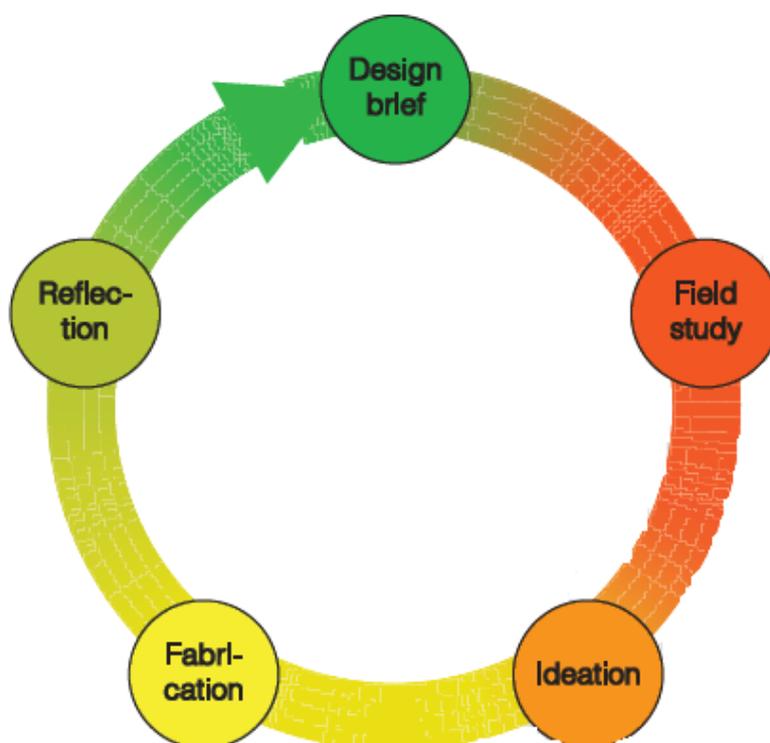


Figura 27 - Modelo de processo para design thinking do FabLab@School

Fonte: Smith et.al (2015).

A partir dos experimentos, os pesquisadores puderam observar que existe convergência entre *DT* e fabricação digital. O *DT* permitia que os grupos analisassem de diferentes formas a situação, criando distintos produtos para a resolução do problema. Os diferentes grupos melhoraram em seus processos de síntese e em externar informações, criatividade, diálogo e trabalho em grupo além de desenvolverem habilidades relacionadas a utilização das tecnologias empregadas nos

*FabLabs*. Porém, três pontos chamaram a atenção dos pesquisadores. O primeiro ponto foi o fato de que, os estudos de observação, revelaram que os estudantes não entendem processos exploratórios ligados aos processos de fabricação digital. Em contraste, ao incluir a abordagem do *DT* no processo de fabricação digital, os alunos progrediram para uma melhor compreensão do processo. Os alunos ficavam presos na busca por informações para desenvolver o projeto, perdendo o interesse, pois não tinham critérios bem estabelecidos ou visão para orientar o processo. A utilização do *DT*, permitiu que os alunos gradualmente navegassem e direcionassem seu próprio processo criativo.

O segundo *insight* desse estudo, indica que as utilizações das ferramentas de *DT*, nas etapas de investigação de cenários, ideação e prototipação, forneceram subsídios para o desenvolvimento dos processos de fabricação. Na experiência de pesquisa estruturada, os estudantes conseguiram dialogar com o processo, transformando o pensamento abstrato em ações concretas, se valendo de ferramentas digitais e materiais de artesanato para a construção de seus projetos.

O terceiro ponto mostra como a reflexão e a argumentação são progressivamente desenvolvidos ao inserir o *DT* em ambientes *maker*. Para muitos estudantes, essa percepção ocorreu após as etapas de ideação e no início da fabricação. Os estudantes revisitavam constantemente o tema, o resumo do projeto e as restrições, utilizando seus próprios recursos empíricos para, gradualmente, tornarem-se autônomos, construindo um argumento para suas escolhas e mudanças em seus protótipos. Esta pesquisa encerra mencionando que além dos *insights* destacados, os experimentos revelaram que a combinação de *DT* e fabricação digital orientada à aprendizagem baseada em projetos, vai no sentido oposto ao instrucionismo encontrado em muitas escolas.

No último caso analisado, o *DT* foi combinado com *makerspaces* para a formação de bibliotecários<sup>39</sup>. O estudo tinha por objetivo estabelecer relação entre biblioteconomia e ciência da informação, a partir de uma experiência *maker*. Assim, a pesquisa buscava descobrir novos caminhos para a formação de futuros profissionais

---

<sup>39</sup> Este caso foi publicado no Knowledge Quest: Creativity and Innovation journal sob o título Creativity through "maker" experiences and design thinking in the education of librarians (BOWLER, 2014).

bibliotecários que pudessem estabelecer ou gerenciar uma biblioteca com diferentes apelos tecnológicos. Para resolver esta questão, o estudo foi conduzido na Universidade de Pittsburgh, através de um evento extracurricular chamado *Bots and Books Design Challenge*. Trabalhando em equipes, os alunos foram desafiados a selecionar uma história infantil e interpretá-la através de um projeto de um robô. O artefato produzido deveria fornecer uma compreensão mais profunda sobre a história contada, provocando uma resposta emocional no espectador. Para a confecção dos robôs, a *Carnegie Mellon University* forneceu a plataforma técnica composta por um controlador próprio, desenvolvido para a educação infantil, kit de motores, *LEDs* e sensores eletrônicos, além de materiais de construção para a etapa de acabamentos. Os robôs foram julgados por um painel de docentes, além de um bibliotecário da *Carnegie* de Pittsburgh. O projeto foi desenvolvido utilizando as etapas do *DT* envolvendo iterações de ideação e prototipação, ou seja, voltar para a lousa para determinar soluções alternativas em cada ciclo de melhorias. O *DT* foi utilizado como uma metodologia construcionista, levando os alunos ao aprendizado por meio do fazer no mundo real. Um dos artefatos construídos foi o robô girafa inspirado no livro de imagens de *Giles Andreae*, chamado *Giraffes Can't Dance*. O conjunto, além do robô girafa, continha um painel de *LEDs* que interagira “chorando” em resposta à música, conforme demonstrado na figura 28 (BOWLER, 2014).



Figura 28 – Girafa robô inspirada na obra *Giraffes Can't Dance*

Fonte: BOWLER (2014)

Os projetos desenvolvidos demonstraram que a utilização do *DT* como norteador para o desenvolvimento do projeto de robótica, em ambientes *maker*, se caracterizou como um método único para aproveitar a tecnologia de maneiras que incentivam a criatividade e as práticas técnicas, respeitando as raízes humanistas existentes no contexto de uma biblioteca.

As pesquisas apresentadas demonstram que a metodologia do *DT* tem sido utilizada com êxito como norteador para os processos de desenvolvimento de projetos em espaços *maker*.

### **3.2 Aplicando as estratégias do Design Thinking na elaboração de projetos em ambientes maker: metodologia de pesquisa**

Este subcapítulo tem por objetivos demonstrar as diferentes etapas da realização desta pesquisa. A metodologia da pesquisa é entendida como um processo que é iniciado por meio da escolha de um determinado tema de estudo, até a análise de dados, propondo alternativas para resolução do problema. Segundo Alyrio (2009, p.120) “O método científico refere-se ao passo a passo construído a fim de atingir um objetivo ou encontrar uma verdade na pesquisa”. Para Lakatos e Marconi (2006,p. 46) “a finalidade da atividade científica é a obtenção da comprovação de hipóteses, que por sua vez, são pontes entre a observação da realidade e a teoria científica, que explica realidade”. Gatti (2007) acrescenta à essa visão que, ao pesquisar, a busca é por um tipo de conhecimento que ultrapasse o entendimento imediato sobre a realidade observada, o qual o pesquisador procura descrever, compreender e explicar algo, visando solucionar problemas ou para responder a algumas incógnitas, segundo critérios estabelecidos. Nesse sentido, Thiollent (1986) salienta que um dos principais objetivos da pesquisa é o de dar aos pesquisadores os meios de se tornarem capazes de responder com maior eficiência aos problemas da situação estudada.

Ao realizar pesquisa na área educacional, é necessário levar em conta que esta muitas vezes apresenta características específicas. Para Gatti (2007), em educação a pesquisa compreende uma vasta diversidade de questões, de variadas conotações, embora todas estejam relacionadas de forma complexa ao desenvolvimento das pessoas e da sociedade, podendo ser referida como pesquisa educacional aquela em

que o processo de educar seja o ponto de partida e o ponto de chegada da investigação. A autora (GATTI, 2007,p.12 ) ainda salienta que “(...) pesquisar em educação significa trabalhar com algo relativo à seres humanos ou com eles mesmos, em seu processo de vida”. A declaração reafirma as particularidades e características específicas das quais este tipo de pesquisa se reveste. Entre outros, esses aspectos determinam as restrições de um projeto de pesquisa no campo educacional, definindo os possíveis caminhos e formas de abordagem que aproximarão o pesquisador do fenômeno estudado. Nesta pesquisa, um dos aspectos escolhido é a formação discente em ambientes educacionais *maker* com o auxílio da metodologia criativa do *DT*.

Assim, a definição e os meio de aplicação dos procedimentos e instrumentos metodológicos, são fundamentais para que o pesquisador alcance seus objetivos. “O método é o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, (...)permite alcançar o objetivo (...), traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista” (MARCONI, LAKATOS, 2006, p. 46). Assim, o plano de ação sobre a investigação é uma etapa fundamental, ao definir com precisão atores, unidades de intervenção, objetivos, metas e meios de avaliação, propõem a base de referência para o processo (THIOLLENT, 1986).

Quanto à discussão metodológica deste trabalho, a opção escolhida foi a de uma abordagem qualitativa. A pesquisa qualitativa considera que existe uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, ou seja, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não se pode traduzir em números (COLLIS e HUSSEY, 2005). Para Marconi e Lakatos (2006) a metodologia qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano, fornecendo uma análise mais detalhada sobre hábitos, atitudes e tendências comportamentais.

Segundo Bogdan e Biklen (1994) a pesquisa qualitativa apresenta características básicas, como: o ambiente natural é a fonte direta de dados e o pesquisador é o seu principal instrumento de coleta; os dados coletados são predominantemente descritivos; os pesquisadores têm uma maior preocupação com o processo do que a preocupação com o produto; a análise dos dados ocorre de forma indutiva; e o significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida, são de importância vital. Além dessas características, os autores ressaltam ainda que esta

envolve sobretudo a obtenção de dados descritivos, obtidos por meio de contato direto do pesquisador com a situação estudada, mantendo, sobretudo, a preocupação de retratar a perspectiva dos participantes. Ludke e André (2013) complementam estas afirmações por ressaltarem que o pesquisador deve manter um contato estreito e direto com a situação onde os fenômenos ocorrem, pois estes são muito influenciados pelo contexto; o pesquisador deve atentar para o maior número possível de elementos, pois mesmo aspectos que parecem triviais, podem ser essenciais para a compreensão do problema; o interesse do pesquisador é verificar como determinado problema se manifesta nas atividades e interações cotidianas; ao capturar a perspectiva dos participantes, o pesquisador deve encontrar meios de checá-las, discutindo-as abertamente com os participantes; e o processo indutivo leva as abstrações a se consolidarem a partir da inspeção dos dados, sem a preocupação em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos, porém, o desenvolvimento do estudo se aproxima de um funil, onde, no início, existem questões de focos de interesse muito amplos, e na medida que o estudo se desenvolve, se tornam mais diretos e específicos. Esse fato está relacionado com o aspecto emergente do processo de pesquisa qualitativa, tendo como ideia fundamental o aprendizado sobre o problema ou questão com os participantes (CRESWELL, 2010).

Assim, a pesquisa qualitativa é indicada para ser utilizada nas situações apresentadas neste estudo, já que no processo de desenvolvimento de projetos por meio de *DT* está repleto de situações relacionadas ao desenvolvimento do aluno. Junte-se a isso o fato de que o trabalho é desenvolvido em ambiente natural e é rico em dados descritivos, focando a realidade de forma complexa e contextualizada. No *HCD Toolkit* (IDEO, 2016), métodos qualitativos de pesquisa são referidos como indutores de empatia pelas pessoas para as quais o projeto está sendo desenvolvido, permitindo que suposições sejam questionadas, e que surjam novas soluções.

O estudo está baseado em uma postura voltada para a perspectiva interpretativa. Isso ocorre devido ao fato do pesquisador fazer uma interpretação daquilo que enxerga, ouve e entende, não estando indissociável de sua origem, história, contexto e entendimentos. A pesquisa interpretativa é holística, já que há o desenvolvimento de um quadro complexo do problema ou questão envolvendo o relato de múltiplas perspectivas e identificação dos diversos fatores implicados em

uma situação, ou em um cenário mais abrangente (CRESWELL, 2010). Pode-se situar essa pesquisa, como interpretativa, também do ponto de vista epistemológico, já que carrega consigo fundamentos construtivistas, naturalistas e fenomenológicas (WALSHAM, 1995). Essa perspectiva, como é salientado por Moraes e Valente (2008), é compatível com pesquisas em educação, visto que essa linha de pensamento analisa o contexto, tendo o indivíduo como sujeito ativo na construção da realidade, ou seja, participante em toda sua inteireza. A subjetividade é o aspecto fundamental e o conhecimento o resultado da ação da interconexão com as estruturas do sujeito.

Alinhada a essa perspectiva, a pesquisa ocorre por intermédio de observação participante sobre o processo de utilização de *DT* em ambientes *maker*. A observação participante uma estratégia de campo que combina análise documental, entrevistas de respondentes e informantes, envolvendo, não só a observação direta, mas um conjunto de técnicas metodológicas pressupondo um grande envolvimento do pesquisador (LUDKE; ANDRÉ, 2018). A observação participante faz parte da etnografia, tipo de pesquisa adaptada das áreas de antropologia e sociologia para a área educacional. A etnografia é uma abordagem em pesquisa qualitativa onde o principal objetivo é a descrição de significados culturais de determinado grupo (SPRADLEY, 1979). A etnografia em educação deve pensar o ensino e a aprendizagem, dentro de um contexto cultural amplo, não limitando ao que se passa no âmbito da pesquisa, mas sim relacionar com contextos fora do ambiente pesquisado (WOLCOTT 1975 apud LUDKE; ANDRÉ, 2013). A utilização das etapas do *DT* no processo de desenvolvimento de projetos, possibilita perceber e analisar aspectos da proposta, a partir do ponto de vista das pessoas, daquilo que experimentam, tomando em consideração o que são capazes de ver, perceber, interpretar e construir, na tentativa de compreender os significados que os acontecimentos e interações têm para elas, nessa situação em particular (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Pormenores a respeito de como ocorrem o processo de construção do conhecimento, o desenvolvimento do processo criativo e o trabalho entre os pares, foram observados, sob essa perspectiva.

Em decorrência desse processo, a realidade revelada pelo pesquisador é a interpretação do campo de pesquisa a partir das relações existentes entre objetividade e a subjetividade, não sendo estas excludentes, porém complementares, fazendo do conhecimento interpretado, uma representação possível do real dentre várias outras

(MORAES; VALENTE, 2008).

Devido a especificidade dos problemas estudados em educação, esse tipo de pesquisa requer técnica de estudo adequadas. Nesta pesquisa, as técnicas adotadas foram a observação, que insere o pesquisador na realidade estudada; a entrevista, que permite um maior aprofundamento de informações obtidas; e a análise documental que aponta novos aspectos sobre a realidade estudada (LUDKE; ANDRÉ, 2018). A figura 29 representa, de forma sucinta, as partes que compõem o escopo da pesquisa, de forma complementar, não hierárquica, pela complexa função que a pesquisa assume no âmbito educacional.



*Figura 29 - Perspectiva teórica e epistemológica*

*Fonte: o autor*

A próxima seção apresentará as etapas da pesquisa, assim como os instrumentos de coleta de dados sob a perspectiva da observação participante.

### 3.3 Os procedimentos e etapas de pesquisa

A construção deste trabalho ocorreu por meio de procedimentos divididos em três diferentes etapas, acontecendo por vezes de forma sobreposta, porém,

interdependentes entre si. Assim como na metodologia do *DT*, procurou-se desenvolver este trabalho com o intuito de evoluir, uma ideia na primeira etapa, para um produto, ao final da última etapa. A primeira etapa, orientou-se pelo desenvolvimento de uma visão holística sobre a temática de formação em ambientes *maker*, buscando-se um entendimento profundo da situação, das necessidades, expectativas e aspirações contidas em sua essência, com o objetivo de identificar oportunidades para a educação, a partir da perspectiva do movimento *maker*. O desenvolvimento ocorreu através de **imersão** no contexto pesquisado, por meio da participação e acompanhamento de atividades nesses espaços, buscando por relações, por meio de observação, que pudessem ser interpretadas e utilizadas para a realização do trabalho. O acompanhamento ocorreu no período de dois semestres, por meio de visitas periódicas a um *FabLab*, buscando por aspectos relevantes sobre a utilização de seus recursos para a formação discente, além de particularidades sobre a cultura *maker* existentes nesse local. O acompanhamento das atividades realizadas nesse ambiente teve como principal objetivo de compreender a dinâmica desses espaços bem como a metodologia do *DT* poderia auxiliar nesse contexto, em relação à formação educacional. Além do acompanhamento das atividades em espaços *maker*, a atividade de imersão foi acompanhada de uma pesquisa bibliográfica. O objetivo de consultar a bibliografia, foi a de formar uma base teórica, permitindo a identificação de padrões e a geração de uma estrutura de ambiente mais propício a oportunidades para o desenvolvimento das atividades dos alunos. Através da primeira etapa, agregada as opções metodológicas, o objetivo específico de explorar os benefícios da educação realizada em ambientes *maker*, foi contemplado.

A segunda etapa orientou-se por sintetizar e interpretar as informações coletadas durante a imersão, desenvolvendo um melhor entendimento sobre o problema, criando oportunidades de transformar esse conhecimento em possíveis ideias e *insights* sobre soluções. Foram realizadas oficinas para a prototipação de soluções e testes com os alunos, proporcionando um feedback sobre a solução escolhida. Esta etapa foi responsável por aprofundar o conhecimento sobre as potencialidades do *DT*, quando utilizado em conjunto com a aprendizagem baseada em projetos, procurando identificar as contribuições que a associação destas metodologias pode trazer para a área educacional, outro objetivo específico do trabalho. Nesse ínterim, foram levadas em conta apenas os impactos sobre os

*stakeholders* internos, na situação proposta, os discentes, podendo ser um aspecto a ser considerado para outras pesquisas as implicações da utilização da metodologia *DT* sobre demais partes interessadas, como professores, coordenadores e comunidade onde os ambientes *maker* estão inseridos. A escolha e validação das ferramentas de *DT*, ocorreu por meio da exposição dos alunos à estas em oficinas e da busca por impressões destes em entrevistas de grupos focais. O desenvolvimento de um manual de utilização de técnicas de *DT*, compiladas das principais publicações sobre o tema, na atualidade, ocorreu também durante esta etapa. O desenvolvimento do manual de utilização das dinâmicas de *DT*, adaptados para os ambientes *maker*, é uma compilação das técnicas para o ambiente de desenvolvimento de projetos educacionais. O manual evoluiu para um software pelo entendimento de que essa forma de comunicação é mais relevante para grande parte do público discente contemporâneo. O desenvolvimento do manual “Guia para *makerspaces*: utilizando o *design thinking* em projetos” deu origem a um software de mesmo nome. Esta etapa foi chamada de **criação**.

Na terceira etapa, **implementação**, buscou-se tornar viável a solução projetada, gerando indicadores para tornar possível a avaliação dos impactos gerados por ela e o acompanhamento da evolução do artefato.

### 3.3.1 Tipo de pesquisa

A principal estratégia de pesquisa utilizada em campo foi a observação participante. Essa técnica se caracteriza por um contato estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado, possibilitando, por meio de experiência direta, uma verificação mais eficaz de ocorrências que afetam o estudo (LUDKE; ANDRÉ, 2018). Para Creswell (2010), na atividade de observação o pesquisador procura identificar um grupo que compartilha uma certa cultura e estudar como ele desenvolve padrões compartilhados de comportamento, engajando-se em vivenciar a mesma situação do indivíduo. Marconi e Lakatos (2006,p.277) conceituam a observação participante como “a interação entre investigador e grupos sociais, visando coletar modos de vida sistemáticos, diretamente do contexto ou da situação específica do grupo”. Assim, essa técnica é favorável para esta pesquisa, pois busca fazer com que o pesquisador

se torne um membro do grupo e busque a perspectiva do observado sobre o fenômeno e a verificação dos eventos referentes ao processo. Nesse ínterim, durante este estudo, o pesquisador assumiu diferentes formas de participação durante o processo de observação, de acordo com o objetivo proposto para cada atividade de campo<sup>40</sup>. Em um primeiro momento, o pesquisador assumiu o papel de observador como participante total, visando uma imersão profunda nas atividades do laboratório de fabricação digital e na visita à *FabLabs*, proporcionando assim uma maior aproximação da perspectiva social do grupo e conhecendo os principais processos como usuário. Na busca por uma gama mais variada de informações, maior cooperação por parte do grupo e uma visão holística da situação, nos demais momentos assumiu o papel de observador como participante.

### 3.3.2 Sujeitos e campo de pesquisa

A pesquisa se caracterizou pelo envolvimento com diferentes sujeitos e campos de pesquisa, em suas diferentes fases, de acordo com os objetivos propostos para cada momento do estudo. Na fase de **imersão**, os sujeitos da pesquisa são alunos do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), do Campus Porto Alegre, do curso de Pós-graduação, do Mestrado Profissional em Informática na Educação (MPIE), na disciplina tecnologias emergentes aplicadas à educação. Estes alunos utilizam o espaço para a fabricação digital, dentro do contexto da disciplina e no desenvolvimento de projetos de produtos relacionados ao curso de mestrado. O campo de aplicação da pesquisa foram as instalações do IFRS campus Porto Alegre, mais precisamente, no *FabLab* existente na estrutura da instituição, chamado de POALAB. O POALAB (figura 30) é um laboratório de fabricação digital sediado como um programa de extensão no IFRS campus Porto Alegre.

---

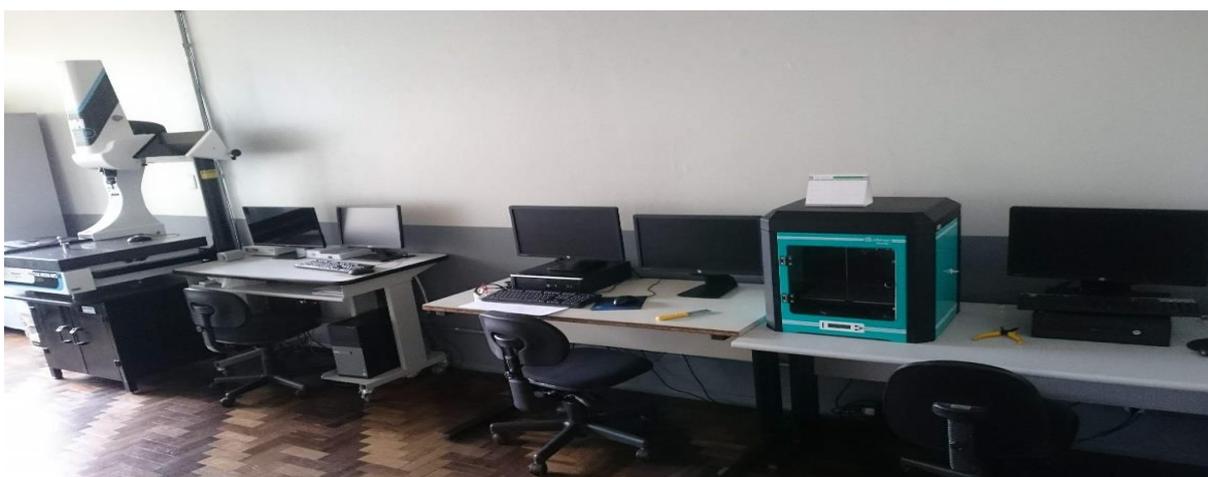
<sup>40</sup> Ludke e André (2018) situam no processo de observação participante quatro tipos de observadores, o participante total, o participante como observador, o observador como participante e o observador total, de acordo com o quão explícito o pesquisador quer deixar o seu papel e o propósito do estudo, dentro de um continuum que vai desde a explicitação total até a não revelação. As autoras salientam ainda que estes devem ser utilizados conforme proposto no alcance dos objetivos por parte do pesquisador.



*Figura 30 - Infraestrutura do POALAB*

*Fonte: POALAB (2018)*

Foram utilizadas para o desenvolvimento das atividades da fase de **criação** (interpretação e prototipação) e **implementação**, a infraestrutura do laboratório de prototipação do Centro de formação profissional do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Antônio Jacob Renner (figura 31), bem como os demais ambientes relevantes para o estudo como laboratórios de informática e salas de aula.



*Figura 31 - Infraestrutura do laboratório de prototipação*

*Fonte: o autor*

O centro de formação profissional desenvolve cursos de formação nas áreas eletroeletrônica, metalomecânica, administração e logística. Os participantes dessa fase da pesquisa foram alunos do curso de formação profissional na área de logística, realizando atividades referentes à sua área, com o apoio do *DT*, em ambiente *maker*.

Os ambientes foram escolhidos com o objetivo de coletar dados no local onde os participantes vivenciam a ação do fenômeno estudado, proporcionando acompanhamento e atividades de observação no contexto do usuário. Para Creswell (2010), em ambientes naturais os pesquisadores têm interações mais próximas, face a face, com os usuários no decorrer da pesquisa.

### 3.3.3 Procedimentos da pesquisa

A pesquisa está dividida em três etapas, ocorrendo todas em diferentes espaços *maker*. A primeira etapa, com o propósito de explorar os benefícios da educação realizada em espaços *maker*, foi realizada por meio de **imersão** no contexto de um laboratório de fabricação digital voltado para a área educacional, no período de doze meses, acompanhando o desenvolvimento de projetos dos alunos do curso de mestrado em Informática na Educação, em dois diferentes ciclos da disciplina de Tecnologias Emergentes para a Educação. A fase de **criação** buscou investigar as potencialidades do *DT* e avaliação do desenvolvimento de projetos em ambientes *maker* com auxílio do manual de *DT*, ocorrendo em espaços escolares com ferramentas que permitiam que os alunos desenvolvessem projetos *maker* relacionados à sua área de formação. A última etapa, **implementação**, busca subsídios para demonstrar a viabilidade, impactos e evolução do produto.

Os alunos envolvidos nas diferentes etapas consentiram com a utilização de relatos, anotações das observações e imagens fotográficas, nesta pesquisa, bem como, com sua publicação. O quadro 9 demonstra de forma resumida os procedimentos e ferramentas utilizadas durante as diferentes fases da pesquisa.

Quadro 9 - Procedimentos de pesquisa

Fonte: o autor

Fase	Atividades	Ambientes/Sujeitos	Período	Procedimentos de pesquisa			
				Objetivo	Desenvolvimento	Resultados	Ferramentas
Imersão	- Acompanhamento de atividades em <i>makerspaces</i> ; - Levantamento de informações bibliográficas.	PoaLab/alunos da disciplina Tecnologias emergentes para a educação	Julho de 2016 – Dezembro 2016 Fevereiro 2018 – julho 2018 (dois ciclos)	- Explorar os benefícios da educação realizada em ambientes <i>maker</i> ;	- Acompanhando as atividades dos alunos por meio de observação participante; - Coletando dados por meio de entrevistas semi-estruturadas; - Compilando as principais publicações sobre o tema.	- Associação de elementos distintos sobre formação em ambientes <i>maker</i> ; - Entendimento profundo da situação, das necessidades, expectativas e aspirações dos usuários; - Identificação oportunidades para a educação, a partir da perspectiva do movimento <i>maker</i>	- Observação participante; - Levantamento bibliográfico. - Mapa de empatia;
Criação	- Interpretar informações coletadas; - Idear;  - Oficinas de validação das ferramentas de DT; - Oficinas de desenvolvimento de projetos <i>maker</i> com a utilização de DT; - Prototipar;	Pesquisador  Laboratório de prototipação / alunos do ensino profissional em logística	Janeiro 2017 – Julho 2018 (ao final do segundo ciclo)  Janeiro 2018 – julho 2018	- Investigar as potencialidades do <i>design thinking</i> , utilizado em conjunto com a aprendizagem baseada em projetos;  - Identificando as contribuições que a associação destas metodologias pode trazer para a área educacional;	- Realizando oficinas de DT com os alunos;  - Coletando dados por meio de observação e entrevistas de grupos focais,  - Desenvolvendo manual de utilização das dinâmicas de DT;	- Síntese das informações coletadas;  - Ferramentas escolhidas e validadas;  - Dados coletados sobre a utilização de DT em ambientes <i>maker</i> ;  - Manual de utilização de DT em ambientes <i>maker</i> ;  - Protótipo do software;	- Observação participante;  - Entrevistas em grupos focais;  - Brainstorm;  - Mapa de stakeholders;  - Persona;
Implementação	Avaliar solução escolhida	Laboratório de prototipação /PoaLab/ alunos do ensino profissional em logística	Julho 2018 – Dezembro 2018	- Avaliar o guia para ambientes <i>maker</i> ; - Identificar suas potencialidades e limitações para utilização em espaços <i>maker</i> .	Gerando indicadores para avaliação dos impactos gerados pela utilização do artefato	- Solução projetada viável.	- Framework DECIDE

### 3.3.4 Coleta, análise e interpretação dos dados

Analisar e interpretar dados em pesquisa qualitativa significa, trabalhar o material obtido durante a pesquisa, que podem constituir-se de formas distintas, incluindo os relatos de observação, transcrições de entrevistas análises de documentos e demais formas de informações coletadas. O processo de análise abarca a organização do material, buscando identificar tendências e padrões relevantes para o estudo, estando presente em vários estágios da pesquisa, se tornando mais formal e sistemática após a conclusão da coleta de dados (LUDKE; ANDRÉ, 2018).

Durante as fases do estudo em questão, foram utilizados diferentes procedimentos de coleta e análise de dados, conforme os objetivos de utilização das informações coletadas. Os procedimentos visam a constante manutenção da coerência das questões estudadas frente às particularidades de cada situação ou fase de pesquisa, viabilizando o aprendizado sobre a tomada de decisão, de áreas e aspectos que requerem de maior exploração, ênfase ou mesmo rejeição. Entre os procedimentos utilizados para a coleta de dados estão a delimitação progressiva do foco de estudo, a formulação de questões analíticas, o aprofundamento da revisão literária, a testagem das ideias junto aos sujeitos e a ampla utilização de comentários, observações e especulações durante a atividade de coleta (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Segundo Ludke e André (2018) a delimitação progressiva do estudo diz respeito a tentativa de delimitação do problema analisado, tornando a coleta de dados mais dirigida e produtiva; a formulação de questões analíticas é uma proposição mais específica, que sistematiza a análise e possibilita a articulação entre os pressupostos teóricos e os dados reais; o aprofundamento da revisão literária antes da análise dos dados consiste em relacionar as descobertas feitas durante o estudo ao que já existe na literatura, tornando mais seguras as decisões sobre as direções a serem tomadas durante a pesquisa; a testagem de ideias junto aos sujeitos é relevante para o esclarecimento de pontos obscuros da análise; e a utilização de comentários, observações e especulações ao longo da coleta são todos os registros realizados pelo pesquisador, tópicos ou temas recorrentes, personagens e acontecimentos intrigantes, esclarecimentos sobre aspectos anteriormente obscuros, dúvidas, soluções e explicações, com o potencial de oferecer elementos substanciais que auxiliem na elucidação das principais questões investigadas.

Outro aspecto importante para a pesquisa é a coerência e transparência dos resultados. Neste estudo, foram empregados critérios de avaliação da qualidade dos dados como fidedignidade, que se refere à qualidade externa dos dados; validade, referente aos dados internos e a relevância da informação; e a representatividade, que garante que os grupos e contextos onde os dados coletados, realmente representam o contexto referido pelo pesquisador (AFONSO, 2005).

A organização dos dados para a realização da análise ocorreu por meio categorização descritiva dos dados de acordo com as temáticas teóricas iniciais, observando o atendimento aos objetivos da pesquisa (LUDKE; ANDRÉ, 2018).

Como apoio para a análise dos dados foi utilizada a abordagem da cognição distribuída de Hutchins (1995), sob a perspectiva de Rogers et.al (2013). Segundo Rogers et.al (2013) a relevância de se estruturar a análise de dados qualitativos em torno de um *framework* teórico, é de que esse movimento pode levar a percepções (*insights*) adicionais, já que as técnicas se concentram menos nos objetivos do estudo e mais propriamente na análise dos dados.

A abordagem da cognição distribuída estuda a natureza dos fenômenos cognitivos entre os indivíduos, artefatos e representações internas e externas no contexto onde estes ocorrem, tendo como principal função a descrição das interações e de como a informação é representada conforme se movimenta entre os indivíduos e pelos conjuntos de artefatos que estão sendo utilizados (HUTCHINS, 1995; ROGERS; SHARP; PREECE, 2013).

A análise e interpretação dos dados através da cognição distribuída, faz-se significativa para este estudo, pois possibilita o entendimento dos dados de interações entre os indivíduos e as situações criadas, concentrando-se no que está acontecendo em um sistema envolvendo indivíduos, ambientes e artefatos. A utilização de cognição distribuída, buscou identificar no processo de análise e interpretação dos dados:

- a) *Como os indivíduos relacionam-se com o ambiente e as ferramentas para resolverem problemas;*
- b) *Como os indivíduos trabalham de forma de forma distribuída para resolver as situações desafiadores que ocorrem;*
- c) *Qual o papel do comportamento verbal e não verbal sobre a resolução de problemas;*
- d) *Os vários mecanismos de coordenação como regras e procedimentos;*
- e) *A comunicação durante o avanço das atividades colaborativas; e*
- f) *Como o conhecimento é compartilhado e acessado pelos indivíduos.*

Para a apresentação dos resultados foi escolhida a técnica de descrição por *storytelling*. O *storytelling* é uma abordagem que condensa as observações em histórias ou relatos ilustrativos específicos sobre os participantes ou situações vividas (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). A utilização de *storytelling* é relevante para contextualizar os resultados e dar-lhes significado (BROWN, 2017). As fases da pesquisa estão descritas nas seções a seguir.

### **Fase 1: Imersão no contexto dos ambientes *maker***

A primeira fase deste estudo teve como intuito a imersão em um ambiente educacional *maker*, permitindo uma maior familiarização com a cultura, ferramentas e procedimentos. A imersão em ambiente *maker* foi realizada no POALab, *FabLab* localizado no Campus Porto Alegre do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), acompanhando alunos do programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Informática na Educação (MPIE) na disciplina de tecnologias emergentes aplicadas à educação. Os alunos desenvolveram, a partir de uma situação desafiadora, projetos de objetos de aprendizagem que pudessem ser utilizados nas práticas educativas escolares, utilizando as máquinas, ferramentas, softwares e componentes eletrônicos disponíveis no POALAB. A seguir, a descrição das atividades desenvolvidas pelos indivíduos neste ambiente *maker*.

Projeto 1: O uso da robótica para o ensino de matemática no 4<sup>o</sup> ano.

Descrição: O trabalho tem por objetivo ensinar noções de sentido, direção, paralelismo, perpendicularidade e pontos de referência por meio de um carro de controle remoto, controlado por um dispositivo móvel. O objeto de aprendizagem foi construído com placas de MDF, *arduíno* e sensores do tipo *bluetooth*. A atividade proposta para os alunos consiste em duas etapas. A primeira etapa é realizada de forma livre, buscando a descoberta da tecnologia por parte dos alunos e a percepção de que esta pode ser movimentada em diferentes direções. Na segunda etapa, os alunos são desafiados a seguirem caminhos determinados, trabalhando conceitos como concentração e lateralidade, através de uma maquete de uma cidade. A figura 32, ilustra a utilização do objeto de aprendizagem no ensino de lógica de matemática.

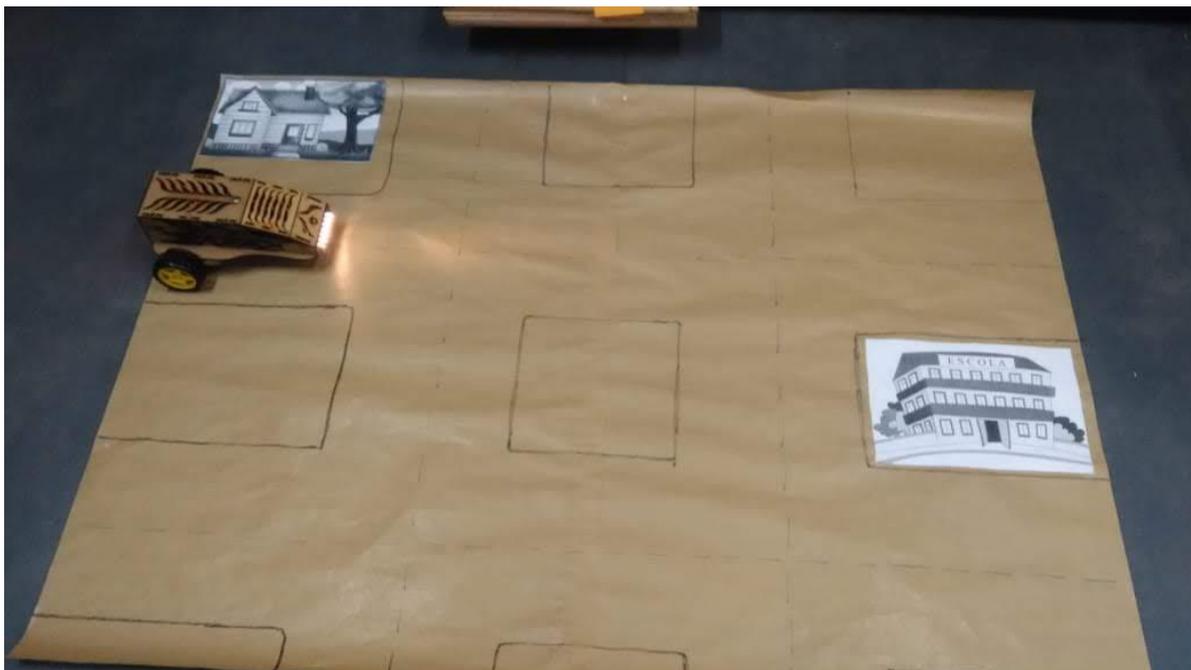
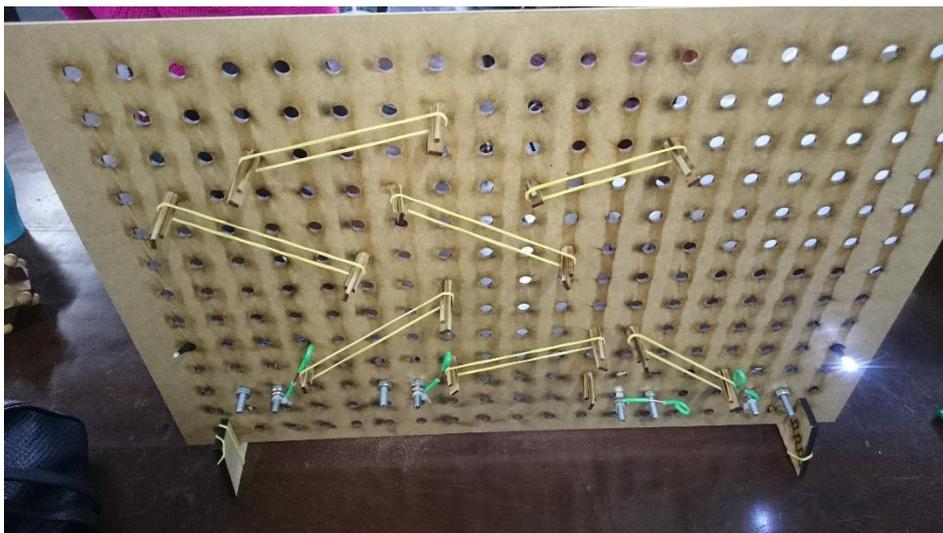


Figura 32 - O uso da robótica para o ensino de matemática: produto final

Fonte: o autor (2018)

### Projeto 2: O ensino de portas lógicas E/OU.

Descrição: O trabalho tem por objetivo o entendimento dos conectores lógicos E/OU por meio da gamificação. O aluno, por meio do jogo, é inserido no contexto das funções lógicas, permitindo uma melhor compreensão de um circuito. O objeto de aprendizagem foi inspirado nas *Goldberg Machine* e construído com placas de MDF, pilhas, *leds*, elásticos e bolas de gude (figura 33), além da utilização de máquina de corte laser e software do tipo CAD. Simula as variáveis de um circuito após executar a conjunção de duas ou mais variáveis binárias (função OU) ou ainda as possíveis variáveis binárias em um circuito (função E) por meio do lançamento de uma bola de gude por um labirinto e o acionamento de um ou outro lado do circuito.



*Figura 33 – Objeto de aprendizagem para ensino de portas lógicas*

*Fonte: O autor (2018)*

### Projeto 3: Jogo Tangran

Descrição: O trabalho tem por objetivo o aprendizado da lógica matemática, por meio da montagem da gamificação. O objeto consiste em um quebra-cabeça onde se faz necessário montar uma figura com a utilização de formas triangulares. A inspiração veio do jogo tradicional chinês de mesmo nome. Foi construído com a utilização de MDF de 3 mm de espessura, cortadora CNC e máquina de corte laser. O principal objetivo do jogo é o de montar figuras predeterminadas, utilizando as peças geométricas do jogo. Este exercício busca desenvolver a criatividade e o raciocínio lógico dos alunos, podendo ser utilizada em diversas áreas, principalmente no ensino de matemática. A figura 35 exibe as peças do jogo, fabricadas com diferentes técnicas de corte a laser.



*Figura 34 - Jogo Tangran*

*Fonte: O autor (2018)*

#### Projeto 4: Jogo Bagha-Chall

Descrição: Assim como o jogo Tangran, o Bagha-Chall é um jogo histórico da cultura asiática, mais especificamente do Nepal. O jogo consiste na formação de estratégias para que os personagens, tigres ou cabras, capturem ou cerquem seu adversário. Enquanto objeto de aprendizagem, tem o objetivo de desenvolver o raciocínio estratégico e a resolução de problemas não estruturados em crianças. O projeto foi desenvolvido com a utilização de equipamentos como impressora 3D, softwares do tipo CAD e cortadora laser, para desenvolver o tabuleiro de MDF e as peças de movimentação, os animais, em plástico ecológico (PLA – ácido polilático)<sup>41</sup>, conforme mostra a figura 35.

---

<sup>41</sup> O filamento usado na impressora 3D denominado ácido polilático – PLA, possui como base o amido de milho ou açúcar, por isso é potencialmente biodegradável, desde que passe pelo correto processo de compostagem (MARTINEZ;STAGER, 2013).



*Figura 35 - Jogo Bagha-Chall*

*Fonte: o autor (2018)*

Além dos trabalhos detalhados anteriormente, outros projetos foram desenvolvidos nesta mesma oficina, com grande relevância. Um deles, chamado de boneca de emoções, permitia, a partir de um manequim desenvolvido no laboratório, trabalhar o envolvimento psicológico de crianças em atividades educacionais. Outro projeto tinha como principal objetivo o ensino de forças físicas como a inércia, por meio de um carrossel todo construído no laboratório utilizando as máquinas de fabricação pessoal para a construção de suas estruturas e sensores, *arduíno* e motores para a construção da parte lógica e movimentação. Estes são alguns exemplos de como as atividades realizadas em espaços *maker*, podem trabalhar alguns aspectos importantes para a educação.

Os indivíduos partícipes desta oficina desenvolveram habilidades como trabalho e aprendizagem em pares, inovação, desenvolvimento da criatividade, desenvolvimento de produtos a partir de exaptação, serendipidade, motivação e resolução de problema não estruturados. Ao realizar esta observação, pode-se concluir que ambientes *maker* são importantes ferramentas para o desenvolvimento de pessoas. Mais do que isto, quando associadas às metodologias ativas de aprendizagem, podem, pelo caráter inovador dos espaços, fazer com que os

indivíduos desenvolvam as habilidades requeridas para o contexto atual, promovendo uma verdadeira revolução de *mindset*<sup>42</sup> em seus usuários, pois permite que estes vejam a educação de uma nova perspectiva. Para Hatch (2014 p.10),

“O verdadeiro poder desta revolução são seus efeitos democratizantes. Agora, qualquer pessoa pode inovar. Agora, quase qualquer indivíduo pode fazer. Agora com as ferramentas disponíveis nos espaços *maker*, qualquer pessoa pode mudar o mundo”.

Este é o verdadeiro objetivo dos espaços *maker*: empoderar os indivíduos por meio da aprendizagem participativa e colaborativa através de uma aprendizagem centrada no aluno, experimental, colaborativa e prática que resulte na criação de um produto que seja significativo para o indivíduo (GALLOWAY, 2015; GERSHENFELD, 2012).

## **Fase 2: Oficinas de desenvolvimento de projetos utilizando o *design thinking***

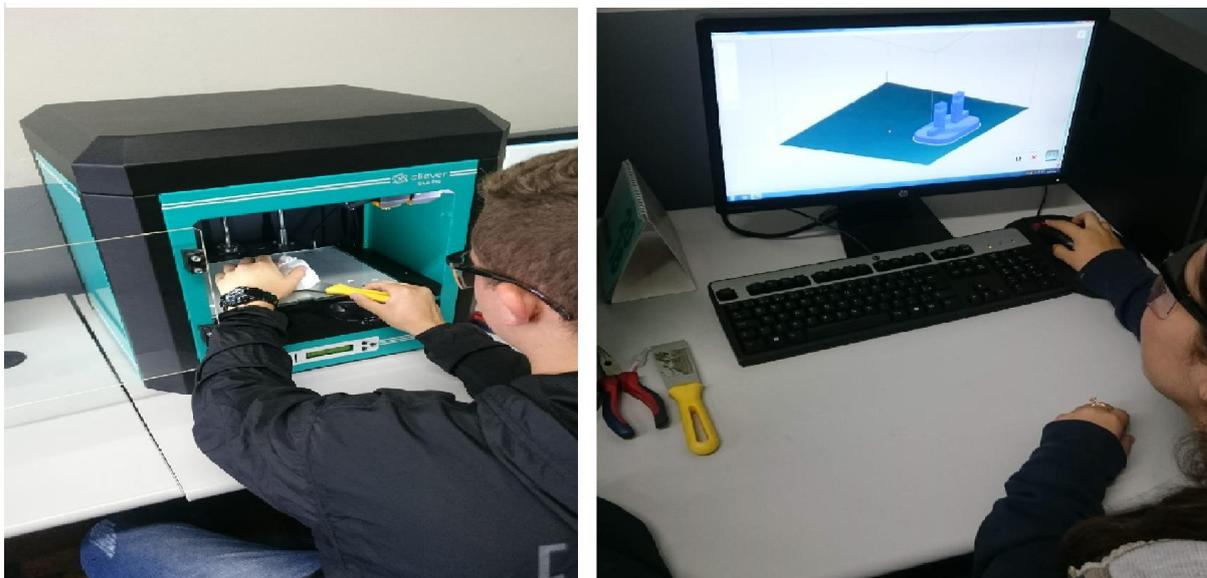
Visando o coletar dados sobre os impactos da utilização da metodologia *DT*, em ambientes *maker*, em conjunto com a metodologia de aprendizagem baseada em projetos, foram realizadas oficinas, durante o período de dois meses, com jovens do curso de aprendizagem industrial em logística. As atividades foram desenvolvidas em ambientes preparados para a prática educacional *maker*, como a infraestrutura de laboratórios de informática, de eletrônica e de prototipagem.

Foram utilizadas como principais diretrizes a identificação das necessidades dos *stakeholders* pela observação do comportamento existente; pelo envolvimento de diferentes tipos de *stakeholders*; e com a utilização de acessórios adequados para a atividade de observação, como descrições escritas e captura de imagens (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013).

---

<sup>42</sup> Este termo pode ser modificado no texto, sem perda de seu sentido original, por mentalidade, atitude mental, ou ainda, modelo mental. Alguns autores atribuem ao *mindset* as maneiras como os indivíduos organizam e dão sentido às suas experiências. Uma mudança de *mindset*, implica na mudança de percepção do indivíduo sobre determinado assunto (DWECK, 2017).

A partir da perspectiva construcionista de que os indivíduos desenvolvem seus conhecimentos através de ações concretas realizadas no mundo (PAPERT, 2008), foi proposto, ao indivíduos participantes, o desenvolvimento de projetos, utilizando o espaço *maker* de modelagem de protótipos (figura 37).



*Figura 36 - Laboratório de prototipação*

*Fonte: o autor (2018)*

A proposta de desenvolvimento de projetos na área de logística tinha como objetivo o desenvolvimento de assuntos relacionados com áreas do conhecimento relativos ao plano de curso dos alunos, em especial a competências transversais, como qualidade ambiental, meio ambiente e sustentabilidade, segurança e saúde no trabalho, cooperação e comunidade, além de áreas mais específicas da logística.

Os passos de desenvolvimento de projeto seguidos pelos alunos foram de imaginar e desenvolver o desenho de seus projetos, construindo protótipos para testar suas hipóteses. Este processo permite aos alunos a experimentação através de exposição às situações comuns de sua área de atuação, promovendo o desenvolvimento do conhecimento sobre o assunto através de manipulação de diferentes tipos de materiais. A partir das premissas da metodologia construcionista, foi observada a elaboração de uma situação de aprendizagem que privilegiasse o desenvolvimento do conhecimento através de processos criativos. A abordagem educacional utilizada foi a aprendizagem criativa, buscando promover os ciclos de

projetar, criar, experimentar e explorar. O ambiente foi projetado para possibilitar a utilização de diversas ferramentas relacionadas ao projeto, interação, co-criação e a autonomia dos alunos. O papel do pesquisador foi a de atuar como facilitador do processo, observando e realizando a coleta de dados. A documentação do processo ocorreu por meio de captura de fotos e notas de campo. O pesquisador acompanhou de perto os grupos selecionados durante todo o processo, coletando as impressões dos alunos por meio de entrevistas semiestruturadas com grupos focais. As descobertas de cada grupo foram compartilhadas com seus pares em momentos estratégicos propostos pelo facilitador para reflexão, em uma etapa chamada posteriormente de *aprender*. Os momentos de reflexão foram transcritos e codificados, permitindo a análise pelos próprios alunos durante as entrevistas em grupo. Foi utilizada triangulação metodológica, por meio de diferentes técnicas de coleta de dados para analisar de diferentes perspectivas (JUPP, 2006 apud. ROGERS et.al., 2013, p.225).

Convém salientar que os experimentos foram realizados em torno de um desafio complexo e real, porém, adequado ao nível de desenvolvimento dos alunos em sua área de atuação, com o objetivo de coletar dados e impressões, na resolução de problemas por meio do desenvolvimento das ferramentas das etapas do *DT*, sob a perspectiva de duas diferentes abordagens, buscando por ferramentas complementares ao processo. Por conseguinte, para a validação das ferramentas da metodologia *DT*, que seriam aplicadas durante a confecção do manual, contendo as estratégias para os ambientes *makers*, foram empregados como critérios de avaliação a usabilidade da ferramenta, a adaptabilidade ao ambiente, a eficiência na resolução da situação problema e as impressões dos usuários quanto à contribuição da aplicação das diferentes ferramentas para o desenvolvimento de seus projetos.

Como ferramentas complementares, foram adotadas estratégias de coletas de dados sugeridas no *DT*, como o mapa de empatia e a matriz de feedback, permitindo que as ferramentas mais adequadas ao ambiente *maker*, do escopo de duas diferentes abordagens do *DT*, fossem compiladas para a confecção do manual de *DT*. O mapa de empatia foi utilizado também para definir quais as principais necessidades e desejos das pessoas durante a utilização das ferramentas da metodologia do *DT*. Outras ferramentas do escopo do *DT* foram também utilizadas para diferentes fases da interação com os alunos para auxiliar na coleta ou para assimilação dos dados.

O modelo escolhido para análise, neste momento da pesquisa, acrescenta ênfase especial ao processo de *DT*, deixando de lado a avaliação do nível de desenvolvimento do aluno nos processos de manufatura ou fatores sobre produção dos artefatos gerados, como apelo estético ou aparente sucesso nas atividades, porém, nos momentos de reflexão sobre os processos que levaram a aprendizagem, ao utilizar as diferentes estratégias. O processo de desenvolvimento dos projetos foi realizado através de cinco etapas do *DT*: reconhecimento do problema, estudo de campo, ideação, prototipação e reflexão.

Como questão motriz os alunos foram exortados a produzir artefatos que solucionassem o seguinte problema: Como os princípios de mobilidade e a tecnologia podem auxiliar em sua comunidade? Esta questão tinha como objetivo fazer com que os alunos observassem problemas do cotidiano de outras pessoas, utilizassem os conhecimentos transversais a sua área de formação para propor soluções e experimentassem processos e tecnologias diferentes das comuns em suas áreas. A fim de desenvolver uma solução centrada nos seres humanos, os alunos deveriam utilizar as ferramentas do *DT*, em oficinas de facilitação, conforme demonstrado na figura 37.



Figura 37 - Oficina de design thinking

Fonte: o autor (2018)

As principais rubricas ou critérios para o desenvolvimento do projeto, bem como restrições, estavam atreladas aos materiais e ferramentas disponíveis. Além do laboratório de prototipagem, outros espaços foram utilizados, levando em conta a natureza de cada etapa do projeto, como salas de aula, laboratório de eletrônica e laboratórios de informática. Os ambientes possuíam as ferramentas necessárias para o desenvolvimento dos projetos, como recursos de informática e acesso à internet, componentes eletrônicos, máquina de manufatura aditiva, instrumentos de medição e ferramentas para manuseio de objetos em bancadas.

Foram escolhidas para âncoras, reportagens em vídeo, além de um texto contendo uma situação problema, que contextualizavam soluções inovadoras conseguidas a partir de trabalhos em espaços *maker*, como próteses de baixo custo, confeccionadas em impressora 3D, para pessoas portadoras de deficiência física. Uma sensibilização sobre desenvolvimento de tecnologias, inovação e ambientes *maker* foi realizada por meio de oficinas de desenvolvimento de aplicativos para *smartphone*, introdução à linguagem de programação por meio da utilização do software *Scratch* e apresentação dos principais impactos sobre o setor industrial da quarta revolução industrial e da indústria 4.0. Algumas atividades de sensibilização estão demonstradas na figura 38.



Figura 38 - Oficinas de preparação para o projeto

Fonte: o autor (2018)

Os subtemas foram escolhidos pelos próprios grupos, utilizando a ferramenta da abordagem da perspectiva da IDEO, O *HCD toolkit*, *identificar um desafio estratégico*, de forma a facilitar o envolvimento dos alunos com os assuntos. Alguns dos projetos desenvolvidos estão descritos brevemente a seguir.

A mobilidade urbana para pessoas com deficiência visual, foi o tema escolhido por um dos grupos. A equipe aplicou as ferramentas de *DT*, realizou imersão, buscando obter, de variadas fontes, informações sobre os principais problemas de mobilidade que as pessoas portadoras de deficiência visual enfrentam, a fim de entender seus principais problemas. No decorrer da utilização das ferramentas de *DT*, o grupo propôs como solução uma pulseira com GPS e modos de vibração para orientar as pessoas em seus percursos em deslocamentos terrestres. Foram construídos protótipos de baixa fidelidade com materiais como pulseiras usadas e visores plásticos, além de simulação em software de desenho. O protótipo final foi construído utilizando impressão 3D e componentes eletrônicos de simples manuseio, conforme demonstrado na figura 39.



Figura 39 - Ferramentas de design thinking e trabalhos de oficina

Fonte: o autor (2018)

Outras equipes focaram em resolver problemas que encontravam em sua

convivência familiar, trabalhando em artefatos que de alguma forma, pudessem tornar a mobilidade ou transporte mais simples para estas pessoas. Foi o caso de três equipes que desenvolveram soluções para pessoas portadoras do mal de *Parkinson*, diabetes e problemas de mobilidade de pessoas idosas.

Duas equipes desenvolveram artefatos que trouxeram uma maior carga de experiência em suas áreas de estudo do que os demais: um sistema de identificação de equipamentos de proteção em ambientes de carga e descarga e um aplicativo para dispositivos móveis que acionava a emergência quando havia algum acidente nas atividades logísticas. Os projetos estão retratados com base nas ferramentas de *DT* através da figura 40.

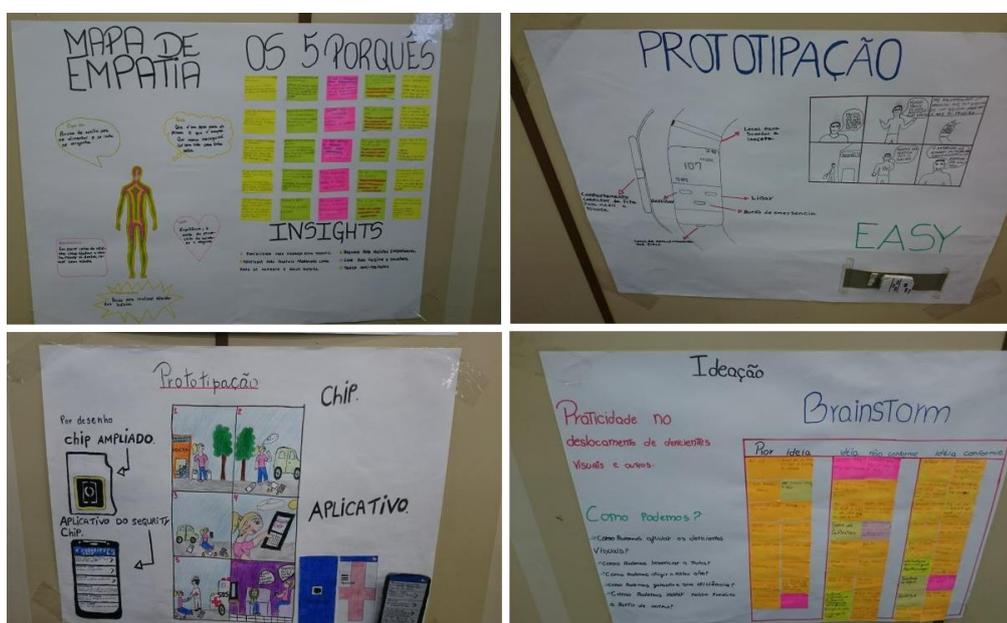


Figura 40 – Ferramentas de *DT* aplicadas a projetos de logística

Fonte: o autor (2018)

A utilização dos dados coletados compele ao processo reavaliação das ideias iniciais, dando lugar a novas proposições. Ao ultrapassar a mera descrição, as oficinas de *DT* criaram novas conexões e relações auxiliando na proposição de novas soluções para o problema estabelecido. A observação das oficinas e a interação com os *stakeholders*, através de questionamentos, permitiram que fossem definidas as ferramentas mais intuitivas para a utilização do usuário com a menor intervenção externa e maior eficácia.

### **3.4 Aplicando as estratégias do Design Thinking na elaboração de de projetos em ambientes maker: desenvolvimento do software “Guia para makerspaces: utilizando o design thinking em projetos”**

A etapa de análise dos dados, prepara uma fase mais complexa do desenvolvimento do trabalho: a utilização das informações pertinentes para o desenvolvimento de um artefato que tenha relevância educacional. Após o entender como os espaços *maker* educacionais funcionam, como a metodologia do *DT* pode ser aplicada para o desenvolvimento de projetos educacionais nestes ambientes, e responder questões importantes sobre os usuários e seu relacionamento com o ambiente, com outros usuários e com as ferramentas disponibilizadas para a resolução de problemas, torna-se possível recorrer a estas para viabilizar a produção de um produto que sintetize estas descobertas e auxilie os indivíduos em seu desenvolvimento. Este produto é o “Guia para *makerspaces*: utilizando o *design thinking* em projetos”.

Como visto anteriormente, o design envolve trabalhar nos requisitos, conceber uma solução, e, por fim, realizar a avaliação do projeto. No processo de desenvolvimento desse artefato, foram utilizados os princípios do design de interação para a elaboração de interfaces. Como principal fonte de consulta para o desenvolvimento do produto foram aplicados os preceitos contidos na obra “Design de interação: Além da interação humano-computador” (2013) de Yvone Rogers, Helen Sharp e Jennifer Preece. O design de interação pode ser definido como a área responsável pelo “design de produtos interativos para apoiar o modo como as pessoas se comunicam e interagem em suas vidas cotidianas ou no trabalho” (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013,p.317). O processo de design de interação de um produto é constituído por quatro atividades básicas, onde os requisitos do produto são estabelecidos, são criadas alternativas que atendam às exigências do projeto, a prototipação do produto e a avaliação.

O software “Guia para *makerspaces*: utilizando o *design thinking* em projetos” foi criado com o propósito de permitir a visualização das ferramentas da metodologia *DT*, durante o processo de desenvolvimento de projetos, pelos alunos de espaços *maker*. É importante salientar que trata-se de um software simples, para consulta dos

alunos, contendo as ferramentas de *DT* selecionadas com base nas oficinas realizadas. Para alcançar este objetivo, a construção do software foi baseada em uma abordagem centrada no usuário, buscando as opiniões e reações nos designs iniciais, envolvendo assim o usuário por meio de medição empírica através da prototipagem e testes de usabilidade, além de *feedback* de uso. Esses critérios foram estabelecidos a fim de se permitir uma experiência útil e satisfatória para o usuário. Para Gould e Lewis (1985), um sistema desenvolvido com o usuário como foco, deve obedecer a três princípios: o foco inicial nos usuários e nas tarefas, medições empíricas e design iterativo. Os autores esclarecem estes princípios. O foco inicial nos usuários e nas tarefas executadas por estes diz respeito ao entendimento de quem são estes indivíduos, através da imersão em seu ambiente, observação e análise das tarefas usuais, estudo direto de suas características cognitivas, comportamentais, antropomórficas e atitudinais, além de envolvê-los no processo de design. As medições empíricas são a coleta e análise do desempenho e reações dos usuários ao utilizarem o sistema em suas diferentes fases de desenvolvimento. A utilização de design iterativo é relativa aos ciclos de projetar-testar-medir-reprojetar, ou seja, quando problemas são encontrados nos testes com os usuários, eles devem ser corrigidos e submetidos a novos testes quantas vezes forem necessárias para se atingir o sistema ideal. Rogers et.al (2013) exemplificam o desenvolvimento voltado para o usuário:

- As tarefas, objetivos e metas dos usuários devem ser a força motriz do desenvolvimento do projeto;
- O comportamento do usuário e o contexto de uso são estudados e o sistema projetado para o auxílio deste. Por esse motivo faz-se necessário entender como as pessoas executam as tarefas, acompanhando sua rotina em busca de dados complementares às tarefas e os objetivos dos usuários;
- As características dos usuários devem ser capturadas e deve-se projetar para contemplá-las;
- Os usuários devem ser consultados desde as primeiras fases até a última e suas contribuições devem ser levadas em consideração;
- As decisões de projeto devem ser tomadas dentro de um contexto de trabalho e do ambiente dos usuários.

De forma mais abrangente, as pessoas afetadas direta ou indiretamente pelo produto, as partes interessadas, ou, *stakeholders*, pode incluir membros da comunidade escolar como discentes, docentes, coordenadores de educação e supervisores de educação e tecnologia. Porém, para o desenvolvimento deste projeto, o foco está sobre os usuários de *makerspaces* educacionais que irão desenvolver projetos, e que buscam como norteador da ação a metodologia *DT*. Estes geralmente se configuram por estarem inscritos na instituição de ensino, ou seja, discentes, onde utilizam esses recursos para o desenvolvimento de atividades referentes à sua área de aprendizagem. O público dos espaços *maker* é diversificado, incluindo desde curiosos sobre tecnologia, professores buscando desenvolver artefatos para suas atividades de sala de aula, até engenheiros buscando ferramentas para prototipar um novo equipamento. Porém, indiferentemente da origem, formação ou área de atuação, é possível observar que este público tem muitas particularidades em comum. Em primeiro lugar, indivíduos *maker* buscam espaços com ferramentas digitais, máquinas de fabricação e acesso a laboratórios de eletrônica, para criar, aprimorar e compartilhar ideias. Em segundo lugar, estes indivíduos procuram por estes espaços desenvolverem seus projetos, ou seja, para tornar tangíveis, ideias que estavam apenas no campo da abstração. Em terceiro lugar, muitas vezes são indivíduos que apreciam desenvolver projetos colocando as mãos na massa, e buscam por um ambiente onde possam desenvolver todo o processo. Porém, a característica que mais chama atenção é o fato destes indivíduos buscarem por um espaço onde possam desenvolver um artefato para *sua* utilização, nas mais diversas áreas, como engenharia, arte, tecnologia e ciência (ANDERSON, 2012; DALE, 2012; EYCHENNE, F.; NEVES, 2013; GERSHENFELD, 2012, 2007; HATCH, 2014; MARTINEZ; STAGER, 2013).

Conhecendo perfil e as necessidades dos potenciais usuários, iniciou-se o desenvolvimento do software pelo estabelecimento das metas de experiência do usuário, de usabilidade e pela proposição de um modelo inicial. As principais metas de usabilidade escolhidas para este projeto foram eficiência, utilidade e capacidade de aprendizagem. A eficiência foi escolhida por ser uma meta que diz respeito a efetividade do sistema, se entrega os resultados de usabilidade esperados. A utilidade mede os resultados dos usuários, se estes estão efetivamente sendo beneficiados pela utilização do sistema. A capacidade de aprendizagem mensura se o sistema é

intuitivo para um novo usuário, determinando quanto tempo um novo usuário leva para aprender a manipular o sistema.

As metas de experiência do usuário são características mensuráveis sobre a experiência na utilização do sistema. Indicadores como satisfação e motivação durante a utilização, foram escolhidos neste projeto. Para coletar os dados sobre usabilidade e experiência do usuário, foram utilizadas atividades de observação direta, e discussões sobre os eventos em grupos focais. Estas ferramentas de coleta de dados estão em acordo com a abordagem etnográfica. Enquanto abordagem estruturada para a coleta de dados, pode-se dizer que a abordagem utilizada nesta etapa de desenvolvimento de software, é a investigação contextual. A investigação contextual é uma parte do design conceitual, uma abordagem estruturada para o trabalho de coleta e interpretação dos dados de campo, para o desenvolvimento de um software, e envolve entrevista conduzida no local de trabalho, técnicas de coleta de dados, como a observação, notas, gravações de áudio e vídeo e documentação destas, gerando modelos como diagrama de afinidade, modelo de fluxo de trabalho, modelo de sequência, modelo de artefato, modelo de cultura e modelo físico, a partir de uma sessão de interpretação (BEYER;HOLTZBLATT, 1998). A estrutura da investigação contextual, permite que esta seja utilizada de forma independente do design conceitual, para a realização da coleta de dados e interpretação dos dados que definem os requisitos referentes ao contexto de uso do produto. Rogers et. al (2013) salientam que a investigação contextual é ajustada para coletar dados que possam ser utilizados no design, observando quatro princípios: contexto, parceria, interpretação e foco. As próprias autoras definem cada um desses princípios: contexto se refere a imersão que deve ser realizada no ambiente dos usuários; parceria é relativo a colaboração entre desenvolvedor e usuário na troca de informações para o desenvolvimento de um sistema centrado no usuário; interpretação é tocante a análise e compreensão das observações realizadas e a utilização destes dados para a composição do design; e foco é relativo a manter a coleta de dados concentrada nos objetivos. O quadro 10 demonstra as principais metas de usabilidade e experiência determinados para o desenvolvimento do produto, com base nos dados obtidos em campo.

Quadro 10 - Metas de usabilidade e experiência

Fonte: o autor

Software: “Guia para <i>makerspaces</i> : utilizando o <i>design thinking</i> em projetos”	
Design contextual	
<p>Contexto: realizada a coleta de dados sobre o ambiente e aspectos culturais de ambientes <i>maker</i></p> <p>Parceria: construção de uma rede de retornos sobre os aspectos mais importantes do software. O retorno acontece principalmente por meio de reuniões com as partes interessadas.</p>	<p>Interpretação: análise dos dados e transposição das impressões para o sistema.</p> <p>Foco: os objetivos observados durante a coleta de dados foram os de verificar sistema realmente executa a proposta, se a interface é amigável, sua relevância para o design de projetos em ambientes <i>maker</i>, a interatividade da proposta, satisfação dos usuários a partir de seu contentamento com o sistema e motivação dos usuários quanto à utilização do sistema.</p>
<p><b>Metas de usabilidade</b></p> <p>Eficiência</p> <p>Utilidade</p> <p>Capacidade de aprendizagem</p>	<p><b>Metas de experiência</b></p> <p>Satisfação</p> <p>Motivação</p>

As alternativas para o design final foram projetadas para atender os requisitos estabelecidos conforme a proposta de finalidade do sistema, levando em conta as informações coletadas sobre os usuários durante os testes com os protótipos, somados a viabilidade técnica do desenvolvimento do sistema. Um requisito é uma declaração sobre o produto que especifica aquilo que ele deveria fazer ou seu funcionamento (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). Para este projeto, a principal função estabelecida é a de recriar a experiência da utilização dos manuais de *DT* para dispositivos móveis, permitindo uma maior fluência dos alunos em sua utilização. Assim, os requisitos estabelecidos são: propósito do produto, funcionamento, aparência e usabilidade.

A seguir à definição dos requisitos e desenho das alternativas de produto que cumprissem o objetivo do projeto, foi desenvolvido um protótipo de alta fidelidade. Um protótipo é uma manifestação de um design que reúne as principais características e

funcionalidades do produto final a qual possibilita os usuários a interação e exploração dos pontos fortes e pontos fracos que apresenta (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). O protótipo de alta fidelidade foi escolhido por permitir que as funcionalidades do produto fossem avaliadas e corrigidas durante o desenvolvimento de trabalhos junto ao público final. Um protótipo de alta fidelidade é aquele que apresenta materiais e recursos muito próximos daqueles que o desenvolvedor pretende utilizar no produto final. A figura 41 demonstra a interface inicial do protótipo do produto. É possível notar nas telas iniciais que a classificação em ordem hierárquica das etapas e ferramentas da metodologia do *DT*, permite que usuários com menor experiência no desenvolvimento de projetos optem por trabalhar no conceito desde a primeira etapa ou de forma iterativa, enquanto usuários mais experientes optem por trabalhar na etapa ou ferramenta mais adequada para a fase em que se encontra seu projeto.

DESIGN THINKING	ENTENDER O PROBLEMA	Mapa de empatia
<p><b>Seja Bem Vindo!</b></p> <p>O manual da metodologia de design thinking para espaços maker é uma ferramenta que visa auxiliar no desenvolvimento de projetos inovadores. Espaços maker são ambientes incríveis, voltados para a construção e o desenvolvimento de projetos, através de máquinas e eletrônica. O design thinking por sua vez é uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Acreditamos que quando esta metodologia é</p> <p><b>Como usar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ao iniciar seu projeto, busque as ferramentas necessárias</li> <li>- Aprenda onde e como utilizar cada ferramenta</li> <li>- Separe os materiais necessários</li> <li>- Impulsione seu projeto</li> </ul>	<p>Esta etapa do design thinking aplicado aos ambientes maker, visa a compreensão do problema por parte dos envolvidos no projeto. Compreende as etapas de ouvir do HCD Toolkit e entender e observar do bootcamp bootleg. Este conjunto de ferramentas busca organização dos conhecimentos do grupo envolvido, sobre o problema, a imersão do grupo no contexto do problema e a coleta e análise dos dados coletados.</p>	<p>O mapa de empatia é uma ferramenta de síntese que visa provocar um profundo entendimento dos design thinkers sobre as pessoas para quem estão desenhando. Aqui, o importante é interpretar o significado das experiências vividas na coleta de dados com a finalidade de obter insights.</p> <p>Tempo estimado: 30 - 60 minutos</p> <p>Controle do tempo</p> <p><b>Materiais:</b></p> <p>Blocos de notas, cartões ou espaços digitais para o registro das anotações. Cartolina, flip-chart, lousa, tela digital ou projetor de slides para apresentação das ideias. Canetas coloridas, lápis de cor, pincel atômico ou canetas para anotações. Fita adesiva ou post-it</p> <p><b>Processo:</b></p> <p>O mapa de empatia deve ser uma representação visual das necessidades das pessoas envolvidas. O bootcamp bootleg sugere que o mapa seja construído em forma retangular, dividido em quatro partes onde os design thinkers sintetizam aquilo que as pessoas falam, pensam, fazem e sentem.</p>
<p>ENTENDER O PROBLEMA</p> <p>PROJETAR</p> <p>PROTOTIPAR</p> <p>APRENDER</p>	<p>Definição do desafio estratégico</p> <p>Organização de conhecimentos prévios</p> <p>Observar, Ouvir e Conversar</p> <p>Mapa de Stakeholders</p> <p>Persona</p> <p>Mapa de empatia</p>	

Figura 41 – Protótipo de alta fidelidade – telas iniciais

Fonte: o autor

O sistema foi desenvolvido fazendo-se uso da plataforma online *MIT App Inventor*. A plataforma foi desenvolvida pelo *MIT* para permitir a criação de softwares

para dispositivos móveis como *smartphones* e *tablets*, tendo como foco a democratização do desenvolvimento de software, proporcionado que indivíduos consumidores de software, tornem-se criadores. Essa ação promove o fortalecimento intelectual e criativo por intermédio de um ambiente de programação visual que permite que pessoas que não dominam linguagens de programação, criem aplicativos funcionais. A criação ocorre através de ferramentas visuais e blocos programáveis. A figura 42 expõe a interface da plataforma utilizada para o desenvolvimento do software. As ferramentas visuais do site incluem possibilidades de inserção de textos e imagens, escolha de layouts e interação com outras mídias dentre outras.

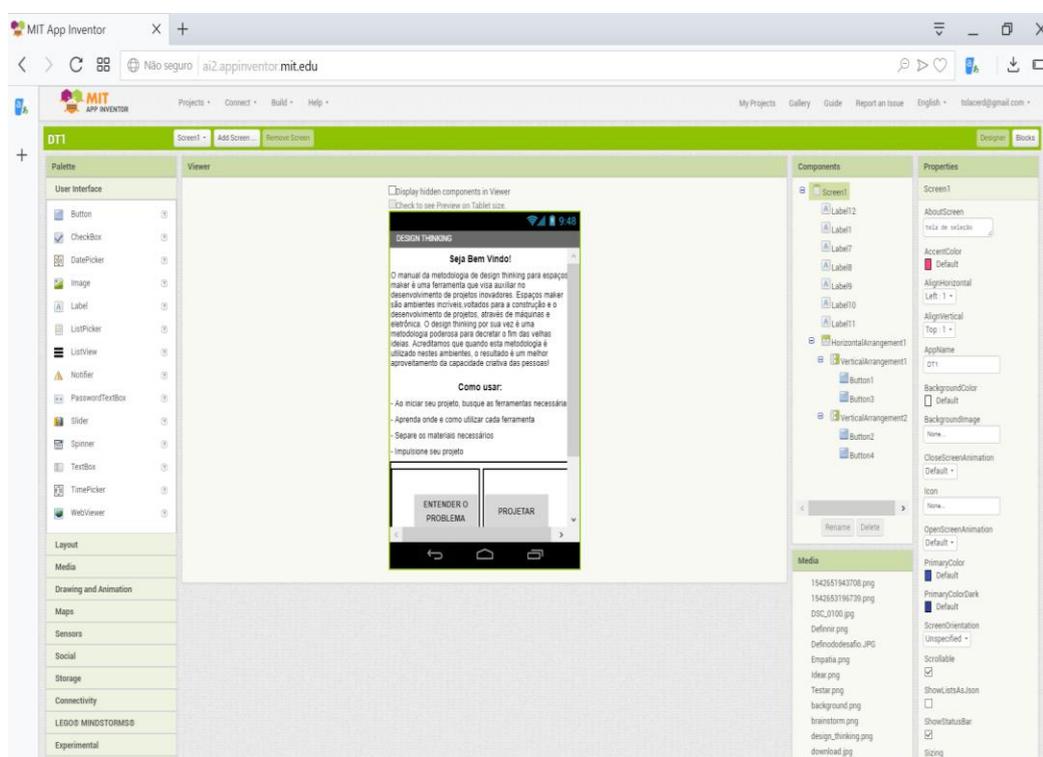


Figura 42 – Interface da plataforma App Inventor

Fonte: MIT.edu (2018)

As ações do software são elaboradas através de blocos de programação. A linguagem de blocos de programação facilita o desenvolvimento do software sem redução de performance em sua utilização. A programação através dos blocos foi utilizada para realizar a organização hierárquica das telas e a transição entre elas, além de atribuir funções determinadas para cada um dos botões. A figura 43 exhibe os

blocos de programação e a hierarquia das funções e ações de cada tela.

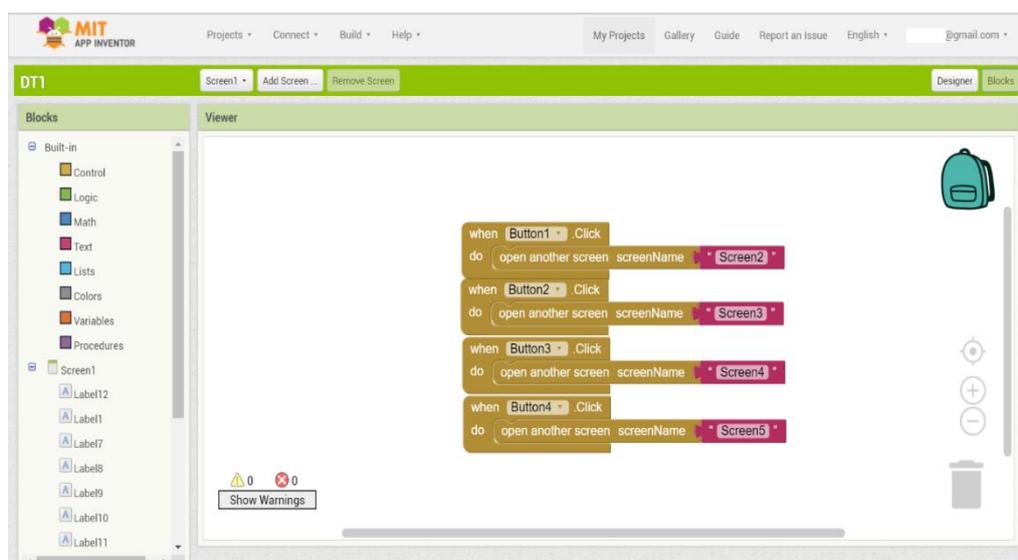


Figura 43 – Blocos de programação

Fonte: o autor (2018)

A figura 44 apresenta a estrutura de programação das transições entre as telas do software.

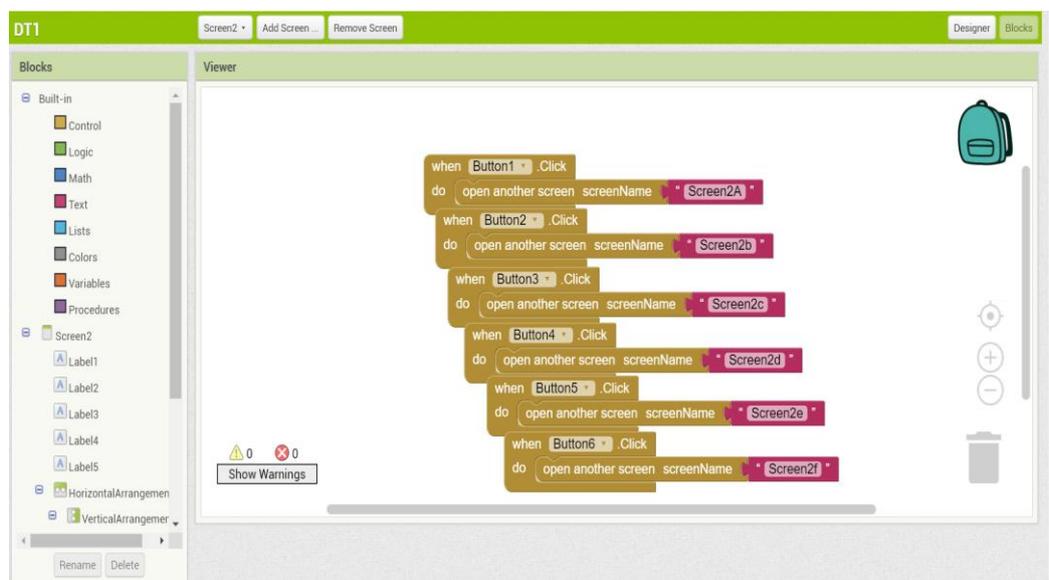


Figura 44 -Estrutura de programação do software (2018)

Fonte: o autor

Após a compilação, a transferência do software para o dispositivo móvel é

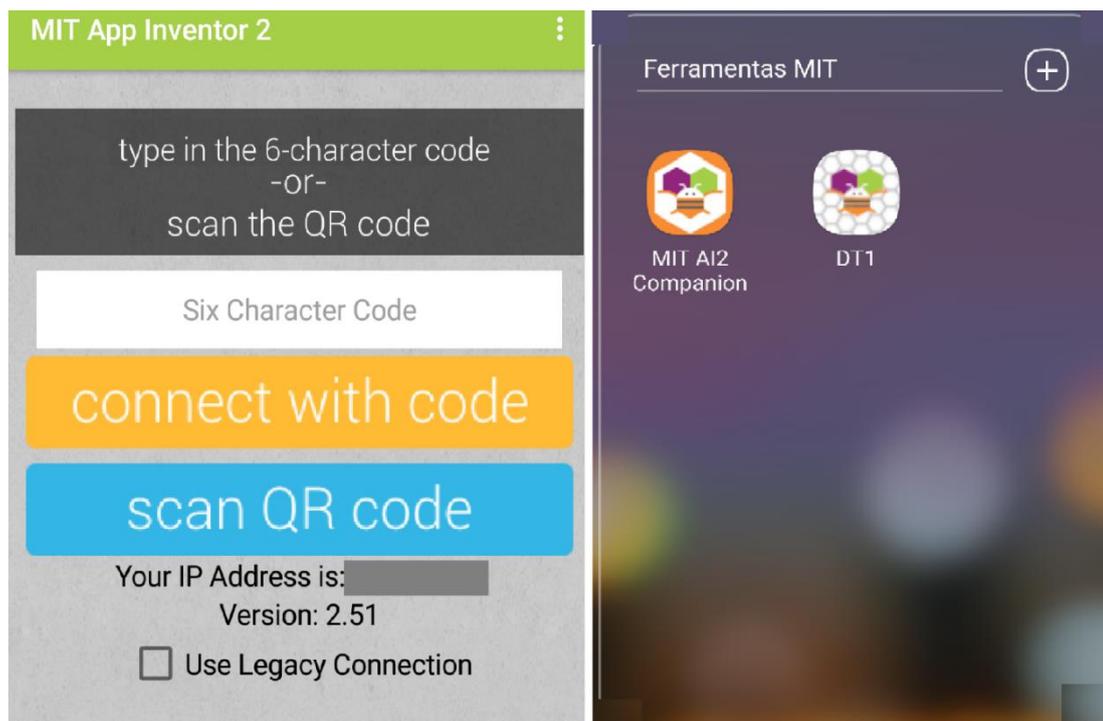
realizada através de link com tecnologia de leitura por QR Code ou por um código exclusivo. O reconhecimento do link é realizado através de um aplicativo disponibilizado pelo MIT chamado *MIT A2 Companion*. A figura 45 evidencia o modo de transmissão da plataforma para o dispositivo móvel.



Figura 45 - Transmissão do software para o dispositivo móvel

Fonte: MIT.edu (2018)

A partir da transmissão do software da plataforma para o dispositivo, o aplicativo é instalado e fica funcional para a utilização. A figura 46 mostra a interface do aplicativo de instalação produzido pelo MIT, denominado *MIT A2 Companion* e os ícones das ferramentas do MIT e do aplicativo desenvolvido pelo usuário.



*Figura 46 - Interface do MIT AI2 Companion e aplicativos para instalação do software*

*Fonte: o autor (2018)*

O modelo de ciclo de vida desenvolvido para este projeto foi estruturado a partir dos requisitos estabelecidos. O ciclo de vida obedeceu a sequência de ações: estabelecer os requisitos do produto, desenhar alternativas que atendam aos requisitos, prototipar o modelo escolhido e avaliar junto aos usuários o sistema escolhido. Após o primeiro ciclo, para garantir a evolução do projeto levando em conta os retornos dos usuários, adequando o sistema às suas características e buscando pela resolução dos problemas de usabilidade que ficavam evidenciados durante as oficinas de desenvolvimento de projeto, as etapas eram acessadas de forma iterativa, garantindo a qualidade final do sistema. A figura 47 demonstra o modelo de ciclo de vida utilizado para o desenvolvimento do sistema.

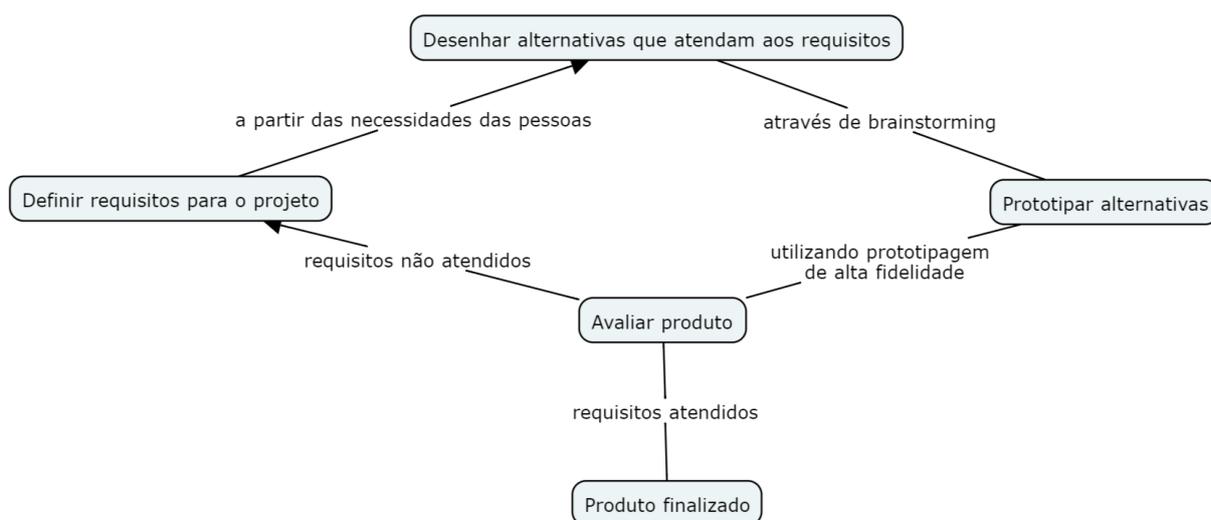


Figura 47 – Modelo de Ciclo de vida do produto

Fonte: o autor (2018)

Conforme ilustrado, o projeto foi iniciado tendo em mente os requisitos de funcionais e ambientais, captados a partir dos dados de observação dos usuários em seu trabalho de campo, nesse caso, os dados de indivíduos desenvolvendo projetos em ambientes *maker*. Os principais focos para o desenvolvimento consistiram em entender quais eram os objetivos das pessoas, nas metas de usabilidade do produto e as metas de experiência dos usuários com o produto. Definidos os requisitos, com base nas necessidades dos usuários, foi iniciado o desenho das alternativas que atendessem aos requisitos, por meio das ferramentas de *brainstorm*. As ideias geradas no processo de *brainstorming* foram utilizadas para o desenvolvimento do protótipo do produto. O protótipo desenvolvido foi de alta fidelidade visando a realização dos testes com os usuários. Foram necessários diversos ciclos de *feedback* dos usuários para que o design de produto final emergisse a partir da evolução do protótipo funcional. Os dados de experiência dos usuários foram coletados através de entrevistas em grupos focais.

O funcionamento do software “Guia para *makerspaces*: utilizando o *design thinking* em projetos”, tem como objetivo transferir de forma simples as ferramentas do *DT* para que usuários de espaços *maker*, que desejam nortear seus projetos com

foco em seus usuários, desenvolvam projetos através desta metodologia. Desta forma, o *design* visual do sistema permite que as etapas e ferramentas do *DT* sejam acessadas de forma simples e intuitiva. A intenção aqui é de que o usuário mantenha o foco em seu projeto e o aplicativo funcione como um auxiliar para desenvolver as ferramentas da metodologia do *DT*. Esta proposta fica evidente ao explorarmos o funcionamento do software. O software está baseado na metodologia do *DT*, com suas ferramentas distribuídas em quatro diferentes fases de desenvolvimento de projeto, a saber: Entender o problema (imersão em contexto), projetar (soluções), prototipar (as melhores ideias) e aprender. Cada fase propõe estratégias para que o usuário seja capaz de produzir as melhores soluções para seu projeto.

A tela principal do software traz um leiaute minimalista e funcional, exibindo uma breve introdução ao objetivo do software e esclarecimento sobre a otimização de uso das ferramentas da metodologia *DT*. Além da instrução, esta tela traz as etapas de desenvolvimento da metodologia *DT*. A figura 48 apresenta o leiaute da tela de boas-vindas para o usuário.

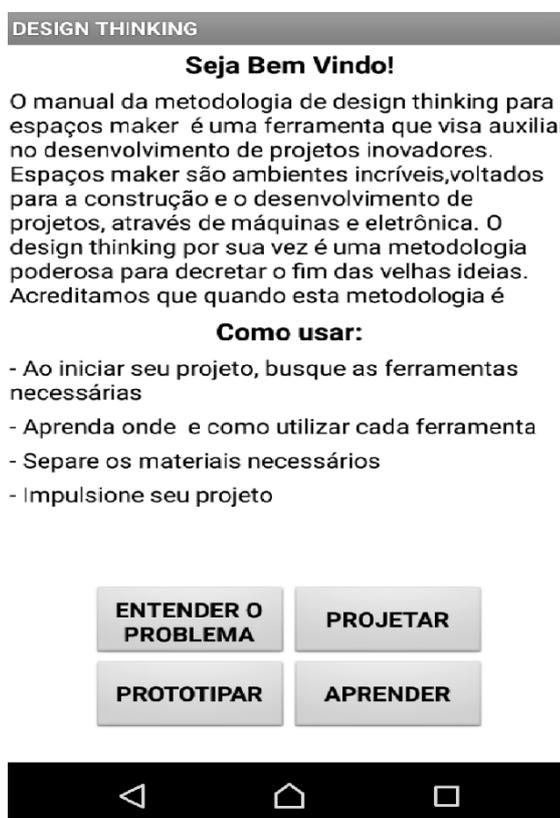
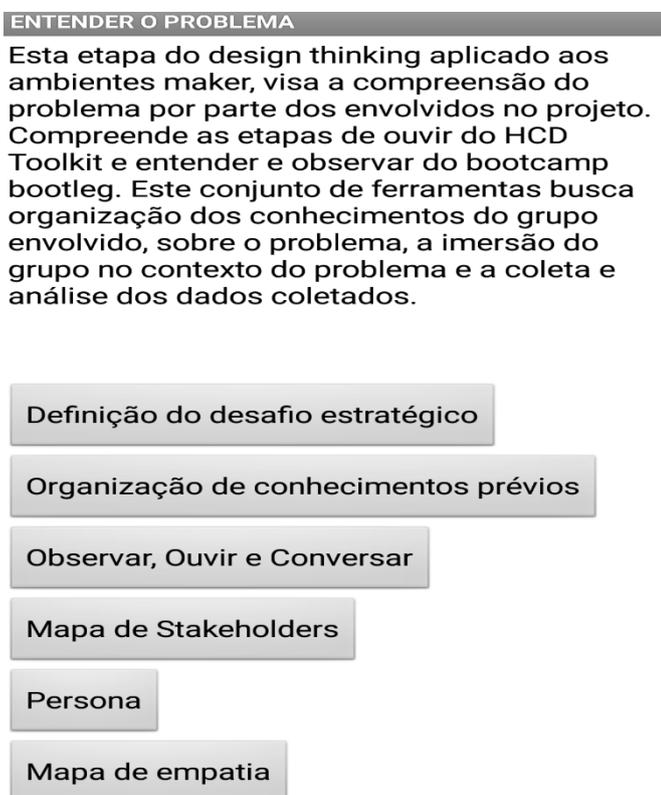


Figura 48 - Tela inicial do protótipo do software

Fonte: o autor (2018)

O leiaute minimalista permite que o usuário selecione a etapa em que pretende trabalhar e desenvolver seu projeto. Cada etapa está acessível por um botão, que leva às telas de ferramentas. O usuário ao clicar, por exemplo, na opção entender o problema, acessa a seis ferramentas da metodologia *DT* selecionadas para o desenvolvimento das etapas iniciais do projeto como definição do desafio estratégico, organização de conhecimentos prévios, observar, ouvir e conversar, desenvolvimento de mapa de *stakeholders*, desenvolvimento do perfil participante ou persona e confecção do mapa de empatia. A figura 49 apresenta o leiaute da tela de seleção de ferramentas.



*Figura 49 – tela de seleção de ferramentas*

*Fonte: o autor (2018)*

Ao selecionar uma destas ferramentas, o usuário tem acesso ao manual de utilização da estratégia. O manual tem por função elucidar quais os passos que devem

ser dados para o desenvolvimento da estratégia, conceder autonomia aos usuários por evocar os materiais necessários durante a execução da estratégia e exemplificar de forma ilustrativa a elaboração da ferramenta. A figura 50 exhibe a tela de trabalho do sistema, contendo as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto pelos usuários.

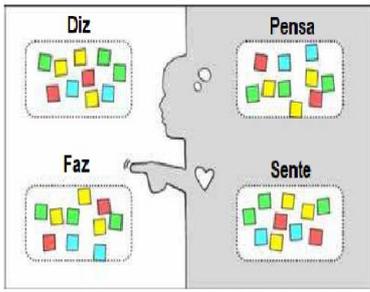
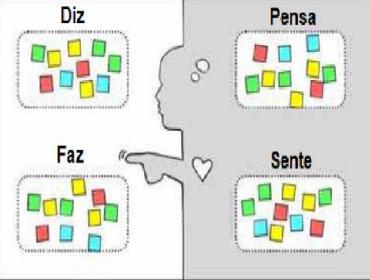
Mapa de empatia	Mapa de empatia	Mapa de empatia
<p>O mapa de empatia é uma ferramenta de síntese que visa provocar um profundo entendimento dos design thinkers sobre as pessoas para quem estão desenhando. Aqui, o importante é interpretar o significado das experiências vividas na coleta de dados com a finalidade de obter insights.</p>	<p>O mapa de empatia deve ser uma representação visual das necessidades das pessoas envolvidas. O bootcamp bootleg sugere que o mapa seja construído em forma retangular, dividido em quatro partes onde os design thinkers sintetizam aquilo que as pessoas falam, pensam, fazem e sentem.</p>	<p><input type="checkbox"/> Identifique os insights ou ideias inesperadas:</p> <p><input type="checkbox"/> Preste atenção a linguagem corporal, ao tom de voz e na escolha de certas palavras.</p>
<p>Tempo estimado: 30 - 60 minutos</p>	<p><input type="checkbox"/> Identifique as necessidades das pessoas;</p> <p><input type="checkbox"/> Identifique os insights ou ideias inesperadas:</p> <p><input type="checkbox"/> Preste atenção a linguagem corporal, ao tom de voz e na escolha de certas palavras.</p>	
<p>Materiais:</p> <p>Blocos de notas, cartões ou espaços digitais para o registro das anotações. Cartolina, flip-chart, lousa, tela digital ou projetor de slides para apresentação das ideias. Canetas coloridas, lápis de cor, pincel atômico ou canetas para anotações. Fita adesiva ou post-it</p>		<p>Exemplo:</p>
<p>Processo:</p> <p>O mapa de empatia deve ser uma representação visual das necessidades das pessoas envolvidas. O bootcamp bootleg sugere que o mapa seja construído em forma retangular, dividido em quatro partes onde os design thinkers sintetizam aquilo que as pessoas falam, pensam, fazem e sentem.</p>	<p>Exemplo:</p>	

Figura 50 – Tela de trabalho (em formato de rolagem de tela)

Fonte: o autor

É possível notar na tela de trabalho do usuário que existem, além das instruções para o desenvolvimento das estratégias trazidas em cada ferramenta, acessórios que auxiliam o usuário. Um botão de controle do tempo foi adicionado para que o usuário possa monitorar o tempo de desenvolvimento de cada estratégia. Cada ferramenta possui uma indicação de tempo médio de duração, para nortear a ação do indivíduo. A ferramenta de monitoramento do tempo facilita o controle deste por parte

do usuário. Outra ferramenta importante acrescentada foi a caixa de checagem. Esta permite que o usuário controle particularidades do processo que estão listadas no manual. Quando o usuário atinge uma determinada meta particular da ferramenta, a caixa de checagem permite que este a assinale, distinguindo pontos realizados de não realizados.

A avaliação ocorreu de maneira formativa, ou seja, durante todo o processo de desenvolvimento do software, através de coleta de dados sobre as experiências dos usuários. Os dados foram coletados por meio de entrevistas não estruturadas em grupos de foco e observação durante as etapas de desenvolvimento dos projetos. Os objetivos da avaliação foram permitir ao desenvolvedor *feedback* imediato sobre o produto, visando a evolução da proposta em aspectos como usabilidade, aprendizado por parte do usuário, eficiência do sistema ante a proposta e a verificação do sistema em atender às necessidades dos usuários. O protótipo de alta fidelidade do sistema foi avaliado durante a execução de atividades referentes à prática educativa com os usuários. O sistema foi avaliado durante a fase de desenvolvimento, obedecendo as etapas do ciclo de vida do produto, buscando atender aos requisitos estabelecidos, a partir das respostas às perguntas que surgiram durante o avanço do processo, criando novas oportunidades de melhoria por meio da melhor compreensão das necessidades dos usuários

O processo de avaliação foi orientado através do *framework* DECIDE. Segundo Rogers et.al. (2013) o *framework* DECIDE auxilia o processo de avaliação, tornando os dados coletados significativos através uma lista de verificação, que contém seis pontos: determinar os objetivos, explorar as questões, escolher os métodos de avaliação, identificar as questões de ordem prática, decidir como lidar com as questões éticas e como trabalhar os dados coletados. *Determinar* os objetivos auxilia o desenvolvedor na escolha do escopo da avaliação. *Explorar* as questões da avaliação faz com que haja uma clara articulação entre às questões respondidas pela avaliação para tornar os objetivos operacionais. *Escolher* diz respeito a seleção dos métodos de avaliação e de coleta de dados. *Identificar* tange às questões de ordem prática que envolvem o problema. *Decidir* relaciona-se com as questões éticas do desenvolvimento do sistema. Avaliar é relativo ao trabalho de analisar, interpretar e apresentar os dados. O quadro 11 exemplifica como o *framework* DECIDE foi utilizado para gerenciar a avaliação das fases de desenvolvimento do projeto.

Quadro 11 - Framework DECIDE aplicado ao desenvolvimento do produto

Fonte: o autor (2018)

Item	Questões envolvidas	Ações
Determine	O sistema é relevante para usuários de espaços <i>maker</i> ? O sistema tem impacto sobre o ambiente de trabalho?	Buscar evidências de que o software atende ao público proposto, auxiliando no desenvolvimento de projetos nestes ambientes.
Explore	A interface é amigável? O sistema é intuitivo? Como os usuários reagem ao sistema? O sistema é eficiente? É de fácil aprendizagem?	Utilizar interface minimalista, evitando a utilização de recursos desnecessários levando em conta a experiência dos usuários.
Choose	Quais são os métodos de avaliação? Como utilizar um sistema auxiliou os usuários?	Utilizar métodos de avaliação harmônicos com a proposta de trabalho, que evidenciem quais foram as contribuições do sistema para o desenvolvimento das atividades dos usuários.
Identify	Como o sistema será desenvolvido? Como fazer as correções em meio ao desenvolvimento das tarefas dos usuários? As instalações permitem desenvolver a avaliação?	Buscar desenvolver o sistema em plataforma de simples compreensão. Envolver os usuários na avaliação demonstrando modificações realizadas a partir de <i>feedbacks</i> . Preparar ambiente de forma a possibilitar a avaliação.
Decide	Como informar os usuários sobre os dados que serão utilizados?	Expor objetivos da avaliação e termo de consentimento.
Evaluate	Como manter a confiabilidade dos dados? Como validar os dados?	Verificar resultados semelhantes com diferentes grupos de usuários no desenvolvimento de projetos distintos. Utilizar método de avaliação no ambiente do usuário (pesquisa etnográfica)

A fase de testes do software ocorreu com alunos do curso de aprendizagem industrial de logística, através da utilização de ambientes *maker*. O tema investigado foi o desenvolvimento de produtos inovadores que auxiliassem no processo de *picking* em armazéns logísticos. A situação desafiadora colocava os alunos na posição de profissionais já atuantes no mundo do trabalho, que deveriam propor um novo artefato para a realização das tarefas logísticas. Os critérios para o desenvolvimento do projeto eram relacionados ao fato desse artefato ser construído em um ambiente *maker*, com máquinas e ferramentas voltadas para o desenvolvimento de projetos com manufatura de grande complexidade, porém em pequena escala. As fases do projeto deveriam ser guiadas pela metodologia do *DT*. Os ambientes utilizados foram laboratório de prototipagem, laboratório de eletrônica e laboratórios de informática. Os ambientes possuíam as ferramentas necessárias para o desenvolvimento dos projetos, como recursos de informática e acesso à internet, componentes eletrônicos, máquina de manufatura aditiva, instrumentos de medição e ferramentais para manuseio de objetos em bancadas. Como âncoras foram utilizados exemplos de empresas de tecnologia e de grandes indústrias que utilizam tecnologia de ponta em seus processos de separação de produtos. Princípios da aprendizagem criativa foram observados durante o processo.

Durante o processo de desenvolvimento de seus projetos, os alunos utilizaram de forma iterativa as ferramentas do *DT*, através do software “Guia para *makerspaces*: utilizando o *design thinking* em projetos”.

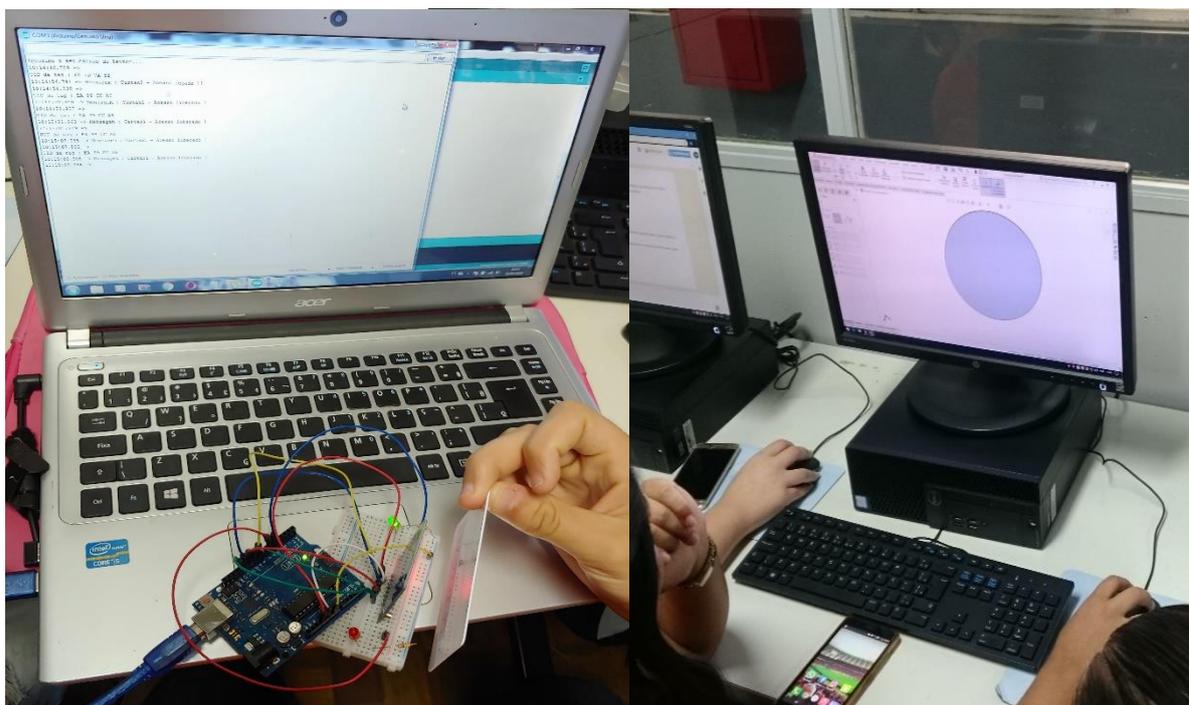
Por meio do aplicativo, os alunos puderam colocar em prática as ferramentas do *DT*, desenvolvendo as etapas de imersão no problema, desenvolvimento de ideias de solução, prototipação da solução e reflexão, utilizando os recursos disponibilizados pelo aplicativo. Percebe-se a importância de uma relação entre o desenvolvimento do projeto com auxílio do software com o desenvolvimento do aluno por meio da aprendizagem baseada em projetos e a aprendizagem criativa. Ao utilizar o software para desenvolver seu trabalho, foi possível atestar a evolução de ideias e discussões criativas que ocorriam no grupo. A figura 51 apresenta a utilização do software como guia para o desenvolvimento das atividades. Ferramentas como *persona*, *brainstorm* e prototipação foram utilizadas para o desenvolvimento do projeto.



Figura 51 – Utilização do software em oficinas de desenvolvimento de projetos

Fonte: o autor (2018)

A utilização do artefato ocorreu em diferentes fases do projeto, estendendo-se aos demais ambientes de desenvolvimento, como laboratórios para planejamento e produção do projeto. O fato do software ser incorporado a um dispositivo móvel permite a flexibilidade de mudança de ambiente sem prejuízos aos projetos. Esta mobilidade torna-se relevante em ambientes com ferramentas diversificadas. A figura 52 apresenta fases distintas do desenvolvimento de dois projetos: um indivíduo utilizando um programa do tipo CAD para criar o modelo para o corte laser de seu robô para a atividade de *picking* e a prototipação de um sistema de identificação de produtos na atividade de separação de mercadorias com a utilização de *tags* de *RFID* e arduino.



*Figura 52 - Desenvolvimento de projetos utilizando o sistema*

*Fonte: o autor (2018)*

Durante a utilização do software para o desenvolvimento de projetos pelos usuários, ficou comprovada a eficiência do sistema para o avanço das atividades de *DT*. Em termos de usabilidade e aprendizado de utilização, os usuários deram retornos sobre pontos melhoria, cabendo ao desenvolvedor realizar as modificações ainda durante o desenvolvimento dos trabalhos. Quando questionados, os usuários revelaram estarem satisfeitos com a utilização do software para o desenvolvimento de seus projetos. Desta maneira, no que diz respeito a avaliação, pode-se dizer que o software cumpriu os objetivos estabelecidos a partir de critérios como eficiência e eficácia, usabilidade, aprendizagem durante a utilização e integração dos usuários à sua utilização rotineira.

Ao finalizar esta etapa de desenvolvimento do sistema, o foco de desenvolvimento e evolução se move para as futuras versões, buscando o aperfeiçoamento do sistema em seus aspectos de usabilidade, design e complexidade, visando atender a usuários de ambientes *maker*. As modificações para

a versão final estão retratadas na figura 53.

### Seja Bem Vindo!

O manual da metodologia de design thinking para espaços maker é uma ferramenta que visa auxiliar no desenvolvimento de projetos inovadores. Espaços maker são ambientes incríveis, voltados para a construção e o desenvolvimento de projetos, através de máquinas e eletrônica. O design thinking por sua vez é uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Acreditamos que quando esta metodologia é utilizada nestes ambientes, o resultado é um melhor aproveitamento da capacidade criativa das pessoas!

#### Como usar:

- Ao iniciar seu projeto, busque as ferramentas necessárias
- Aprenda onde e como utilizar cada ferramenta
- Separe os materiais necessários
- Impulsione seu projeto



Figura 53 - Versão final do software

Fonte: o autor (2018)

A versão final do software não traz modificações estruturais ou de usabilidade, apenas melhorias no design como mudanças no layout e novas imagens demonstrativas da utilização de algumas ferramentas de *DT*. A próxima seção do trabalho busca descrever os resultados gerais da pesquisa, levando em conta pontos como o relacionamento dos indivíduos com o ambiente e com as ferramentas utilizadas para a resolução de problemas; como os indivíduos trabalham para resolver as situações desafiadoras; como os indivíduos utilizam a comunicação verbal e não verbal durante as atividades colaborativas e como os pares compartilham o conhecimento gerado.

### 3.5 Aplicando as estratégias do Design Thinking na elaboração de projetos em ambientes maker: resultados encontrados

As atividades de observação, a utilização de mapas e o contato com as pessoas para a coleta de suas impressões durante a imersão em ambientes *maker* e as intervenções no processo de desenvolvimento de projetos, permitiram alcançar a percepção de alguns resultados alcançados pela educação *maker*. Os resultados encontrados estão em harmonia aos encontrados por outros autores como Blikstein, (2013); Halverson e Sheridan, (2014); Martinez e Stager, (2013); Martin, (2015); Provenzano (2016) e Stager, (2013, 2014) e correlacionados neste trabalho. Os resultados estão descritos os próximos parágrafos. Assim, os resultados, baseados nos objetivos deste estudo, são apresentados em três categorias: 1) Benefícios da educação *maker* para a formação contemporânea; 2) potencialidades da utilização do *DT* para o desenvolvimento da aprendizagem criativa em ambientes *maker*; e 3) contribuições da utilização de um manual norteador para o desenvolvimento de projetos.

Os *makerspaces* colaboram com a educação por promover contextos de aprendizagem com significado para os alunos. Desenvolver significado é uma importante maneira de aumentar o engajamento dos alunos e seu entendimento sobre o assunto tratado. As atividades de observação nas diversas fases da pesquisa, permitiram perceber que estes ambientes têm o poder de estabelecer uma forte relação entre as atividades de projetar, criar e aprender, fornecendo contextos significativos, de forma pessoal ou em atividades em grupo, para a aprendizagem. Os indivíduos, ao projetar, tornam o produto, antes apenas em sua imaginação no campo do pensamento abstrato, em um artefato concreto, tangível. Esse movimento de criação faz com que o aluno manipule os elementos estudados, projete e produza algo que é relevante para a resolução de um problema, dando sentido aos conhecimentos aplicados ao processo. Esse componente da aprendizagem *maker* é evidenciado pela percepção dos estudantes. Quando estimulados a darem seus depoimentos sobre a experiência de terem participado do desenvolvimento de projetos em espaços *maker*, os grupos de alunos mencionaram o fato de que ao trabalharem em ambientes onde podiam criar, eles podiam vislumbrar onde e de que formas o conhecimento estava sendo aplicado, em detrimento das metodologias que estes haviam sido expostos em

outros cursos. Por meio destas respostas, é possível afirmar que ao trabalhar com uma proposta de *maker*, existe um ganho substancial, em relação ao ensino instrucionista, do desenvolvimento de significado sobre a tarefa que se está sendo executada, o assunto que está sendo tratado ou a situação de aprendizagem que está sendo utilizada.

Os *makerspaces* colaboram com a educação por promover motivação e engajamento dos alunos. A associação da aprendizagem criativa durante o desenvolvimento dos projetos em ambientes *maker* também mostrou efeitos positivos. A espiral de aprendizagem produziu efeitos nos alunos como maior motivação e engajamento para desenvolver o trabalho e maior disposição para colaborar com novas ideias. A motivação dos alunos e o engajamento são decorrentes da paixão estimulada por dar aos alunos as opções de explorar temas pelos quais se interessem e dando acesso às ferramentas que precisam para tornar seus conceitos reais. Esse movimento capitaliza a curiosidade fazendo com que os indivíduos coloquem todas suas energias na resolução do problema proposto. Esse movimento também gera um sentimento de pertencimento, fazendo realmente algo que fosse útil para eles e para a sociedade. Durante as atividades de observação os alunos deram diversas mostras de estarem engajados na resolução das situações-problema propostas. Muitos deles revelaram que mesmo fora do ambiente de trabalho, pensavam em como resolver o problema proposto ou em que pontos melhorar seus projetos. Ao serem questionados o quanto se sentiam motivados ao trabalharem dessa forma, em relação ao ensino tradicional, todos os alunos foram taxativos em dizer que não trabalhavam dessa forma, a não ser quando estavam debruçados sobre seus projetos *maker*.

Os espaços *maker*, promovem uma educação diferenciada por utilizar o ambiente como parte do processo. Assim como ocorre em metodologias de aprendizagem como *Reggio Emilia*, os *makerspaces* utilizam o ambiente como um elemento de desenvolvimento do indivíduo. Dotados de ferramentas vocacionadas para a criação, os ambientes *maker* proporcionam ao indivíduo um aprendizado por meio de experimentação, criando e construindo projetos através da utilização de equipamentos de manufatura avançada, como impressoras 3D e máquinas CNC. Promovem mais apenas do que o desenvolvimento técnico das tecnologias de fabricação, mas criam ambientes de aprendizagem atraentes que estimulam os diferentes recursos epistemológicos dos indivíduos (BLIKSTEIN, 2013; PAPERT,

2008). Quando questionados sobre suas avaliações quanto aos ambientes educacionais utilizados com a proposta *maker*, os alunos os descreveram como um ambiente inovador que possui as ferramentas necessárias para a resolução de problemas e construção de projetos. Quanto a complexidade da operação das máquinas, os alunos defenderam que é necessário haver treinamento com os procedimentos de operação de cada máquina, porém referiram que o grau de dificuldade de operação é baixo, tornando o uso das máquinas para os projetos de fácil execução. Um dos grupos de alunos salientou o fato da utilização de máquinas como a impressora 3D, os ajudavam a desenvolver tanto habilidades motoras, quanto habilidades cognitivas, pois os estimulava a pensar nas melhores estratégias de fabricação. Foi observado que os alunos valorizaram em diversos momentos a utilização de tecnologias até então desconhecidas por eles e a democratização da utilização de ferramentas que não teriam acesso de forma simples.

Outro ponto em que os *makerspaces* colaboram com a educação por promoverem uma aprendizagem por experimentação, aumentando a criatividade, fomentando assim a inovação. A educação *maker* está posicionada para a transformação que está ocorrendo na educação contemporânea. O surgimento de novas tecnologias, traz consigo características que modificam os indivíduos, e, por sua vez, a forma como estes relacionam-se com o conhecimento. Foi constatado por meio de observação e questionamento um maior movimento por parte dos alunos, percebido até mesmo por eles, de que os indivíduos, após o contato com a cultura *maker*, buscavam novas formas de resolução de problemas; maneiras mais criativas e inovadoras de projetarem soluções, até mesmo para problemas fora do ambiente escolar. Foram referidas também a utilização de ferramentas e o contato com novas tecnologias como motivos para o incremento de inovação. Alguns alunos expressaram que dentro de um projeto *maker* eles tinham menos medo de errar, pois, segundo estes, o erro era parte do aprendizado. A utilização de novas tecnologias, a busca por soluções através de atividades de projetar e a compreensão de que o erro é parte do processo de aprendizado, estimula e impulsiona os alunos para a criação de soluções inovadoras, experimentais e cíclicas. Os ambientes *maker* criam um ambiente para que estes criadores se relacionem com o conhecimento de uma forma mais adequada ao mundo que os rodeia, através de um ambiente com aprendizagem baseada em projetos e com a tecnologia necessária para fazê-los tangíveis (BLIKSTEIN, 2013;

GERSHENFELD, 2012; KAFAL, Y; RESNICK, 1996; PAPERT, 2008; RESNICK, 2017). A educação *maker* é baseada na premissa de que o indivíduo aprende ao construir algo no mundo (PAPERT, 2008). Os espaços de aprendizagem *maker* utilizam exatamente esta base para nortear suas ações educacionais, buscando desenvolver o aprendiz através da construção de “coisas”, artefatos que fazem sentido tanto para o aprendiz, quanto para o mundo, em ambientes propícios para a experimentação. Desse modo, a cultura *maker* agrupa indivíduos que se utilizam de ferramentas digitais para fabricar objetos com suas próprias mãos, desenvolvendo todo o processo, compartilhando e colaborando com os processos de seus pares, através da adoção de formatos comuns de ferramentas e arquivos de projetos. Esta cultura de compartilhamento estimula todos os indivíduos que participam dos processos de criação. Foi observado o fluxo de colaboração entre os indivíduos, estimulando o compartilhamento de soluções e informações técnicas, como operação de máquinas e softwares. Além disso, foi possível notar uma grande preocupação entre os pares sobre o resultado dos projetos dos grupos, podendo, em diversas ocasiões, serem notados indivíduos deixando de lado seu projeto por algumas horas para auxiliar um outro grupo ou indivíduo que necessitava da informação de que estes já dispunham. A adoção de formatos comuns de arquivos em seus projetos, permitindo a produção ou reprodução, de peças para seus projetos.

Com a adoção da perspectiva da educação *maker*, notou-se uma maior autonomia dos indivíduos para a resolução de problemas complexos em seus projetos. Ao se confrontarem com dificuldades durante o desenvolvimento de seus processos, sejam por problemas não estruturados ou novas situações, estes indivíduos tiveram mais êxito em testar suas próprias soluções ou em juntar partes de um problema, identificar o melhor rumo a ser tomado e prototipar a solução escolhida, questionando informações, demonstrando capacidade de autonomia para a resolução de problemas complexos e cooperação. Estes contextos de aprendizagem produzem indivíduos mais preparados para as mudanças que estão ocorrendo nos tempos atuais (BARBA, C.; CAPELLA, 2012). Os *makerspaces* oferecem as condições de aprendizagem propícias e em contextos de incerteza, condição presente em um cenário de mundo em constante mudanças.

Como salientado por Bacich e Moran (2018), estes são elementos essenciais durante o processo de aprendizagem, privilegiando o papel ativo do aluno na

construção do conhecimento. O modelo do laboratório aberto dos ambientes *maker* auxiliou também na produção ativa dos alunos. Ao observar o grupo de trabalho desenvolvendo seus projetos em contexto *maker*, utilizando ferramentas digitais para a confecção de seus projetos, foi possível reconhecer a busca pela resolução de problemas por meio da realização de experiências, produzindo no mundo real, através de ferramentas digitais. Os alunos que participaram do estudo, desenvolveram soluções reais para os problemas propostos, utilizando o design de desenvolvimento de projetos, testando suas hipóteses para a solução de problemas.

Outra maneira em que os espaços *maker* auxiliam no processo de aprendizagem é por permitir que os espaços onde a educação ocorre sejam preparados para promover o estímulo multissensorial e promover as oportunidades de os estudantes ressignificarem seus conhecimentos (MARTINEZ; STAGER, 2013). Assim, foi possível perceber que a construção do conhecimento em ambientes *maker* está ancorado na experiência e no aprender fazendo, promovendo uma produção ativa do conhecimento, por intermédio do ambiente. Possibilitar que os usuários tenham acesso a máquinas, softwares, instrumentos, ou seja, ferramentas que oportunizem a fabricação pessoal, para o desenvolvimento de seus projetos, faz com que estes explorem, experimentem e criem, produzindo conhecimento. Este movimento manifestou-se em todas etapas da pesquisa, em momentos em que os usuários produziam seus artefatos. Na etapa de imersão, foi possível testemunhar grupos de professores, ao produzirem artefatos para serem utilizados em sua prática educativa, ressignificando e produzindo novos conhecimentos sobre sua área de atuação. Em um dos depoimentos, um indivíduo, professor de cursos técnicos na área de informática, ao produzir conteúdo para suas aulas, se dizia surpreso pela oportunidade de abordar um determinado assunto de um novo viés com seus alunos. Esta nova forma de abordar o assunto, surgiu através das atividades desenvolvidas em *makerspace*.

Apesar das notáveis diferenças dos produtos finais de cada etapa de desenvolvimento de projeto e espaços *maker*, o processo ocorreu de uma forma muito similar, com os estudantes construindo protótipos de projetos, compartilhando as informações e resultados com seus pares e refletindo sobre como poderiam alcançar melhores resultados, dando início a um novo ciclo de melhorias no projeto ou na construção de novos projetos. Estes movimentos se dão em partes pela abordagem

construcionista dos espaços *maker*, onde a produção prática faz com que o aluno reflita sobre o aprendido. A expressão *hands-on, head-in* reflete com clareza esta ideia de Papert (2008) sobre a construção que acontece na cabeça do aluno e é apoiada por um tipo de construção no mundo, promovendo uma ação, onde a aprendizagem é real e palpável. O quadro 12 demonstra os benefícios da educação *maker* para a formação contemporânea.

Quadro 12 - Benefícios da educação *maker* para a formação contemporânea

Fonte: o autor (2019)

Benefícios da educação <i>maker</i> para a formação contemporânea		
Benefício	Princípio	Evidência
Proporcionar contextos significativos	Metodologia de aprendizagem construcionista com ênfase na aprendizagem baseada em projetos, possibilitando ao indivíduo a criação e manipulação dos objetos de estudo.	Usuários projetam e constroem, tornando o pensamento abstrato, em um artefato concreto, fazendo com que o aluno manipule os elementos estudados, produzindo algo relevante para a resolução de um problema, dando sentido aos conhecimentos aplicados ao processo.
Proporcionar motivação e engajamento	A motivação e o engajamento são decorrentes da utilização da aprendizagem criativa e os 4P's. A paixão é estimulada por dar aos alunos as opções de explorar temas pelos quais se interessam dando acesso às ferramentas que precisam para tornar seus conceitos reais.	A curiosidade dos alunos é aguçada fazendo com que os indivíduos coloquem todas suas energias na resolução do problema proposto. Esse movimento também gera um sentimento de pertencimento, fazendo realmente algo que fosse útil para eles e para a sociedade.
Ambiente como componente do processo de aprendizagem	Ambientes que estimulam os diferentes recursos epistemológicos dos indivíduos.	Os alunos criam através da utilização de equipamentos de manufatura avançada, como impressoras 3D, máquinas CNC, cortadoras laser, entre outras, ferramentas de eletrônica e softwares, possibilitando a criação de projetos. Além disso, os ambientes possuem leiautes que estimulam a comunicação entre os pares.
Aprendizagem por experimentação	Estímulo a experimentação de diferentes formas de resolução de problemas, máquinas e materiais, além de maior tolerância ao erro.	Indivíduos desenvolvem diferentes formas de resolução de problemas.
Contato com novas tecnologias	Ferramentas que utilizam tecnologia avançada à disposição dos indivíduos.	A utilização de ferramentas digitais para o desenvolvimento e prototipagem de projetos de novos produtos.
Papel ativo do aluno	Aluno como principal agente de sua aprendizagem.	Aprendiz assume o comando e passa a ser o principal agente de sua transformação. Autonomia para a resolução de problemas complexos.
Educação para o futuro em contextos de incerteza.	Questionamento da informação, condições de aprendizagem em contextos de incerteza e resolução de problemas reais.	Indivíduos mais preparados para a resolução de problemas não estruturados e em contextos de incerteza devido ao processo de aprendizagem ocorrer nestas mesmas condições.
Resolução de problemas complexos	O aluno é encorajado a buscar por partes da solução para a resolução de problemas complexos.	Indivíduos trabalham em situações de aprendizagem com problemas não estruturados, chegando a uma solução através das ferramentas disponibilizadas.
Ressignificação de conhecimentos	Estímulos multissensoriais e aprendizagem empírica.	Conhecimentos consolidados modificados pelo movimento de criação e experimentação.
Trabalho em pares Aprendizagem cooperativa cooperação	Cultura de compartilhamento de projetos e de colaboração de projetos	Comunidade de aprendizado de apoio, encorajamento e pertencimento que muitas vezes sentiam que estavam faltando em outros lugares.
Cultura de compartilhamento	Adoção de formatos comuns de arquivos em seus projetos, permitindo a produção ou reprodução, em qualquer quantidade, em qualquer lugar do globo.	Alunos desenvolveram cultura de compartilhamento, refletindo conceitos impregnados na cultura <i>maker</i> , como pequeno e global, <i>open source</i> e fabricação de forma personalizada.

Durante as atividades de observação do desenvolvimento dos projetos utilizando a metodologia do *DT*, concentrando em suas práticas a evolução de habilidades para projetar com tecnologias digitais em ambientes *maker*, foi possível notar a evolução de alguns aspectos relacionados às formas de trabalhar dos indivíduos. Assim, a utilização do *DT* em ambientes *maker*, contribuiu para:

- desenvolvimento de empatia. Ao ouvirem as partes interessadas os alunos desenvolvem empatia, aprendendo a atender de forma mais plena às necessidades destes, ao desenvolverem um projeto. Por colocarem o ser humano no centro do processo, os alunos utilizaram todas as ferramentas necessárias para compreender exatamente os interesses, desejos, necessidades e motivações das pessoas, sendo capazes de captar o que cada parte interessada esperava da solução proposta. Foi possível constatar que durante as oficinas, a utilização do software contendo os princípios do *DT* fez com que os alunos desenvolvessem uma preocupação genuína sobre os desejos e necessidades dos *stakeholders*, buscando identificar até mesmo as necessidades não declaradas e traduzi-las em oportunidades. Quando questionados se o fato de estarem utilizando o software influenciou na forma como estes viam as necessidades dos *stakeholders*, 87% dos respondentes disseram que sim, demonstrando que a utilização do aplicativo impacta de forma positiva no desenvolvimento de empatia. Os projetos dos alunos refletiram estes aspectos. Ao produzirem, os alunos buscaram entender de forma plena o problema, as necessidades e os desejos das pessoas, para só então iniciar o desenvolvimento dos protótipos de possíveis soluções. Ao analisar os produtos desenvolvidos, fica evidente a preocupação dos alunos com as necessidades dos *stakeholders* e o desenvolvimento da empatia durante o processo.

- estruturação dos processos de criação. Com tal característica, a utilização do manual mostrou-se como uma estrutura flexível para a metodologia encontrada nos *makerspaces*, fornecendo um rumo para as atividades relacionadas ao desenvolvimento de projetos. A aplicação das ferramentas de *DT*, fornece aos alunos oportunidades de explorarem sua criatividade, através da criação, impactando o mundo que os rodeia, trabalhando para realmente entender o problema antes de criar possíveis soluções. Ao ouvir e observar para aprender sobre os desejos e

necessidades das partes interessadas, se apropriaram dos problemas das pessoas criando novos *insights* de soluções, prototipando e testando possíveis soluções.

- desenvolvimento da cultura de experimentação. Em associação com a abordagem construcionista dos espaços *maker*, a cultura voltada para a prototipação existente no *DT* propiciou aos indivíduos a transformação do conceito abstrato, para o conceito concreto, tornando possível a análise de diferentes realidades e o aprendizado dos indivíduos. Assumindo esta cultura, de liberdade para experimentação e teste, ao serem indagados de como lidariam com o erro a partir da exposição ao *DT*, os alunos disseram estar mais a vontade para experimentar e errar. Esse aspecto é determinante para que o processo de inovação seja liberado e conseqüentemente, o desenvolvimento de ideias que existiam apenas na mente dos indivíduos. Desse modo, a criatividade dos alunos evoluiu durante o processo de *DT*, e ficou evidenciado pela transformação em ação das ideias geradas a partir de *insights*.

- desenvolvimento do potencial criativo. O processo de *DT* começa com a divergência e a tentativa deliberada de expandir a variedade de opções, em vez de restringi-la, contribuindo com a capacidade de gerar novas ideias inesperadas. Este aspecto impulsiona o processo de criação, amplificando uma característica muito presente nos espaços *maker*.

- desenvolvimento da cooperação. Outro aspecto existente em espaços *maker* e acentuado com a utilização do *DT*, foi o trabalho em equipe. Ao utilizar o *DT*, naturalmente os indivíduos buscam por suporte e apoio, criando uma rede onde o problema é solucionado em conjunto com o outro, complementando assim as habilidades necessárias para cada caso. Ao passo que os princípios do *DT* foram sendo compreendidos pelos alunos, o individualismo foi cedendo, sendo substituído pelo trabalho colaborativo. Quando a paixão e a comunidade entrelaçam-se, as pessoas trabalham juntas para atingir um objetivo de criar algo significativo, compartilhando a inspiração em redes de conhecimento conectando-se àqueles que têm paixões em comum.

- resolução de problemas complexos. A utilização do *DT* auxilia na análise e

proposição de soluções para problemas complexos, os mesmos encontrados em uma situação desafiadora da proposta de uma solução por meio de um projeto. Isto ocorre pelo emprego das diferentes formas de pensar pelos alunos. Problemas não estruturados ou abstratos, como proporcionar uma melhor experiência para um usuário de determinado serviço ou incentivar usuários a colaborarem para a segurança em um ambiente fabril, podem gerar diversas proposições de solução. Em diversas ocasiões, foi possível, através de questionamentos e observação das atividades, a utilização dos processos mentais do *DT*, como o pensamento divergente e convergente, o pensamento analítico e o pensamento sintético e o pensamento abdução. Durante o desenvolvimento dos projetos, estes estavam sempre associados ao processo de criação, onde os alunos decompunham problemas complexos e juntavam partes de soluções para conceberem uma solução para a situação problema. A evolução dos alunos nestes aspectos os prepara para a resolução de problemas não estruturados, de natureza heurística, principalmente pela introdução de novas ideias e hipóteses de solução, a partir da visualização dos dados de novos pontos de vista, que não se ajustam ao modelo de solução existente. O desenvolvimento dessas capacidades está em acordo com a complexidade dos desafios do mundo contemporâneo e do desenvolvimento das habilidades necessárias para lidar com estes.

- desenvolvimento de otimismo. Os alunos demonstraram otimismo em respostas a questões que expunham a satisfação deles em relação a solução proposta. Todos os alunos respondentes disseram achar possível que a solução proposta fosse aprimorada ou ainda utilizada de uma forma diferente para a resolução de um problema diferente. O sentimento de otimismo dos alunos se dá principalmente pelo modelo mental do *DT*, que encoraja os envolvidos a enxergarem problemas como possibilidades, criando mudanças e soluções, não importando as dificuldades e restrições impostas pelo projeto.

No que diz respeito à utilização de um manual para apoiar a utilização das ferramentas de *DT*, o “Guia para *makerspaces*: utilizando o *design thinking* em projetos”, foi utilizado como recurso estratégico para o desenvolvimento do processo de criação, fornecendo subsídio para o progresso das atividades propostas. O

software auxilia na experiência em ambientes *maker*, favorecendo o acesso das ferramentas de *DT* pelo uso do *smartphone*, impulsionando os movimentos de resolução de problemas, experimentação e criação, favorecendo uma experiência de aprendizagem baseada no construcionismo.

A utilização do *DT* em espaços *maker*, por meio de um manual contendo as ferramentas, contribuiu para a fluência na utilização das ferramentas de *DT*. Ao utilizarem o manual, a aptidão dos alunos na utilização das ferramentas de *DT* melhorou consideravelmente, fazendo com que estes produzissem mais e de forma autônoma em relação às oficinas em que o software não estava sendo utilizado. Para o usuário do aplicativo o resultado foi positivo, pois nas entrevistas em grupos focais, foi possível considerar falas dos alunos, como por exemplo “utilizando o aplicativo o processo fica mais simples, pois podemos trabalhar em nosso ritmo” ou em descrições sobre a utilização do software como “o aplicativo é simples de usar e acaba ajudando muito para lembrar o passo a passo de como se deve fazer”. Ao serem indagados de uma forma mais direta, com uma pergunta fechada nas respostas de sim ou não, sobre se o aplicativo havia sido um diferencial durante o desenvolvimento de seus produtos, mais de 80% dos usuários respondentes afirmaram que sim, o aplicativo os havia auxiliado nas questões referentes ao processo de design do produto final. Na opinião dos usuários que não enxergaram o aplicativo como um diferencial, salientaram que poderiam realizar de forma autônoma o mesmo trabalho, baseando suas escolhas em outras literaturas apresentadas nas oficinas de *DT*, ou em alguns casos, os usuários disseram que mesmo com o auxílio do software, não dispensariam o auxílio de um mediador para entender o propósito de cada ferramenta. Este dado chama a atenção para a importância do mediador, seja para auxiliar os indivíduos em dúvidas técnicas sobre a utilização do software, ou para o auxílio e norteamento da prática da utilização das ferramentas do *DT* para o desenvolvimento de projetos.

É importante salientar que o software é um elemento auxiliar dentro de uma cultura onde outras formas de condução do desenvolvimento de projetos são utilizadas. Quando o indivíduo faz a opção por utilizar o *DT* como norteador para o desenvolvimento de projetos em *makerspaces*, o software “Guia para makerspaces: utilizando o *design thinking* em projetos” este passa a ser uma excelente ferramenta para a aprendizagem *maker*.

Conforme citado anteriormente, as metodologias ativas de aprendizagem promovem os estudantes ao papel de protagonistas, através de métodos ativos e criativos, colocando-o no centro do processo e como principal construtor de seu conhecimento.

Ao se utilizar a metodologia *DT* para o desenvolvimento de projetos, o principal foco é na utilização da forma de pensar de um *designer*, na forma como estes trabalham durante às atividades relacionadas ao projeto, para desenvolver soluções criativas e inovadoras, por pessoas que não são de designers (CROSS, 2011; SPENCER; 2016). O *DT* é um processo com foco em valores humanos, comunicação de forma impactante e ativa, colaboração radical, consciência do processo, muita ação e foco na prototipação. Esses aspectos da abordagem refletiram na forma como os alunos nortearam a concepção e construção de seus projetos. Foi possível notar claramente que ao utilizarem a metodologia do *DT* para o desenvolvimento de seus projetos, os alunos desenvolveram *soft skills* como empatia, colaboração, otimismo e criatividade.

O *DT* é integrador por equilibrar diversos pontos de vista, privilegiando como ponto de partida o usuário final, sendo centrado no ser humano. O processo de criação requer estrutura. Porém, uma estrutura rígida suprime a criatividade, enquanto uma estrutura flexível fornece um caminho (SPENCER; JULIANI, 2016).

Ao introduzir a metodologia criativa do *DT* em ambientes propícios para o desenvolvimento de projetos, as potencialidades das metodologias utilizadas se complementaram para a promoção da construção do conhecimento. A utilização da metodologia *DT* em espaços *maker* resultou em uma alternativa que impulsiona o processo de desenvolvimento de projetos.

O quadro 13 reúne as potencialidades exploradas sobre a utilização da metodologia *DT* em ambientes *maker*.

Quadro 13 - Potencialidades da utilização do DT para a aprendizagem em ambientes maker

Fonte: o autor (2019)

Potencialidades da utilização do DT para o desenvolvimento da aprendizagem criativa em ambientes maker		
Potencialidades	Princípio	Evidência
Desenvolvimento de empatia	Foco em valores humanos no centro do processo.	Projetos voltados à atender os desejos, necessidades, motivações e interesses dos <i>stakeholders</i> .
Colaboração entre os pares	Foco no trabalho em redes.	Busca por suporte e apoio, criando uma rede onde o problema é solucionado em conjunto com o outro, complementando assim as habilidades necessárias para a resolução da situação problema.
Desenvolvimento de otimismo	Modelo mental onde o envolvidos explorem as possibilidades, em que associados a criatividade, possam inovar e resolver problemas improváveis.	Desenvolvimento de uma mentalidade de que, é possível, em problemas de qualquer natureza, criar mudanças, não importando as dificuldades e restrições impostas pelo projeto.
Desenvolvimento do potencial criativo	Utilização da forma de pensar como um <i>designer</i>	Desenvolvimento de ideias que existiam apenas na mente dos indivíduos em insights e transformação destas em ação.
Liberdade para experimentação	Cultura voltada para a prototipação.	Análise de diferentes realidades, autonomia para experimentação e testes e visualização do erro como parte do processo.
Impulsionamento do processo, tirando o máximo proveito do potencial de cada pessoa	Comunicação de forma impactante e ativa, colaboração radical, consciência do processo, ação e foco na prototipação.	Evolução do poder criativo a partir das forças (habilidades e conhecimento) de cada indivíduo e transformação em ação das ideias geradas a partir de <i>insights</i> .
Desenvolvimento da capacidade de análise	Foco em pensamento analítico.	Proposição de soluções para coerentes com dados coletados.
Resolução de problemas complexos	Utilização de pensamento divergente e convergente, analítico e sintético e abdução.	Proposição de novas ideias e hipóteses de solução, a partir da visualização dos dados de novos pontos de vista, que não se ajustam ao modelo de solução existente de natureza heurística

#### 4 CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS: A METODOLOGIA DESIGN THINKING COMO AUXILIAR DA APRENDIZAGEM CRIATIVA EM AMBIENTES MAKER

Nesse novo cenário da história humana, o avanço da tecnologia produz profundas modificações nas estruturas da sociedade, desencadeando a necessidade de formar indivíduos mais preparados para atuar no complexo mundo contemporâneo, de cenários de incerteza e abundante em problemas não estruturados. Ante estes desafios, novas formas de estruturar os processos educacionais devem ser concebidos.

Metodologias e espaços educacionais pensados para romper o modelo tradicional de educação instrucionista, auxiliam na promoção de estímulos e oportunidades dos indivíduos ressignificarem o processo de aprendizagem.

Assim sendo, esta pesquisa permitiu diferentes reflexões acerca dos argumentos teóricos e as rotinas práticas do processo de aprendizagem através da utilização de uma metodologia de resolução de problemas, o *design thinking*, aplicada ao processo de desenvolvimento de projetos dos ambientes *maker*, para promover a aprendizagem, em uma aplicação viável para a área educacional. Como resultado das análises teórica, metodológica e interpretativa, a partir dos resultados alcançados, foi possível chegar às conclusões que se seguem.

Os beneficiados pelos resultados das pesquisas foram estudantes e docentes, que ao participarem desta dinâmica de construção do conhecimento, tiveram uma oportunidade de aumentar seu repertório de recursos para o processo de aprendizagem. Abordagens que privilegiem o desenvolvimento de indivíduos preparados para o contexto atual de mundo, através da construção do conhecimento de forma ativa, devem estar em um lugar de destaque na contemporaneidade. O aluno deve assumir o protagonismo no processo de aprendizagem, tirando conclusões próprias dos movimentos do processo.

A utilização de metodologias ativas na aprendizagem e tecnologias emergentes no processo de formação discente, contribui para o aprendizado dos indivíduos. Ao unirmos a perspectiva da aprendizagem baseada em projetos dos ambientes *maker* ao poder impulsionador do processo criativo do *DT*, desenvolvemos uma estratégia de ensino inovadora, baseada no aprender fazendo e na experimentação. Assim, os ambientes *maker* foram utilizados para combinar a

fabricação digital com a metodologia *DT*, para resolver problemas complexos através de projetos, desencadeando processos de aprendizagem através dos movimentos de ideação, criação e reflexão.

Os ambientes *maker* são agentes que atuam diretamente no processo de aprendizagem, pois fornecem as ferramentas necessárias para o desenvolvimento dos alunos através da confecção de artefatos. Estes ambientes são ao mesmo tempo pequenos e globais, permitindo o desenvolvimento, a construção e o compartilhamento de projetos. Além disso, permeiam os *makerspaces* a cultura de trabalho em pares e incentivo à criatividade, tornando-os propícios para o desenvolvimento e distribuição de inovação.

A mentalidade existente em ambientes *maker*, permite ao indivíduo colocar em prática suas estratégias para a resolução de um determinado problema, ou a criação de um objeto que atenda à situação distinta. Ao confeccionar projetos em ambientes *maker*, os alunos têm a opção de explorar aspectos sobre determinados temas, passando de consumidores a criadores, desenvolvendo soluções pelas quais sejam apaixonados, produzindo engajamento. Este processo capitaliza a curiosidade do aluno, levando-o a empregar energia para a criação do projeto que solucionará o problema.

A aprendizagem baseada em projetos, fomenta o desenvolvimento de estratégias para a resolução de problemas não estruturados. Este movimento faz com que os alunos coloquem suas energias na busca de alternativas para as situações que surgem. Diante de cenários de incerteza, exteriorizam possibilidades através da construção de artefatos. Quando o projeto é materializado, torna-se evidente o desenvolvimento do aluno. Os conhecimentos, habilidades e atitudes empregados pelos alunos durante o processo, denotam o aprendizado.

Ao atuar em espaços *maker* como *design thinkers*, os indivíduos passam a produzir soluções baseadas em observações sobre o usuário, descobrindo padrões, sintetizando novas ideias a partir de fragmentos e problemas sem estrutura alguma, convertendo-os em oportunidades. Através desse movimento, a empatia é desenvolvida, modificando o foco dos projetos para o atendimento das necessidades das pessoas.

A utilização da metodologia *DT* é um importante auxiliar do processo de desenvolvimento de projetos em ambientes *maker*, fazendo com que o aluno consiga

definir e vencer as etapas de um projeto, contribuindo para o processo de aprendizagem. Nesse contexto, o *DT* é um impulsionador do processo, pois explora de diferentes maneiras de estimular o indivíduo ao pensamento abduutivo. Este é o tipo de pensamento mais adequado para a resolução deste tipo de projetos, pois são de natureza heurística e não estruturados. Com a utilização do processo de *DT*, os alunos passam a observar o problema de perspectivas diferentes, explorando soluções que não se ajustem ao modelo existente, inferindo em novas ideias.

Outrossim, a utilização da metodologia *DT* retira o máximo de proveito do potencial dos alunos, utilizando comunicação impactante, colaboração plena, consciência do processo e ação ativa. Há uma ampliação da capacidade criativa ao aplicar a maneira de pensar dos *designers*, transformando *insights* em ações e conseqüentemente em soluções para problemas.

O *DT* funciona como uma estrutura para os processos nos *makerspaces*, auxiliando os estudantes na compreensão dos processos exploratórios ligados a fabricação digital, estabelecendo critérios e orientação ao processo, fornecendo subsídios para a fabricação nas máquinas e promove a autonomia do indivíduo.

A relevância desta pesquisa consiste em ampliar as opções de estratégias para a construção do conhecimento, aliando metodologias ativas de aprendizagem, com espaços educacionais baseados na resolução de problemas através da confecção de projetos. Nesse sentido, como perspectivas futuras estuda-se ampliar o referencial teórico sobre a utilização de metodologias criativas na educação; sobre como utilizar o *DT* em outros contextos educacionais; e como utilizar os espaços *maker* para diferentes contextos e atores educacionais; além de ampliar a análise de dados; buscar pela melhoria do instrumento de coleta para captar mais profundamente algumas questões; e reedição em amostra mais criticamente estabelecida.

No momento da entrega desta pesquisa, iniciativas para a ampliação da utilização da metodologia com outras turmas de educação profissional, bem como uma análise sobre a viabilidade da aquisição de um laboratório completo para o desenvolvimento de projetos mais complexos estão em curso na instituição estudada.

## REFERÊNCIAS

- ACKERMANN, E. **Constructivism (s): Shared roots, crossed paths, multiple legacies**. Proc. of Constructionism, 2010.
- AFONSO, N. **Investigação Naturalista em Educação**. 2005.
- ALMEIDA, M. E. DE. **Informática e formação de professores**. [s.l.] Coleção Informática para mudança na Educação.MEC/ SEED/ ProInfo, 1999. v. 1
- ALVES, F. **Design de aprendizagem com uso de canvas**. São Paulo: DVS Editora, 2016.
- ALYRIO, R. **Métodos e técnicas de pesquisa em administração**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ,2009.
- AMBROSE, G.; HARRIS, P. **Design Thinking**. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- ANDERSON, C. **Makers: A nova revolução industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- ARAÚJO, U. F. **A quarta revolução educacional: a mudança de tempos , espaços e tecnologias e da inclusão social**. ETD - Educação Temática Digital, v. 12, p. 31–48, 2011.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BARBA, C.; CAPELLA, S. **Computadores em sala de aula**. Porto Alegre: Penso, 2012.
- BARELL, J. **Problem-Based Learning : The Foundation for 21st Century Skills**. 21st Century Skills: Rethinking How Students Learn, p. 174–199, 2010.
- BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento (2a. ed.)** - Porto Alegre: Penso, 2012
- BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI [recurso eletrônico]**. Porto Alegre: Penso, 2014.
- BEREITER, C.; SCARDMALIA, M. **Can children really create knowledge?** Canadian Journal of Learning and Technology, 2010. .Disponível em: < <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ910469.pdf>>.Acesso em: out. 2017.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- BERNARD, M. **Why Everyone Must Get Ready For The 4th Industrial Revolution**.

Disponível em : <<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/04/05/why-everyone-must-get-ready-for-4th-industrial-revolution/#3aadf9443f90>>. Acesso em: nov. 2017.

BLIKSTEIN, P. **Digital Fabrication and ‘Making’ in Education: The Democratization of Invention.** In J. Walter-Herrmann & C. Büching (Eds.), *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013.

BLIKSTEIN, P. Viagens em Tróia com Freire: a tecnologia como um agente de emancipação. **Educação e Pesquisa**, v. 42, n. 3, p. 837–856, 2016.

BLIKSTEIN, P.; KRANNICH, D. **The makers’ movement and FabLabs in education.** Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children - IDC ’13, n. November, p. 613, 2013a.

BLUMENFELD, P.C.; SOLOWAY, E.; MARX, R.; KRAJCIK, J. S.; GUZDIAL, M.; PALINCSAR, A. **Motivating project based learning.** *Educational Psychologist*, v. 26, p. 369–398, 1991.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Características da investigação qualitativa.** Porto: Porto Editora, 1994.

BOTH, T.; BAGGEREOR, D. **Bootcamp Bootleg.** Hasso Plattner Institute of Design at Stanford University, 2017.

BOUD, D.; COHEN, R.; SAMPSON, J. **Peer learning in higher education Learning from & with each other.** New York, NY, USA: Routledge, 2013.

BOWLER, L. **CREATIVITY THROUGH “MAKER” EXPERIENCES AND DESIGN THINKING IN THE EDUCATION OF LIBRARIANS.** *Knowledge Quest | Creativity and Innovation*, v. 42, p. 58–62, 2014.

BROWN, T. **Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias.** 3 Ed. Rio de Janeiro: Altabooks, 2017.

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. **A segunda era das máquinas.** São Paulo: AltaBrooks, 2015.

BUCKER, C. **A relação entre a metodologia criativa design thinking e o desenvolvimento da motivação no processo de aprendizagem de adultos.** Porto Alegre, 2015.

CAMARGO, F. **A sala de aula inovadora: estratégias.** Porto Alegre: Penso, 2018.

CAROLYN EDWARDS, LELLA GANDINI, G. F. **The hundred languages of children.** [s.l: s.n.].

- CAVALCANTI, C. **Contribuições do *design thinking* para concepção de interfaces de ambientes virtuais de aprendizagem centradas no ser humano.** São Paulo:Universidade de São Paulo, 2015.
- CAVALCANTI, C.; FILATRO, A. **Design Thinking na educação presencial, a distância e corporativa.** São Paulo: Saraiva, 2016.
- CHIAVENATO, A. **Introdução à teoria geral da administração.** 4 ed. São Paulo: Makron Books, 1993.
- COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação.** Porto Alegre:Bookman, 2005.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Desafios para indústria 4.0 no Brasil** – Brasília: CNI, 2016.
- COSTA, C.M.O.N.G.; PELEGRINI, A. **O design dos Makerspaces e dos Fablabs no Brasil: um mapeamento preliminar.** Design e Tecnologia UFRGS, Porto Alegre, v.13, 2017. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/view/375/217>> . Acesso em: dez. 2017.
- CRESWELL, J. **Projeto de Pesquisa - Métodos qualitativo, quantitativo e misto.** Porto Alegre: Artmed, 2010.
- CROSS, N. **Design Thinking: Understanding How Designers Think and Work.** [s.l.] Bloomsbury Publishing, 2011.
- CULTURE OF EMPATHY. **Empathy and HCD – 4 online learning manuals.** Disponível em: <<http://cultureofempathy.com/Projects/Workshop/Development/index04.htm>>. Acesso em: nov. 2017.
- D.SCHOOL. **Bootcamp Bootleg.** Palo Alto: Hasso Plattner Institute of design at stanford. Disponível em: <<https://dschool.stanford.edu/resources/the-bootcamp-bootleg>>. Acesso em: ago. 2017.
- \_\_\_\_\_. **Bootleg Deck.** Palo Alto: Hasso Plattner Institute of design at stanford. Disponível em: < <https://dschool.stanford.edu/resources/design-thinking-bootleg> >. Acesso em: out. 2018.
- \_\_\_\_\_. **Mini guía: una introducción al design thinking.** Palo Alto: Hasso Plattner Institute of design at stanford, 2013.
- DALE, D. **The maker movement.** Innovations: Technology, Governance, Globalization, v. 7, n. 3, p. 11–14, 2012.
- DESCONSI, J. **Design thinking como um conjunto de procedimentos para a**

**geração da inovação: um estudo de caso do projeto G3.** Centro universitário Ritter dos Reis, 2012.

DEWEY, J. **Como pensamos - como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo:uma reexposição.** 4. ed. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1979.

DWECK,C.S. **Mindset A nova psicologia do sucesso.** São Paulo:Objetiva,2017.

EBOLI, M. **Fundamentos da educação corporativa.** São Paulo: Atlas, 2010.

EUFRASIO JUNIOR, N. L. **Do design instrucional ao design thinking – desafios e possibilidades para a inovação na educação corporativa na modalidade Online: o caso SENACRS.** Universidade do vale do Rio dos Sinos, programa de pós – graduação em educação, 2015.

EYCHENNE, F. ; NEVES, H. **FAB LAB A VANGUARDA DA NOVA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.** São Paulo: Editorial FAB LAB Brasil, 2013.

Fab Lab Foundation. Disponível em: <<https://www.fablabs.io/labs>>.

FALBEL, A. **Constructionism Tools to build (and think) with.** 1993.

FOCHI, P. S. **A criança é feita de cem: as linguagens de Malaguzzi.** Infância e educação infantil II - Linguagens, n. January 2014, p. 6–21, 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GALLOWAY, A. **Bringing A Reggio Emilia Inspired Approach into Higher Grades.** Links to 21 st Century Learning Skills and the Maker Movement,2015.

GATTI, B. A. **A construção da Pesquisa em Educação no Brasil.** Brasília: Plano Editora, 2007.

GERSHENFELD, N. **How to make almost anything: The digital fabrication revolution.** Foreign Aff., v. 91, p. 43, 2012.

GERSHENFELD, N. . **Fab: the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication.** AZ: Basic Books, 2007.

GRAVES,COLEN; GRAVES, A. **The Big Book of Maker Space Projects.** New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2017.

HALVERSON, E. R.; SHERIDAN, K. **The Maker Movement in Education.** Harvard Educational Review, v. 84, n. 4, p. 495–504, 2014.

HAREL, I.; PAPERT, S. (EDS.). **Constructionism.** Westport, CT, US: Ablex Publishing, 1991.

HATCH, M. **The maker movement manifesto: Rules for innovation in the new**

- world of crafters, hackers, and tinkerers.** [s.l.] McGraw-Hill Education New York, 2014.
- HERRMANN, J.; BÜCHING, C. **FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors.** Transcript Verlag, 2014.
- HESSEL, F. et. al. **Implementando o RFID na cadeia de negócios.** Porto Alegre: EDIPUCRS,2012 [versão digital].
- IDEO. **Toolkit for educators** . Palo Alto:2013.
- \_\_\_\_\_. **Human-Centered Design Kit de Ferramentas.** Palo Alto: 2016.
- ILLERIS, K. **Teorias contemporâneas de aprendizagem.** Porto Alegre: Penso, 2013.
- JOHNSON, S. **De onde vêm as boas ideias.** [s.l.] Zahar, 2011.
- KAFAI, Y; RESNICK, M. **Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World.** 1. ed. Routledge: Routledge, 1996.
- KAFAI, Y.; FIELDS, D.; SEARLE, K. **Electronic Textiles as Disruptive Designs: Supporting and Challenging Maker Activities in Schools.** Harvard Educational Review, v. 84, n. 4, p. 532–556, 2014.
- KINNEY, LIND;WHARTON, P. **An encounter with Reggio Emilia-Children’s early learning made visible.** NY: [s.n.].
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. **Metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 1991.
- \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.2 edição ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- LÉVY, P. **Cibercultura.** 3. edição ed. São Paulo: Editora 34, 2010.
- LING, D. **Design Thinking Guide for Successful Professionals.** [s.l.] Lulu.com, 2016.
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. **Pesquisa em educação: Abordagens Qualitativas.** 2ª ed. São Paulo: EPU, 2018.
- MARTIN, L. **The Promise of the Maker Movement for Education.** Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), v. 5, n. 1, 2015.
- MARTIN, R. **Design De Negócios.** [s.l.] ELSEVIER/ALTA BOOKS, 2010.
- MARTINEZ, S. L. .; STAGER, G. **Invent to Learn: Making, Tinkering and Engineering in the classroom.** Torrance: Constructing Modern Knowledge Press, 2013.
- MARZANO, R. J. **The Art and Science of Teaching: A Comprehensive Framework for Effective Instruction.** Danvers, MA: ASCD, 2007.
- MELLO, D. **Contribuições do *design thinking* para a educação: um estudo em**

**escolas privadas de Porto Alegre.** Universidade do Vale dos Sinos: Programa de pós-graduação em design, 2014.

MERGENDOLLER, J. R.; MAXWELL, N. L.; BELLISIMO, Y. **The Effectiveness of Problem-Based Instruction : A Comparative Study of Instructional Methods and Student Characteristics.** Interdisciplinary journal of Problem-based Learning, v. 1, n. 2, p. 11–17, 2006.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS; MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. **Perspectivas de especialistas brasileiros sobre a manufatura avançada no Brasil: Um relato de *workshops* realizados em sete capitais brasileiras em contraste com as experiências internacionais-Brasília,2016.** Disponível em: <[http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/si/dfin/Perspectivas\\_de\\_especialistas\\_brasileiros\\_sobre\\_a\\_manufatura\\_avan%C3%A7ada\\_no\\_Brasil](http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/si/dfin/Perspectivas_de_especialistas_brasileiros_sobre_a_manufatura_avan%C3%A7ada_no_Brasil)>. Acesso em: nov. 2017.

MIT MEDIA LAB. Disponível em: <<https://www.media.mit.edu>>. Acesso em nov. 2017.

MONTESSORI, M. **Pedagogia Científica: A descoberta da criança.** São Paulo: Flamboyant, 1965.

MORAES, M. C.; VALENTE, J. A. **Como pesquisar em educação a partir da complexidade e da transdisciplinaridade.** São Paulo: Paulus, 2008.

MORAN, J. M. **Mudando a educação com metodologias ativas.** In: convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens. 2015. Disponível em: <[http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/upload/2013/12/mudando\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/upload/2013/12/mudando_moran.pdf)>. Acesso em: nov. 2017.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: Editora Pedagógica e universitária, , 1999.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo.** 5. Ed. Porto Alegre: Sulina, 2015. \_\_\_\_\_ . **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** São Paulo: Cortez, Brasília: Unesco, 2000.

MOTA, V. L. P. **Fab Labs e Inovação Contributo das boas práticas de casos holandeses.** p. 109, 2012.

MUNARI, A. **Jean Piaget por Alberto Munari.** Recife: MEC |Fundação Joaquim Nabuco/Editora Massangana, 2010.

NARANJO, C. **Cambiar la educación para cambiar el mundo.** Barcelona: Ediciones

La Llave,2013.

NEVES, H. **MAKER INNOVATION: Do Open Design e Fab Labs...as estratégias inspiradas no movimento Maker.** p. 260, 2014.

NITZSCHE, R. **Afinal, o que é design thinking?** [s.l.] Rosari, 2012.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender.** 2. Ed. Lisboa: Plátano edições técnicas, 1999.

OLIVEIRA, A. C. A. DE. **A contribuição do design thinking na educação.** E-Tech, v. 2, n. Especial Educação, p. 105–121, 2014.

OXMAN, N. ET. A. **3d printing and additive manufacturing.** Disponível em: <[http://www.materialecolgy.com/assets/pdf/Grown\\_Printed\\_Bio-augmented](http://www.materialecolgy.com/assets/pdf/Grown_Printed_Bio-augmented)>.

PAPERT, S. **Mindstorms: Children, computers and powerful ideas.** [s.l.] Basic Books, 1983. v. 1

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** Porto Alegre: Artmed, 2008.

PERRENOUD, P. **10 Novas Competências para ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 2000.

PERRENOUD, P. **Construir competências desde a escola.** Porto Alegre: Artmed, 1999.

PIAGET, J. **Para onde vai a educação?.** Rio de Janeiro: José Olympio,1998.

PIAGET, J. **Seis estudos de Psicologia.** 24ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.

PIAGET, J. **A epistemologia genética.** Rio de Janeiro: Vozes, 1973.

PRADO, M. E. B. B. **O uso do computador na formação do professor: um enfoque reflexivo da prática pedagógica.** In: Coleção Informática para a mudança na educação. Brasília: MEC/SED, 1999.

PROVENZANO; N. **Your Starter Guide to Makerspaces (The Nerdy Teacher Presents).** [s.l.] Blend Education, 2016.

RESNICK, M. **Technologies for Lifelong Kindergarten.** Educational Technology Research & Development, v. 46, n. 4, p. 1–18, 1998.

RESNICK, M. **All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten.** Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & cognition - C&C '07, p. 1–6, 2007.

RESNICK, M. et al. **Scratch: Programming for All.** Commun. ACM, v. 52, n. 11, p.

60–67, 2009.

RESNICK, M. **GIVE P's A CHANCE**. Constructionism and Creativity conference, 2014.

RESNICK, M. **Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play**. Massachusetts: The MIT Press, 2017.

ROCHA, J. **Design thinking na formação de professores: novos olhares para os desafios da educação**. In: Metodologias ativas para uma educação inovadora. Porto Alegre: Penso, 2018.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de interação: Além da interação humano-computador**. 3.ed. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ROMANELLI, R.A. **A pedagogia Waldorf: cultura, organização e dinâmica social**. Curitiba: Appris, 2017 [Versão digital].

ROSER, C. **Faster, Better, Cheaper in the History of Manufacturing: From the Stone Age to Lean Manufacturing and Beyond**. Boca Ratón: CRC Press, 2017.

SCHAWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SCHEER, A.; NOWESKI, C.; MEINEL, C. **Transforming Constructivist Learning into Action: Design Thinking in education**. Potsdam: Hasso Platner Institute at University of Potsdam, 2009. Disponível em: <<https://ojs.lboro.ac.uk/DATE/article/view/1758/1648>> . Acesso em: out. 2017.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. DEPARTAMENTO NACIONAL (SENAI/DN). **Gestão e controle dos processos de soldagem**. Brasília: SENAI/DN, 2016.

SMITH, R. C.; IVERSEN, O. S.; HJORTH, M. **Design thinking for digital fabrication in education**. International Journal of Child-Computer Interaction, v. 5, n. November, p. 20–28, 2015.

SPAGNOLO, C. **A formação continuada de professores: o design thinking como perspectiva inovadora e colaborativa na educação básica**. [s.l.] PUCRS, 2017.

SPENCER, J.; JULIANI, A. J. **LAUNCH: Using Design Thinking to Boost Creativity and Bring Out the Maker in Every Student**. [s.l.] Dave Burgess Consulting, Incorporated, 2016.

SPRADLEY, J. P. **The Ethnographic Interview**. New York, NY, USA: Holt, Rinehart and winston, 1979.

STAGER, G. **Papert's Prison Fab Lab : Implications for the maker movement and**

**education design.** [s.l.] IDC '13 Proceedings of the 12th International Conference on Interaction, 487–490., 2013.

STAGER, G. **Progressive Education and The Maker Movement-Symbiosis Or Mutually Assured Destruction.** [s.l.] FabLearn, 2014.

TEIXEIRA, C. S. et al. **O Movimento Maker: Enfoque nos Fablabs Brasileiros.** Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v. 3, n. 1, p. 38–56, 2018.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação.** (Coleção t ed. São Paulo: Cortez: Autores associados, 1986.

VALENTE, J.A **Informática na educação: instrucionismo x construcionismo.** 1993.

VALENTE, J. A. **Informática na educação: conformar ou transformar a escola.** Florianópolis: Perspectiva, UFSC, n.24 p. 41-49, 1995.

VALENTE. J.A. **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas: Unicamp/NIED,1999.

VAUGHN, S. et al. **Focus group interviews in education and psychology.** Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1996

WALSHAM, G. **Interpretive case studies in IS research.** Qualitative research in information systems : a reader, n. 4, p. 74–81, 1995.

WELSH, M.A.;DEHLER, G. E. **Combining critical reflection and design thinking to develop integrative learners.** Journal of management education, v. 3, n. 6, p. 771-802, 2012. Disponível em:< <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1052562912470107>>. Acesso em: set. 2016.

WETERSTRAND, K. A. **DNA sequencing costs: Data from the NHGRI Genome Sequencing Program.** National Human Genome Research Institute, 2015. Disponível em:< <https://www.genome.gov/27565109/the-cost-of-sequencing-a-human-genome/>>. Acesso em: nov. 2017.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of Jobs.** Genebra, 2016. Disponível em: <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf)>. Acesso em ago. 2017.

## APÊNDICE A – Cronograma/Plano de ação

Plano de ação					
O que?	Como?	Onde?	Quando?	Estratégia	Quem?
Explorar os benefícios da educação realizada em ambientes <i>maker</i> ;	Realizando Acompanhamento de atividades em <i>makerspaces</i> ;  Levantando informações bibliográficas.	PoaLab	Julho de 2016 – Dezembro 2016  Fevereiro 2018 – julho 2018 (durante os dois diferentes ciclos de alunos)	Acompanhamento das atividades através de observação participante;  Coleta de dados por meio de entrevistas;  Compilação das principais publicações sobre o tema.	Pesquisador
- Investigar as potencialidades do <i>design thinking</i> , utilizado em conjunto com a aprendizagem baseada em projetos;  Identificar as contribuições que a associação destas metodologias pode trazer para a área educacional;	Interpretando as informações coletadas;  Realizando oficinas de validação das ferramentas de DT;  Realizando oficinas de desenvolvimento de projetos <i>maker</i> com a utilização de DT;  Prototipando solução;	Laboratório de prototipação	Janeiro 2017 – Julho 2018 (ao final do segundo ciclo)  Janeiro 2018 – julho 2018	Realizando oficinas de DT com os alunos;  Coletando dados por meio de observação e entrevistas de grupos focais,  Desenvolvendo manual de utilização das dinâmicas de DT;	Pesquisador
Avaliar o guia para ambientes <i>maker</i> ; Identificar suas potencialidades e limitações para utilização em espaços <i>maker</i> .	Avaliar solução escolhida	Laboratório de prototipação PoaLab	Julho 2018 – Dezembro 2018	Gerando indicadores para avaliação dos impactos gerados pela utilização do artefato	Pesquisador
Avaliar dados e estruturar resultados.	Descrever resultados	-----	Janeiro - Maio 2019	Descrevendo dados e conclusões obtidas	Pesquisador

## APÊNDICE B – Roteiro Grupo Focal

- a) Quais suas principais percepções sobre desenvolver projetos em ambientes *maker*?
- b) Quais suas percepções sobre a utilização das ferramentas de design thinking no processo de desenvolvimento de projetos?
- c) Em sua opinião, qual a contribuição da metodologia design thinking para sua formação profissional?
- d) Em sua opinião, como foi utilizar um aplicativo para guiar o processo?
- e) Em sua opinião, qual a contribuição do desenvolvimento de projetos em espaços *maker*, para sua formação profissional?
- f) Alguma outra consideração para sintetizar o processo?

**APÊNDICE C – Mapa de empatia**

<b>Mapa de empatia</b>	
O que o stakeholder <b>OUVE</b> e <b>FALA</b> ?	O que o stakeholder <b>PENSA</b> e <b>SENTE</b> ?
O que o stakeholder <b>FAZ</b> ?	O que o stakeholder <b>VÊ</b> ?
Quais são suas <b>dores</b> ?	Quais são suas <b>necessidades</b> ?
<b>Insights</b>	

## APÊNDICE D – Matriz de feedback

MATRIZ DE FEEDBACK	
 <b>ACRÉSCIMOS</b>	 <b>CRÍTICAS</b>
 <b>NOVAS QUESTÕES</b>	 <b>INSIGHTS</b>

## APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO E CESSÃO DE IMAGEM

Eu, \_\_\_\_\_, estou sendo convidado (a) a participar de um estudo denominado “Uso da metodologia criativa design thinking no processo de aprendizagem em espaços maker como proposta de produção do conhecimento”, cujos objetivos são os de explorar os benefícios e potencialidades da metodologia design thinking no processo de desenvolvimento de projetos em ambientes maker. A minha participação no referido estudo será no sentido de desenvolver atividades relacionadas a prática educacional discente, em minha área de atuação. Estou ciente de que atividades de observação, pesquisas em grupos de foco e aspectos relacionados à coleta de informações para esta pesquisa serão realizadas para gerar as informações necessárias para posterior análise.

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo.

Cedo também minha imagem, no contexto do desenvolvimento das oficinas, para ser utilizada neste trabalho e em qualquer ferramenta que venha a ser confeccionada a partir deste.

Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e de, por desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo.

O pesquisador Tiago da Silva Lacerda, RG 8086277103, coloca-se inteiramente à disposição para qualquer esclarecimento que se fizer necessário.

É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

Canoas, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 201\_\_.

Assinatura do participante \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_.

Tiago da Silva Lacerda