

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ÁREA DO CONHECIMENTO DE HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

TIAGO TOSO

LABORATÓRIOS DE FABRICAÇÃO: O PROCESSO CRIATIVO À LUZ DA
ABSTRAÇÃO REFLEXIONANTE NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE
DESIGN

CAXIAS DO SUL

2019

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ÁREA DO CONHECIMENTO DE HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

TIAGO TOSO

LABORATÓRIOS DE FABRICAÇÃO: O PROCESSO CRIATIVO À LUZ DA
ABSTRAÇÃO REFLEXIONANTE NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE
DESIGN

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação – Curso de Mestrado, da Universidade de Caxias do Sul, como pré-requisito para a qualificação e desenvolvimento da pesquisa.

Orientadora: Prof.^a Dra. Carla Beatris Valentini

CAXIAS DO SUL

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(CIP) Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

T714L Toso, Tiago

Laboratórios de fabricação : o processo criativo à luz da abstração
reflexionante no ensino e aprendizagem de Design / Tiago Toso. – 2019.
107 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa
de Pós-Graduação em Educação, 2019.

Orientação: Carla Beatris Valentini.

1. Construtivismo (Educação). 2. Design - Estudo e ensino. 3.
Aprendizagem. 4. Laboratórios. I. Valentini, Carla Beatris, orient. II.
Título.

CDU 2. ed.: 37.015

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Paula Fernanda Fedatto Leal - CRB 10/2291



UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

"Laboratório de Fabricação: a criatividade à luz da abstração reflexionante no processo de ensino e de aprendizagem de design"

Tiago Toso

Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pela Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Educação. Linha de Pesquisa: Educação, Linguagem e Tecnologia.

Caxias do Sul, 28 de junho de 2019.

Banca Examinadora:

Dra. Carla Beatris Valentini (presidente — UCS)

Dr. Francisco Catelli (UCS)

Dra. Eliane Schlemmer (UNISINOS)

Dr. Júlio Carlos de Souza van der Linden (UFRGS)

CAMPUS-SEDE

Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 — Bairro Petrópolis — CEP 95070—560 — Caxias do Sul —

RS — Brasil ou: Caixa Postal 1352- CEP 95020-972- Caxias do sul - RS - Brasil

Telefone / Telefax (54) 32182100 — www.ucs.br

Entidade Mantenedora: Fundação Universidade de Caxias do sul - CNPO 88 648 761/0001-03- CGCTE 029/0089530

Moa130033

AGRADECIMENTOS

Terminar o mestrado em Educação, vindo da área de Design, é um marco em minha trajetória acadêmica. O processo da pesquisa foi sempre um grande desafio, mas sempre muito enriquecedor. Para que fosse possível a conclusão desta etapa, contei com o apoio de familiares, amigos, colegas e alunos que dedicaram o seu tempo e a sua companhia. Para todos que contribuíram para essa conquista, dedico o meu sincero “muito obrigado” em especial para quem acompanhou de perto essa caminhada.

A prof. Carla Beatris Valentini, que me orientou com extrema dedicação, sabendo que a minha pesquisa seria um grande desafio e mesmo em momentos de turbulência, foi sempre uma grande profissional, me ajudando na minha construção como pesquisador.

A minha esposa Roberta Ferrari, agradeço a paciência e o companheirismo que ela dedicou durante os últimos anos, compreendendo todos os momentos em que precisava ficar em casa para desenvolver esta pesquisa.

Aos meus pais Rosecler Perottoni Toso e Vilson Toso e aos meus irmãos Daiane Toso e Mauricio Toso, pela companhia e por todo o apoio.

Aos meus colegas de trabalho, que sempre me auxiliaram na minha jornada, professoras Ana Valquíria Prudencio, Silvana Fehn Bastianello (*in memoriam*) e aos professores Douglas Onzi Pastori e Gabriel Bergmann Borges Vieira.

RESUMO

Esta é uma pesquisa teórica que tem por base a Epistemologia Genética de Piaget, a aprendizagem no ensino em Design e os laboratórios de fabricação digital. A Epistemologia Genética preocupa-se em explicar como o conhecimento é construído pelo aprendiz. Nesse sentido, o ensino de Design é analisado a partir da perspectiva do *Design Thinking*. Os laboratórios de fabricação, que são uma plataforma de prototipagem rápida, são vistos como recurso pedagógico. Sendo assim, o objetivo desta dissertação é propor orientação quanto à concepção pedagógica a ser adotada nos Laboratórios de Fabricação relacionados à criatividade à luz da Teoria da Abstração Reflexionante de Piaget, para a aplicação no processo de ensino e aprendizagem de Design. O foco deste estudo está, portanto, na aplicação desses laboratórios, como recurso pedagógico no ensino aprendizagem de disciplinas projetuais de cursos de Design no Ensino Superior. A presente pesquisa caracteriza-se por ser uma revisão bibliográfica, tendo dois eixos principais de organização conceitual: a) o Construtivismo e a Educação *Maker*; b) o ensino e aprendizagem de Design e os *Fab Labs*. Também, visou-se a articular esses conceitos com o foco nos laboratórios de fabricação no ensino e aprendizagem projetual. Sendo assim, foram analisados os indicadores que emergiram dos capítulos anteriores com foco no processo criativo, na educação *Maker* e na Abstração Reflexionante articulados ao Pensamento Projetual e aos laboratórios de fabricação. Os resultados permitem aproximar a Teoria da Abstração Reflexionante de Piaget ao Pensamento Projetual, sendo que esta teoria pode fundamentar a abordagem pedagógica dos laboratórios de fabricação, os quais podem ser entendidos como mais do que um espaço de construção de artefatos, ou seja, de prática de processos criativos, orientados por uma concepção pedagógica que privilegia o papel ativo do sujeito.

Palavras-chave: Construtivismo; Abstração Reflexionante; Processo criativo; Educação *Maker*; Ensino e aprendizagem de Design; Laboratórios de Fabricação Digital.

ABSTRACT

This is a theoretical research, based on Piaget's Genetic Epistemology, on learning in Design teaching and digital manufacturing laboratories. Genetic Epistemology explains how knowledge is constructed by the learner. In this sense, Design teaching is analyzed from the perspective of Design Thinking. Manufacturing laboratories, which are a fast prototyping platform, can be considered as a pedagogical resource. Therefore, the objective of this dissertation is to propose a guidance on the pedagogical conception to be adopted in the Manufacturing Laboratories, related to creativity in the light of Piaget's Theory of Reflective Abstraction, for the application in teaching and learning process of Design. The focus of this study is, therefore, on the application of these laboratories, as a pedagogical resource in Design teaching in Design courses, in Higher Education. The current research is characterized as a bibliographical revision, and there are two main axes of conceptual organization: a) Constructivism and Education Maker; b) Teaching and learning Design as well as Fab Labs. Besides, it was aimed at articulating these concepts with the focus on manufacturing laboratories in Design teaching and learning. Thus, we analyzed the indicators that emerged in the creative process, Maker Education and Reflective Abstraction, associated with Design Thinking and the manufacturing laboratories. The results allow us to associate Piaget's Theory of Reflective Abstraction to Design Thinking, and this theory can be the background to the pedagogical approach of manufacturing laboratories, which can be understood as more than a space for the construction of artifacts, that is, it is a space that can promote practice of creative processes, guided by a pedagogical conception that privileges the active role of the subject.

Keywords: Constructivism; Reflective Abstraction; Creative process; Education Maker; Design teaching and learning; Digital Manufacturing Laboratories.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	12
1 INTRODUÇÃO	14
2 DO CONSTRUTIVISMO A EDUCAÇÃO MAKER	22
2.1 CRÍTICA AO EMPIRISMO E APRIORISMO	26
2.2 CONSTRUTIVISMO E EPISTEMOLOGIA GENÉTICA.....	29
2.3 ABSTRAÇÃO REFLEXIONANTE	32
2.4 PROCESSO CRIATIVO NA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA.....	34
2.5 CONSTRUCIONISMO DE PAPERT E O MAKER MOVEMENT	37
3 ENSINO APRENDIZAGEM DE DESIGN E OS FAB LABS	43
3.1 PENSAMENTO PROJETUAL E O <i>DESIGN THINKING</i>	51
3.3.1 Modelo dos 3I's	54
3.3.2 Modelo IDEO – HCD – Human Centered Design.....	56
3.3.3 Modelo Hasso-Plattner-Institute ou <i>D.School</i>.....	57
3.3.4 Modelo dos 4d's ou Diamante Duplo.....	59
3.3.5 <i>Design Thinking</i> de Serviço – (SDT Model).....	61
3.2 PROCESSOS CRIATIVOS E ENSINO APRENDIZAGEM EM DESIGN.....	65
3.3 <i>FAB LABS</i> , COMO ESPAÇOS DE CRIATIVIDADE.....	68
4 LABORATÓRIOS DE FABRICAÇÃO NO ENSINO E APRENDIZAGEM PROJETUAL.....	77
4.1 PROCESSO CRIATIVO CONSTRUTIVISTA ALIADO AO PENSAMENTO PROJETUAL	79
4.2 EDUCAÇÃO MAKER E ESPAÇOS DE CRIATIVIDADE	86
4.3 ABSTRAÇÃO REFLEXIONANTE APLICADA AO LABS DE FABRICAÇÃO DIGITAL	92
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
REFERÊNCIAS.....	103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Análise diacrônica pesquisa bibliográfica.....	17
Figura 2: Eixos temáticos da pesquisa	20
Figura 3: Abstração e construção do conhecimento.....	34
Figura 4: Espiral de Aprendizagem Criativa	36
Figura 5: Modelos dos 3 í's.	54
Figura 6 : HCD – Human Centered Design.....	57
Figura 7: Processo de <i>Design Thinking</i> , segundo abordagem da <i>D.School</i> de Stanford	58
Figura 8: <i>Double Diamond</i>	60
Figura 9: <i>Service Design Thinking</i>	62
Figura 10: <i>D.School</i> sala de aula	70
Figura 11: Cortadora a laser grande.....	71
Figura 12: Cortadora de vinil.....	71
Figura 13: Fresadora de alta resolução.....	71
Figura 14: Kit Arduino –.....	72
Figura 15: Impressora 3d.....	72
Figura 16: <i>Fab Lab Island</i>	73
Figura 17: <i>Fab Lab</i> em Berlim	75
Figura 18: Protótipos de James Dyson	83
Figura 19: Plano de ação da <i>D.School</i>	87
Figura 20: Aula ministrada no início das atividades na <i>D.School</i>	90
Figura 21: Salas de aula atuais na <i>D.School</i>	91
Figura 22: Saguão na <i>D.School</i>	91
Figura 23: Reflexionamentos e Reflexões.....	97
Figura 24 Dupla Hélice de Aprendizagem Criativa.....	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Competências do Designer.	48
Quadro 2: Habilidades e competências do Designer.....	48
Quadro 3: Habilidades e competências do Designer previstas para 2025	50

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIGA - American Institute of Graphics Arts

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CBA – Centro de Bits e átomos

CNE – Conselho Nacional de Educação

D.School – Modelo Hasso-Platner-Institute

DCHS – Design Centrado no ser Humano

DIY – Do it Yourself

DT – Design Thinking

Fab Labs – Laboratorios de fabricação

FVM – Faça você mesmo

Hcd – Human Centered Design

ICSID – International Council of Societies of Industrial Design

IDSA – Industrial Designer Society of America

MEC – Ministério da Educação

MIT – Instituto de Tecnologia de Massachusetts

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

STD – Service Design Thinking

Ulbra – Universidade Luterana do Brasil

WDO – World Design Organization

IB – Instituto de Biociências

USP – Universidade de São Paulo

APRESENTAÇÃO

A ideia de construir e desconstruir coisas sempre me atraiu, desde a infância, talvez, por ser de uma família que sempre trabalhou com marcenaria ou mesmo por curiosidade. Não tenho como saber quando virei um “*maker*”¹, termo que começou a ser difundido por Neil Gershenfeld a partir de 2005. Pode ter sido quando ganhei o meu primeiro Lego® ou mesmo quando desmontei e montei um brinquedo, adicionando componentes e ele. O fato é que o fazer sempre me fez entender melhor as coisas.

Aos poucos, a minha vida e a minha formação foram se encaminhando para o universo da Educação, Tecnologia e Design. Desde a adolescência, eu já trabalhava com desenho de mobiliário. Aos 17 anos, tive o primeiro contato com o Design, ingressando para o curso de Desenho Industrial na Ulbra, e, aos poucos, esta área foi me oferecendo novas oportunidades, pois trabalhei como Designer de *games* e, depois, como designer de produtos.

Durante todo o percurso até à docência universitária, fui um entusiasta da tecnologia, buscando informações sobre equipamentos, processos e, como isto, poderia agregar todo esse conhecimento aos projetos de Design com os quais eu trabalhava. Explorando algumas tecnologias, conheci a primeira impressora 3d de baixo custo, produzida pela *Makerbot*². Aprofundando a pesquisa, compreendi que a impressão poderia auxiliar ou acelerar o processo de prototipagem no Design e que existiam laboratórios, dedicados à construção de quase qualquer coisa, e, como Garshenfeld (2005) definiu, os *Fab Labs*³.

O meu primeiro contato com a docência foi em um curso de Design Gráfico no Senac. Logo depois, fui convidado a dar aula em uma disciplina de Ilustração Tridimensional no curso de Design da Universidade de Caxias do Sul. Aos poucos, foram surgindo oportunidades de ministrar outras disciplinas. Quando comecei a lecionar a disciplina de Projeto de Produto, vi uma oportunidade de conciliar o ensino e a aprendizagem de Design com esses

¹ Termo empregado para definir os indivíduos que constroem os seus projetos nos *Fab Labs*.

² Empresa que fabricava *kits* de impressoras 3d de baixo custo

³ Laboratórios que permitem a construção de protótipos e produtos.

novos modelos de laboratórios de prototipagem, sempre levando em conta o perfil do egresso do curso de Design e pensando a pesquisa e inovação como grande oportunidade na economia criativa.

Visando a preparar o futuro egresso do curso de Design para essa nova realidade, entendi que a possibilidade de acesso a essas novas formas de trabalho, com vistas ao contato dos estudantes com recursos, tais como a *Maker space*⁴, *Fab Labs*⁵ e laboratórios de fabricação⁶, poderia permitir a prototipagem de novas ideias, além de proporcionar o convívio social, já que estes espaços são projetados para o uso coletivo.

⁴ Espaços de construção, oficinas equipadas para a construção de projetos.

⁵ Termo cunhado pelo MIT no *Media Lab*

⁶ Termo que será usado para representar tanto *espaços maker*, quanto *Fab Labs*.

1 INTRODUÇÃO

Muito se tem falado sobre uma nova concepção de educação e de ensino e aprendizagem que ultrapasse o ensino transmissivo e envolva os estudantes na construção do conhecimento. Autores, tais como Valente (2012) e Moran (2015), apresentam os problemas dos atuais modelos pedagógicos, que se baseiam em um processo de transmissão do conhecimento, e esta premissa tem como base a comunicação, o emissor e o receptor. Segundo Valente (2012), a pedagogia, baseada na transmissão do conhecimento, era uma prática que funcionava em épocas em que não se tinha tanto acesso à informação.

Além disso, ainda há outro componente que não pode ser ignorado, que são tecnologias digitais e os seus usos e impactos no processo de ensino e aprendizagem. Esses dois aspectos permeiam as discussões em Educação desde o Ensino Fundamental até a Educação Superior.

Sendo assim, esta dissertação se propõe a fomentar um diálogo entre a Epistemologia Genética e uma abordagem de ensino de Design, o *Design Thinking*, no contexto dos laboratórios de fabricação digital. Logo, o foco deste estudo está na aplicação desses laboratórios, como recurso pedagógico no ensino e aprendizagem de disciplinas projetuais de cursos de Design no Ensino Superior. Portanto, o objetivo geral desta pesquisa é propor orientação quanto à concepção pedagógica a ser adotada nos Laboratórios de Fabricação, relacionada à criatividade, à luz da Teoria da Abstração Reflexionante de Piaget, para a sua aplicação no processo de ensino e aprendizagem de Design. Para alcançar esse objetivo, definiu-se os seguintes objetivos específicos:

- a) fundamentar o processo criativo, à luz da Teoria da Abstração Reflexionante;
- b) apresentar uma concepção de pensamento projetual, a partir do *Design Thinking*;
- c) articular a concepção de processos criativos com o processo de ensino e aprendizagem em Design;
- d) propor uma orientação quanto à concepção pedagógica a ser implantada no uso de Laboratórios de Fabricação em ensino do Design.

Pensadores têm problematizado a Educação, baseada na transmissão de informação desde o início do século passado, provocando um repensar a respeito da dinâmica nos ambientes educacionais (BECKER, 2001; MIZUKAMI 1986,). Desde o movimento da Escola Nova, apresentaram-se alternativas que tinham, como proposta, fundamentar o ato pedagógico na ação e na atividade, se opondo à ideia de um ensino com pressupostos empiristas. De acordo com Gadotti (1999), muitos nomes foram usados para essas concepções de ensino, ou seja, “*Escola Ativa*” (Movimento Escolanovista), “*Educação Funcional*”, conforme Claparède, e “*learning by doing*”⁷, utilizado por Dewey. Independente da nomenclatura, todas as concepções pedagógicas tinham como proposta a ideia de o aluno ser protagonista e não somente um receptor de informações.

Além das concepções citadas, ainda temos alguns aspectos que se articulam às discussões dos contextos educacionais, como, por exemplo, o trabalho em equipes e as mudanças no espaço de sala de aula, propostos por Roger Cousinet (GADOTTI, 1999). Podem ser citados ainda outros pensadores e, entre eles, Piaget que, buscando explicar como ocorre o processo de aprendizagem, acabou contribuindo para muitas discussões sobre Educação, sendo o precursor do Construtivismo (Becker; Franco, 1999). John Dewey também formulou uma nova visão de Pedagogia, sendo baseada no agir (GADOTTI, 1999). O ensino, para Dewey, deveria ser orientado pela ação e não, somente pela transmissão ou instrução, à semelhança do que Piaget também propunha.

Essas problematizações e discussões permanecem presentes na Educação contemporânea, e, assim como no final do século passado, quando Delors (2010, p.28), ex-presidente da Comissão Europeia de Educação, afirmou que “os sistemas educacionais deveriam fornecer respostas para os múltiplos desafios da sociedade da informação”. Esta, portanto, pode ser uma das razões por que se torna tão importante a atenção dirigida para o ambiente de aprendizagem dos atuais alunos de graduação. Ainda, segundo o autor, o perfil desse novo aluno deve compreender algumas habilidades, tais como: “aprender a conhecer, isto é, adquirir os instrumentos da compreensão; aprender a fazer,

⁷ Aprender fazendo - tradução livre do inglês nossa –

para poder agir sobre o meio envolvente; aprender a viver juntos, a fim de participar e cooperar com os outros [...]” (DELORS, 1998, p. 85).

Em uma concepção de ensino não transmissivo, ou seja, voltado ao agir, ao aprender a conhecer, bem como à construção do conhecimento, é que podem ser enquadrados os *Fab Lab*. Este termo, segundo Neves (2014, p.132), é uma abreviação da expressão em inglês “*fabrication laboratory*”. A autora define *Fab Lab* como “uma plataforma de prototipagem rápida de objetos físicos”, Quanto ao site *Fab Foundation*, ao ser mencionado pela autora, este propõe que *Fab Lab* “é o componente de divulgação educacional do Centro para Bits e Átomos (CBA) do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), sendo uma extensão de sua pesquisa em fabricação e computação digital”⁸. De acordo com a fundação supracitada, os *Fab Labs* podem ser divididos em profissionais e acadêmicos, tendo uma lista de requisitos e princípios a serem seguidos para serem certificados pelo MIT (*Fab Charter*)⁹. Segundo Anderson (2012), até 2012, existiam quase 1000¹⁰ laboratórios de fabricação no mundo todo. Esse número não se refere somente aos laboratórios de fabricação digital, mas também, a toda a rede, vinculada ao MIT.

Os ambientes de laboratórios de fabricação são estruturas com equipamentos, máquinas manuais e, até mesmo, bancadas de eletrônica. No entanto, somente o espaço não é o suficiente para o uso como recurso pedagógico no ensino e aprendizagem de Design. É necessário serem levados em conta alguns aspectos, como o seu uso, aliado aos processos criativos. Esses apontamentos nos direcionam para uma visão de Educação vinculada à ideia de construção de conhecimento e não, à de ensino transmissivo. Porém, parece não haver uma orientação quanto à concepção pedagógica a ser adotada nos laboratórios de fabricação, pois os documentos e artigos encontrados fazem referência a orientações sobre os aspectos físicos dos laboratórios, inclusive tendo uma cartilha para o *layout* do espaço (*Fab Charter*) e os materiais acerca dos laboratórios (FAB FOUNDATION, 2018).

⁸ Retirado do texto “What is a Fab Lab? (2016)

⁹ *Fab Charter*: “cartilha dos *Fab Labs*” – tradução livre nossa para o português.

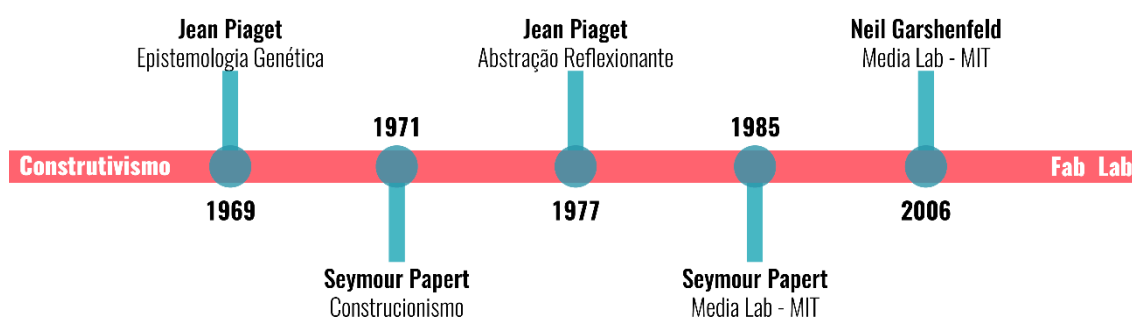
¹⁰ Até maio de 2018, existiam 1.280 *Fab Labs* no mundo, sendo 49 no Brasil (FAB FOUNDATION, 2018)

Também, podemos observar novas habilidades que surgem como potencializadores no ensino, sendo o processo criativo uma destas grandes habilidades, segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2018), além de empatia, cooperação, entre outras. A proposta de construção do conhecimento e criatividade pode ser articulada ao pensamento piagetiano, como esclarece Lopes (2010, p. 2), “Piaget propõe que se pense a criatividade a partir da ideia de construção e reconstrução do conhecimento, e que este é um processo a cada geração e em cada indivíduo”. Esse processo se baseia não somente no agir como ação, mas também no agir como resultado da reflexão sobre a ação, apoiado na interação de sujeito/objeto.

O procedimento metodológico adotado para esta pesquisa é a revisão bibliográfica, tendo dois eixos principais: a) o Construtivismo e a Educação *Maker*, e b) o ensino e aprendizagem de Design e os *Fab Labs*. Depois, visou-se a articular os conceitos, apresentados anteriormente, com o foco nos laboratórios de fabricação no ensino e aprendizagem projetual.

Para a construção da estrutura deste estudo, propôs-se uma pesquisa baseada em alguns métodos de Design, que é a análise diacrônica, citada por Löbach (2001), conforme a Figura 1, abaixo.

Figura 1: Análise diacrônica pesquisa bibliográfica



Fonte: do autor

A pesquisa bibliográfica é decorrente do mapeamento, proposto pela pesquisa diacrônica, que vai além de uma simples análise. É uma pesquisa estruturada e com procedimentos metodológicos e, neste caso, será aplicada a estrutura proposta por Salvador (1980), que busca investigar a problemática, construir uma análise da questão proposta e propor uma síntese integradora dos temas abordados.

Assim sendo, para dar sustentação a esta pesquisa, no âmbito da Educação, fez-se uma análise de qual teoria ou teórico poderia ser usado como fundamentação, traçando uma linha temporal, baseada na análise diacrônica, partindo dos *Fab Labs* e retrocedendo até o Construtivismo, levando-se em conta que foram feitas ligações epistemológicas dos teóricos encontrados. O Construtivismo de Jean Piaget foi identificado como um grande norteador, além de outros teóricos que foram sendo levantados, de acordo com o vínculo com a Teoria Construtivista, como Neil Garshenfeld, criador da rede *Fab lab*, e Seymour Papert, um dos mais importantes pesquisadores do MIT e um dos criadores do *Media Lab*.

Ao concluir essa reconstrução temporal, foi observado que, do ponto de vista epistemológico, o Construtivismo poderia dar sustentação teórica ao estudo, enquanto concepção pedagógica, para a prática da prototipagem nos ambientes de laboratórios de fabricação. Pode-se perceber que, após aprofundar o estudo do Construtivismo, a Teoria da Abstração Reflexionante foi a que pareceu mais adequada para dar sustentação à questão da pesquisa.

A partir da eleição da temática, foi feita uma busca por artigos, dissertações e teses, vinculadas ao tema. Para atingir este objetivo, foi realizada uma pesquisa de produções nacionais e internacionais, levantadas pela base dos periódicos da CAPES. Foram definidos, como critérios, o uso das palavras-chave: *Fab Labs*; *Maker space*; Espaços *Maker*; Laboratórios de fabricação; Laboratórios de fabricação digital; Educação; Abstração Reflexionante; Criatividade.

Como os laboratórios de fabricação digital são um assunto relativamente novo, tendo em vista a criação do primeiro há 14 anos, não foram encontradas publicações relevantes na área da Educação focadas em ensino superior, quando observado o uso desse recurso no ensino e aprendizagem de Design. Ao pesquisar as palavras chave: *Fab Labs*; *Maker space*; Espaços *Maker*; Laboratórios de fabricação; Laboratórios de fabricação digital com Abstração Reflexionante não foram encontrados resultados relevantes, o que evidencia a relevância do tema e da pesquisa.

Existem, conforme pesquisado, algumas aplicações práticas, enquanto ferramenta ou algumas pesquisas sobre o movimento *Maker* na Educação, frequentemente vinculado ao uso dos *Fab Labs*. Portanto, pretende-se que esta pesquisa possa apoiar a reflexão sobre futuras aplicações dos *Fab Labs* em ensino e aprendizagem projetual. Assim sendo, esta pesquisa se diferencia dos demais estudos pesquisados ao buscar uma proposta de orientação quanto à concepção pedagógica a ser adotada nos Laboratórios de Fabricação, avançando na área da educação ampliando o potencial dos laboratórios de fabricação enquanto espaços de ensino e aprendizagem.

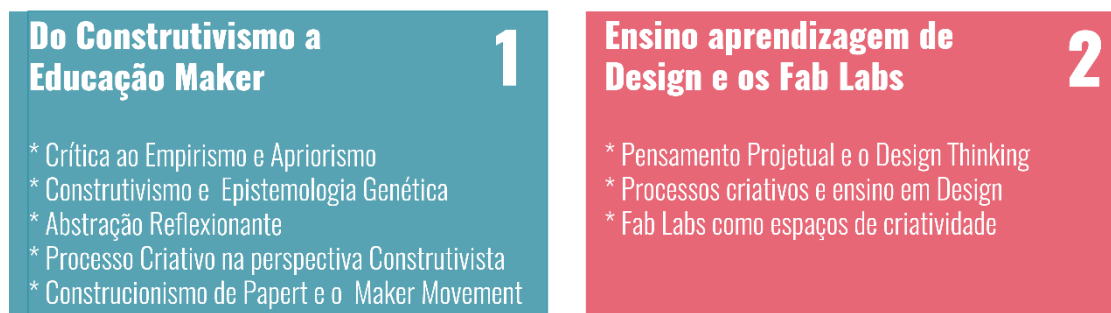
Tendo em vista que o tema da pesquisa trata de tecnologias recentes, foram feitas buscas com descritores combinados, já que o problema de pesquisa, da forma como será abordado, pode ser considerado pouco investigado. Foram feitas pesquisas nas bases de dados da CAPES, repositório da UFRGS LUME, e do Google Acadêmico. Inicialmente, foram encontrados muitos artigos nos periódicos da Capes, sendo que a busca resultou em termos em inglês e português. Após um filtro por área de publicação, com o termo “Educação” e refazendo as mesmas buscas com os mesmos descritores, chegou-se a um número mais reduzido de publicações.

Esses foram, então, selecionados para uma análise mais criteriosa, a partir da leitura dos resumos e das referências bibliográficas, sempre procurando uma fundamentação, vinculada à educação, Design, laboratórios de fabricação e criatividade. Como síntese desse processo exploratório e classificatório, restaram quatro publicações, com temas semelhantes aos que serão abordados nesta pesquisa. Já, no portal Periódicos do CAPES, foram realizadas buscas, usando os termos *Fab Labs* e educação, mas não foram encontradas publicações.

A fim de complementar a pesquisa, fez-se necessária a busca de termos como *ensino* e Design. Nesse caso, foram encontradas três publicações, porém elas citam somente as premissas do ensino de Design em cursos superiores. Ainda assim, foram feitas algumas pesquisas por artigos com o tema “*Fab Lab*” ou “laboratórios digitais” e foram encontradas algumas publicações semelhantes ao proposto na presente pesquisa. Por fim, foram selecionadas cinco publicações entre artigos dissertações e teses.

Para a construção da fundamentação teórica, como já explicitado, estruturaram-se dois grandes eixos, sendo o primeiro o Construtivismo à da Educação *Maker*, e o segundo, o ensino e aprendizagem de Design e os *Fab Labs*, conforme a Figura 2, abaixo.

Figura 2: Eixos temáticos da pesquisa



Fonte: do autor

Para se estabelecer um vínculo entre o Construtivismo com a Educação *Maker*, no Capítulo 2, fez-se necessário uma breve retomada histórica, apresentando um contexto do início do século XX até a concepção do Construtivismo. Para tanto, foram citados: Cambi (1999), Gadotti (1999), Parrat e Tryphon (1998), Peres (2002), Hameline et al. (2010), Piaget e Munari (2010), Ramozzi-Chiarottino (1984), Kesselring (1993) e Piaget (1987).

Em seguida, buscou-se uma crítica ao Empirismo e Apriorismo, a fim de entendermos a concepção do Construtivismo e a Epistemologia Genética, buscando uma melhor compreensão sobre a Teoria da Abstração Reflexionante de Piaget. Nesse contexto, foram citados: Mizukami (1986), Becker (2001), Dolle (1987) e Montangero (1998).

A etapa seguinte apresentou o processo criativo na perspectiva do Construtivismo, sendo citados O'Donnel et al. (2010) ; Lopes (2010), Resnick (2017), Jackson (2014) e o Construcionismo de Papert (1994) e a criação do Movimento *Maker* e como isto se refletiu na Educação *Maker*, com Halverson e Sheridan (2014) e Martin (2015)

O Capítulo três foi construído com base no eixo temático dos *Fab Labs* e no ensino aprendizagem de Design, para vincular os dois temas. Primeiro, fez-se novamente uma breve retomada histórica do ensino de Design ou ensino projetual, depois, buscou-se apresentar algumas definições de Design, desde o

ponto de vista filosófico até a definição da profissão, passando por modelos de *Design Thinking*, sendo citados por: Burdek (2006), Flusser (2007), Conley (2004), Bonsiepe (2012), Anderson (2012), Cavalcanti e Filatro (2016), Tschimmel (2012), Brown (2010), Amorim (2013), Stickdorn e Schneider (2014), além de entidades, como *British Design Council* (2014), WDO (1963, 2018), AIGA (2014, 2018) e IDSA (2018).

Na sequência, foi feita uma pesquisa sobre os processos criativos e o ensino aprendizagem de Design, apresentando, inclusive, dados de projeções futuras sobre a importância de uma educação, voltada para o sentido criativo, citando-se, assim: Csikszentmihalyi, (2006), Tschimmel e Santos (2018), Cross (2001, 2011) e OCDE (2018).

Para fechar o Capítulo Três, foram conceituados os *Fab Labs* e como os espaços físicos podem ser propostos para o ensino criativo, apresentando pesquisas que evidenciam o espaço como potencializador de criatividade. Para isso, foram buscadas fontes, como as de: Doorley e Whitthoft (2012), *Fab Foundation* (2018), Anderson (2012) e Neves (2014).

Dos dois eixos temáticos propostos emergiram de indicadores que nortearam a construção das três dimensões de análise, que são articuladas no Capítulo 4, em que, para uma análise mais aprofundada, optou-se por estabelecer uma relação entre os três níveis: a) Processo Criativo Construtivista, aliado ao pensamento projetual, b) Educação *Maker* e Espaços de Criatividade, c) Abstração Reflexionante, aplicada aos laboratórios de fabricação digital. Neste capítulo, para ilustrar essas argumentações, foram escolhidos exemplos de casos de problemas que foram solucionados com o Pensamento Projetual (*Design Thinking*) e que tivessem ligação com a Educação.

Nas considerações finais, são retomados os objetivos do estudo, sintetizando os achados e ampliando a discussão acerca dos temas analisados. Propõe-se uma orientação quanto à concepção pedagógica para o uso dos laboratórios de fabricação, tendo um cuidado de não usar esses espaços somente como espaço de construção de artefatos, mas sugerindo uma discussão quanto ao uso desses laboratórios para a prática de processos criativos, orientados por uma concepção pedagógica estruturada.

2 DO CONSTRUTIVISMO A EDUCAÇÃO *MAKER*

Este capítulo aborda os conceitos e os autores da área da Educação que contribuem para responder à questão de investigação apresentada anteriormente, que visa propor orientação quanto à concepção pedagógica a ser adotada nos Laboratórios de Fabricação, relacionada à criatividade, à luz da teoria da Abstração Reflexionante de Piaget, para a sua aplicação no processo de ensino e aprendizagem de Design. Para a escolha do referencial, iniciou-se com uma pesquisa diacrônica, conforme citado anteriormente, em que se usou o Construtivismo, como eixo central, fazendo uma busca e conexão com a temática dos *Fab Labs*, vinculando-a com a Educação *Maker*.

A fim de entender a concepção do Construtivismo, é necessário que se faça um panorama histórico do início do século XX que, segundo Cambi (1999), foi um período dramático e conflituoso. O imperialismo e o capitalismo entraram em choque, e a economia viu a ascensão do capitalismo monopolista. Nesse processo, a industrialização trouxe o avanço tecnológico para as cidades, surgindo os consumidores, e, com isto, as metrópoles foram ficando cada vez maiores. Estabeleceu-se, assim, uma classe de trabalhadores que, além de ser mão de obra, passou a ser consumidora, e as suas necessidades foram sendo supridas com novos produtos e, para o crescimento da indústria, o mercado gerava novas demandas. Surgia, então, a economia, baseada no bem de consumo.

Nesse contexto, no final do século XIX e início do século XX, surge o movimento da Escola Nova, que trazia uma revisão e uma crítica à ideia de ensino transmissivo. Como assinalam Parrat e Tryphon (1998), no início da década de 1920, no século passado, Ferrière e Claparède criticaram a escola clássica e os seus métodos (modelo vigente na época) e propuseram uma nova Pedagogia, que fosse centrada na criança, respeitando a sua personalidade, que desenvolvesse o seu caráter. O objetivo era a formação da criança, levando-se em consideração as suas individualidades e a promoção da cooperação. Conforme as autoras, “a ênfase estava colocada na necessidade de conceber o estudante não como um receptor passivo, mas como uma pessoa que constrói

seus conhecimentos, guiada por seus interesses e suas necessidades” (PARRAT; TRYPHON, 1998, p. 9).

Muitos pensadores influenciaram e difundiram esse movimento, contribuindo para uma nova visão de Educação e, entre eles, podemos citar: Adolphe Ferrière, Edouard Claparède, Roger Cousinet e John Dewey. Não é possível afirmar que Piaget tenha sido influenciado diretamente pelo movimento Escolanovista, como aponta Kesselring (1993). No entanto, fica evidente que os objetivos da Escola Nova e do Construtivismo têm uma aproximação conceitual, talvez pelo fato de Claparède ter sido considerado o mestre de Piaget.

Como explica Peres (2002), Adolphe Ferrière foi um conferencista suíço e um dos mais expressivos divulgadores da Escola Nova, eis que adotou o nome de Escola Ativa para o seu modelo pedagógico. Sendo um grande propagador dos princípios da Escola Ativa, publicou diversos ensaios sobre esse novo modelo pedagógico, fundou o *Bureau International d'Éducation Nouvelle* (1899) e foi um dos seus fundadores, juntamente com Pierre Bovet e Edouard Claparède, do *Institut Jean Jacques Rousseau* (1912). Ferrière tinha, como princípios da Escola Ativa, a autonomia dos educandos, as atividades espontâneas, a liberdade, a criatividade, e isto tudo, para que se tivesse uma formação de personalidades equilibradas e harmoniosas. Ele questionou e combateu o conceito de escola baseado nos modelos da Idade Média, difundindo a ideia de um ensino mais atual, com atividades pessoais e produtivas, muito focada em atividades manuais.

Nesse sentido, conforme Hameline et al. (2010), Claparède colocou o aluno no centro no processo educativo, pois entendia que o educando era responsável por sua aprendizagem. Nessa perspectiva, preferiu dar outro nome à Escola Ativa, chamando-a de Educação Funcional. Para o autor, o professor deveria promover os interesses dos educandos, e o método educativo deveria estar a serviço destes. Segundo Gadotti (1999), entre outras atribuições, Claparède foi um dos precursores da ideia de que as atividades deveriam ser individualizadas, sem ser individualistas. Além de Claparède, podem ser citados Roger Cousinet, que desenvolveu o trabalho por equipes, inclusive, propondo mudanças no espaço de sala de aula, e John Dewey, que teve grande contribuição nessa área, difundindo os conceitos da Escola Nova na América.

Nos Estados Unidos, John Dewey também formulou uma nova visão de Pedagogia, sendo baseada no agir. O ensino, para Dewey, deveria ser orientado pela ação (*“learning by doing”*¹¹) e não somente, pela transmissão ou instrução. A Educação que Dewey pregava era baseada em problemas, e, a partir de um problema, o estudante deveria buscar as informações, para resolver os questionamentos, gerados pela situação proposta, em sala de aula. A Educação para Dewey era, portanto,

[...] essencialmente processo e não produto, um processo de reconstrução e reconstituição da experiência; um processo de melhoria permanente da eficiência individual. O objetivo da educação se encontraria no próprio processo. O fim dela estaria nela mesma. Não teria um fim ulterior a ser atingido. A educação se confundiria com o próprio processo de viver (DEWEY apud GADOTTI, 1999, p. 144)

Apesar de John Dewey ter abordado a aprendizagem por problemas, ele não estava preocupado com a construção do conhecimento, mas, sim, com uma Educação oposta ao sistema vigente na época, que estava centrado no professor e não, no aluno. Outros pensadores trabalharam a aprendizagem com foco na construção do conhecimento e nos seus aspectos mais profundos e reflexivos, entre eles, podemos citar Jean Piaget, que também abordou o agir e refletir sobre os objetos, como forma de aprendizagem.

Assinala-se que ainda Claparède pode ser considerado o mestre ou um dos influenciadores do pensamento de Jean Piaget, já que o conferencista suíço convidou Piaget para integrar a equipe do Instituto Jean-Jaques Rousseau. Claparède difundiu a Escola Nova na Europa e, em 1930, na América do Sul, excursionando por diversos países, tais como: Equador, Peru, Chile, Argentina, Paraguai e Uruguai (PERES, 2010). As ideias básicas da Escola Nova na Europa foram continuadas por Piaget, dando início à pesquisa, relacionada à gênese do desenvolvimento da inteligência (PIAGET; MUNARI, 2010).

Piaget formula o problema da educação a partir do método. A escola tradicional pretendia preparar a criança para as leis do mundo externo e para a vida social pela palavra e pela obediência ao professor [...] Piaget volta-se para a escola nova que inova ao introduzir os novos métodos da escola ativa, estes sublinham a importância dos princípios de liberdade, atividade e de interesse da criança com o objetivo de

¹¹ Aprender fazendo – tradução livre do inglês.

favorecer o desenvolvimento (PARRAT; TRYPHON, 1998, p.12).

Segundo o contexto apresentado até o momento, é possível observar a influência que o movimento Escolanovista exerceu no trabalho de Jean Piaget, porém, como sugere Kesselring (1993), Piaget já havia manifestado, nos seus primeiros estudos, ainda na Biologia, interesse pelo desenvolvimento da inteligência, quando se opôs à concepção darwiniana. Mas somente, no final dos anos 1960, é que Piaget apresentou as ideias básicas de construção do conhecimento. Ele foi um pesquisador muito prolífico, tendo pesquisado desde a Biologia, sua área de origem, na qual, de acordo com Kesselring (1993), recebeu o título de doutor aos 22 anos. Somente depois, de forma quase natural, por sua curiosidade, migrou para a Psicologia. Hoje é um dos teóricos de fundamentação da Psicologia e da Educação.

A construção do conhecimento, para Piaget, parte do princípio de que, para aprender, precisamos nos adaptar. A fim de explicar a inteligência, Piaget buscou, na Biologia, o termo “adaptação¹²”, entretanto o autor faz uso do termo, explicando a adaptação como processo e não, como estado. Piaget (1987) afirma que o conhecimento é resultado das ações do sujeito sobre o mundo. As ações, nesse caso, são resultantes das relações feitas, em que sujeito e objeto se transformam e se adaptam.

Ramozzi-Chiarottino (1984, p. 47) esclarece que, segundo Piaget, “conhecer não é simplesmente contemplar, imaginar ou representar o objeto; conhecer exige uma ação sobre o objeto para transformá-lo e para descobrir as leis que regem suas transformações”.

Portanto, de acordo com Piaget, agir sobre o objeto é transformá-lo, não estando somente relacionado à ação concreta, proposta pelos escolanovistas. A concepção construtivista, apresentada pelo autor, nos mostra o agir como um ato mental, como uma forma de construção (adaptação). Indo mais além, ao

¹² Adaptação é o termo usado por Piaget nos primeiros estudos da Epistemologia Genética. A palavra, proveniente da Biologia, apresenta-se na obra de Piaget como adaptação psicológica, em que, segundo autor, é um processo e não, um estado. O processo é contínuo e caracterizado pela transformação do organismo em função do meio (MONTANGERO et al., 1998)

conceituar adaptação, afirma que esta “é o equilíbrio entre a assimilação e a acomodação” (PIAGET, 1987 p. 17).

A ação, para Piaget, não é somente uma ação mecânica. De acordo com Becker (2005), quando Piaget se refere à ação, esse conceito pressupõe a ideia da experiência. Tomando as palavras de Huxley citadas por Becker (2005), “experiência não é aquilo que se fez, mas o que faz com aquilo que se fez”. Logo, a experiência, consoante as ideias de Piaget, está vinculada ao aspecto reflexivo. Pensar em construção de conhecimento ou mesmo construtivismo é propor uma alternativa ao sistema que está estabelecido na maioria das instituições de ensino.

Não é, pois, impróprio chamar de construtivismo o modelo de explicação do desenvolvimento usado por Piaget. O termo “construção” cabe na explicação epistemológica do funcionamento dos fenômenos vitais. Ele tinha o maior cuidado para que não se confundisse sua posição, nem como “inatismo” (preformismo, apriorismo) nem com o “behaviorismo” (estímulo-resposta, empirismo, reflexo condicionado, condutismo) (FREITAG, 1997, p. 106).

Muitos pesquisadores e até mesmo autores que interpretaram a obra de Piaget o classificaram de diversas formas, como empirista, behaviorista, inatista ou relativista. Contudo, no tocante à Educação, Piaget contribui para a explicação de como o sujeito aprende, dando origem ao Construtivismo (KESSELRING, 1993). Tendo em mente o movimento escolanovista e a perspectiva de Piaget, é necessário entender outros modelos epistemológicos, propostos na Educação, como o Apriorismo e o Empirismo, como eles se distanciam da perspectiva do Construtivismo.

2.1 CRÍTICA AO EMPIRISMO E APRIORISMO

Para um aprofundamento maior a respeito da Teoria de Piaget, se faz necessário conhecer outros modelos epistemológicos que foram difundidos antes deste. Esses modelos tinham, como proposta, assim como a Epistemologia Genética de Piaget, explicar como o conhecimento se manifestava. De acordo com Muzikami (1986), as teorias de conhecimento podem ser divididas pela relação sujeito e objeto.

As teorias do conhecimento, em que são baseadas as escolas psicológicas e de onde provém as tomadas de posições, podem ser consideradas, apesar de muitas variações e combinações possíveis, de acordo com três características: primado do sujeito, primado do objeto e interação sujeito-objeto (MIZUKAMI, 1986, p. 2).

Segundo Becker (2001), existem três diferentes formas ou modelos pedagógicos para representar a relação ensino/aprendizagem, são elas: Pedagogia Diretiva, Não-diretiva e um termo, cunhado pelo autor, que é a Pedagogia Relacional. Assim como Mizukami, o autor defende a ideia de que os modelos pedagógicos são sustentados por modelos epistemológicos.

Na proposta de Pedagogia Diretiva ou com prioridade no objeto, o professor “acredita no mito da transferência do conhecimento: o que ele sabe, não importa o nível de formalização, pode ser transferido ou transmitido para o aluno” BECKER (2001, p.18). Esse modelo pedagógico baseia-se no Modelo Epistemológico do Empirismo que, segundo Mizukami (1986), considera o sujeito como resultado das circunstâncias do meio em que vive e propõe que o conhecimento só é possível por força dos sentidos, ou seja, pela experiência.

Nessa teoria do conhecimento, em sua forma mais radical, o sujeito é considerado uma folha de papel em branco, ou seja, uma tábula rasa, em que todo o conhecimento vem do meio físico e social. Quando esse modelo é trazido para a sala de aula, fica evidente a ideia de que o ensino é transmissivo, que o educando é um receptor e que conhecimento é o conteúdo. Em outras palavras, essa corrente não considera o conhecimento prévio, o conhecimento social do sujeito e o conhecimento construído na interação. Esse modelo configura uma Pedagogia de reprodução, no qual não há a construção de novas realidades.

De acordo com Becker (2001), outro modelo pedagógico proposto é o da Pedagogia Não-diretiva, em que o professor é considerado como facilitador, tentando interferir o mínimo possível no processo de ensino. O regime, no tocante ao “deixa-fazer”, é a tônica desse modelo. Qualquer ação do aluno será considerada, *a priori*, boa. O professor acredita que o aluno aprende, adquire conhecimento por conta própria. O Modelo Epistemológico, vigente nesse processo, é o do Apriorismo que, segundo Mizukami (1986), considera que o sujeito já possui categorias de conhecimento “prontas”, e isto é em decorrência de uma ênfase no sujeito. Conforme Becker (1993), o Apriorismo pode ser

descrito como bagagem hereditária, adquirida de forma inata, predeterminada ou *a priori*. Ainda, segundo o autor, “a postura apriorista opõe-se à empirista na medida em que relativiza a experiência, absolutizando o sujeito” (BECKER, 2001, p. 15).

Como citado anteriormente, alguns autores classificam Piaget como empirista e até apriorista, porém, quando Piaget fala sobre a hereditariedade da inteligência, destaca o ponto de vista estrutural.

Por uma parte, uma questão de estrutura: a “hereditariedade especial” da espécie humana e de suas “linhagens” particulares comporta certos níveis de inteligência, superiores aos símios etc. Mas por outra parte a atividade funcional da razão (o *ipse intellectus* que não provem da experiência) está vinculada, evidentemente a “hereditariedade geral” da própria organização vital: assim como o organismo não poderia adaptar-se às variações ambientais se não estivesse já organizado, também a inteligência não poderia apreender qualquer dado exterior sem certas funções de coerência (cujo termo último é o principal de não-contradição), de relacionamento etc., que são comuns a qualquer organização intelectual (PIAGET, 1987, p.14).

Becker (2001), nesse contexto, assinala que esses modelos epistemológicos, quando aplicados como Pedagogia, configuram um quadro de morte da criatividade e da curiosidade, visto que estão embasados em uma sala de aula autoritária e repressiva, tornando o momento de possível aprendizagem em uma simples reprodução. Essas características se opõem diretamente a um ensino, voltado para os processos criativos, foco deste estudo.

Nessa concepção de não reprodução, mas, de construção do conhecimento, é que se apresenta o Modelo Pedagógico Relacional. Segundo Becker (2001), o pressuposto epistemológico por trás da Pedagogia Relacional é o Construtivista. De acordo com Mizukami (1986), o conhecimento, nessa perspectiva, é considerado uma construção contínua, sendo analisado pelo ponto de vista Interacionista (interação sujeito-objeto). Nessa teoria do conhecimento, os níveis de compreensão são construídos pelo sujeito em um equilíbrio progressivo, ou seja, o sujeito vai significar o objeto, a partir de suas estruturas. Becker, quando menciona a Pedagogia Relacional, fala especificamente do Construtivismo, da Epistemologia Genética de Piaget, que será aprofundada na sequência.

2.2 CONSTRUTIVISMO E EPISTEMOLOGIA GENÉTICA

A principal diferença do Construtivismo em relação as outras explicações epistemológicas, como do Apriorismo e do Empirismo, se dão na forma como o sujeito é posto em relação ao objeto. O Construtivismo nos traz a premissa de que o conhecimento é o resultado da interação entre o organismo e o meio, entre sujeito e objeto. Dito de outra forma, a troca é um fator fundamental nessa concepção de aprendizagem. A fim de que haja uma melhor compreensão sobre esses conceitos, em primeiro lugar, precisamos entender o que é conhecer na concepção Construtivista. Para Becker (2001, p. 71),

conhecer é transformar o objeto e transformar a si mesmo. O conhecimento não nasce com o indivíduo nem é dado pelo meio social. O sujeito constrói seu conhecimento na interação com o meio – tanto físico como social.

Assim, o conhecimento, consoante Piaget, se dá pela interação e pressupõe um movimento ativo do sujeito. Portanto, o autor propõe que o sujeito é um ser ativo e interage com o meio, e esta interação não é somente física, mas também, cognitiva, envolvendo relações e coordenações das ações sobre o objeto. O objeto, como apresenta Piaget, pode ser desde objetos concretos, ideias, teorias ou pessoas. Diferente das concepções epistemológicas apresentadas anteriormente, em que há uma predominância ora de sujeito ou de objeto, no Construtivismo, a ênfase está na interação sujeito-objeto.

Embora não seja frequente nos textos piagetianos a expressão construtivismo, ele chega a declarar-se partidário desse tipo de explicação epistemológica que ultrapassa ao seu ver, o apriorismo e o empirismo (KESSELRING, 1993, p. 77)

A fim de que compreendamos a Teoria da Abstração Reflexionante, é necessário conhecer alguns conceitos que precedem essa concepção, mais especificamente, a Epistemologia Genética.

Piaget trouxe a Epistemologia para o campo da experiência científica, concebendo o termo “Epistemologia Genética”, que tinha como objetivo estudar o conhecimento na sua gênese (origem), desde o nascimento da criança. Conforme Dolle (1987), a Epistemologia, normalmente pesquisada no campo da

Filosofia, refere-se ao estudo do conhecimento e sempre se ocupou da reflexão, ou seja, é uma atividade puramente especulativa.

o método genético equivale a estudar os conhecimentos em função da sua construção real, ou psicológica, e a considerar todo o conhecimento como relativo a um certo nível de mecanismo dessa construção (PIAGET Apud DOLLE, 1987, p. 45).

Piaget utilizou alguns termos da Biologia, para explicar a construção do conhecimento, ou seja, como o sujeito passa de um conhecimento menor para um maior. Nesse movimento de explicar o processo de construção do conhecimento, Piaget esclarece que esse processo contínuo se constitui na própria inteligência. De acordo com o autor, a inteligência é uma forma de adaptação, sendo contínua, se tornando cada vez mais complexa e durando a vida toda. Essa adaptação depende da interação sujeito e objeto e das perturbações que o meio gera no sujeito nesse processo. Segundo o autor, conhecer implica um constante processo de desequilíbrio e busca de nova equilíbrio, por meio dos movimentos de adaptação e organização. Esse processo contínuo é que constrói o conhecimento (PIAGET, 1986).

O que se deve traduzir em termos de adaptação não são, de fato, os objetivos particulares que a inteligência prática visa, em seus primórdios (esses objetivos ampliar-se-ão, subsequentemente, até abrangerem todo o saber); é outrossim, a relação fundamental própria do conhecimento, que é a relação entre o pensamento e as coisas. (PIAGET, 1987, p. 15)

Para Piaget, a inteligência, entendida como uma forma de adaptação, possui invariantes funcionais, que são a adaptação e organização. A adaptação é composta pela assimilação e a acomodação, que irão compor a busca de novo equilíbrio. Ao citar as invariantes funcionais da inteligência, falamos de uma condição estrutural, ao permitir que a construção da inteligência se dê tanto em crianças como em adultos, ou seja, do ponto de vista do funcionamento da inteligência, a organização e a adaptação, à luz da teoria piagetiana, não podem ser separadas. São partes um de um mecanismo único, sendo a adaptação o processo externo, e a organização, o processo interno (PIAGET, 1986). Ao afirmar que a adaptação é um processo, Piaget nos apresenta a construção do conhecimento como um processo sem fim.

O organismo adapta-se construindo materialmente novas formas para inseri-las nas do universo, ao passo que a inteligência prolonga tal criação construindo, mentalmente, as estruturas suscetíveis de aplicarem-se ao meio. Adaptação é um equilíbrio ente a assimilação e acomodação (PIAGET, 1987, p.15)

Piaget (1987) assinala ainda que adaptação é o resultado do equilíbrio entre a assimilação e acomodação. A assimilação trata de tomar algo do meio, para transformá-lo e torná-lo como parte de si mesmo. Para Montangero et al. (1998 p. 114), “a assimilação e acomodação são [...] os dois polos de uma interação entre organismo e o meio, a qual é a condição de todo o funcionamento biológico e intelectual”. Portanto, na assimilação, o sujeito busca compreender e interpretar o objeto a partir de sua estrutura, de suas hipóteses, para interpretá-lo. Quando o objeto impõe resistência, ou seja, não responde da forma que o sujeito esperava, é necessário um movimento de acomodação. No processo de acomodação, o sujeito vai modificar as suas hipóteses e modificar a si mesmo, buscando compreender esse novo objeto. Isso gera um novo movimento de assimilação, alimentando, assim, um processo contínuo. Segundo Becker (1993, p. 20), “a assimilação funciona como um desafio sobre a acomodação a qual faz originar novas formas de organização”. A organização dá conta da incorporação, no sistema cognitivo, das novidades construídas pelo sujeito.

É importante, nessa epistemologia, distinguir a adaptação-estado da adaptação-processo, já que, segundo Piaget (1987), no estado, não existe clareza, no processo, as coisas se esclarecem. A adaptação ocorre sempre que o organismo precisa se equilibrar com o meio, isto é, o sujeito se transforma.

O conceito de adaptação dá conta do progresso e do funcionamento cognitivo, satisfazendo um dos principais objetivos da teoria piagetiana: dar uma explicação biológica do conhecimento. A ideia de adaptação sublinha o parentesco dos mecanismos de transformação nos planos biológico e psicológico. Entretanto, se a adaptação cognitiva prolonga a adaptação biológica, ela a supera pela riqueza das trocas e a estabilidade do equilíbrio atingido (MONTANGERO et al., 1998, p.104)

Desta forma, podemos observar que a evolução do conhecimento é um processo contínuo, em que o organismo e o meio buscam se equilibrar, e, nessa busca para se adaptar, sujeito e objeto se modificam, exigindo novas construções. Ao pesquisar a respeito do processo de construção do

conhecimento, a Teoria Piagetiana só tem sentido, se forem considerados os desequilíbrios, como ativadores de processo de criação e construção da aprendizagem. Tendo em vista que o desenvolvimento da inteligência está vinculado à ideia de que o organismo busca equilíbrio, como resultado sempre está em desequilíbrio com o objeto ou o meio. Novamente, fica evidente a concepção de desequilíbrio-equilíbrio, como um processo não, como um estado.

Quando o processo de reconstruções (por equilíbrio) não mais envolve somente os objetos, mas passa a incluir os conceitos e as representações imagéticas, ocorre a Abstração Reflexionante (BECKER, 1993). A Teoria da Abstração Reflexionante, foco desta pesquisa, os tipos de Abstração, bem como os aspectos teóricos desse importante avanço da pesquisa de Piaget serão apresentados na seção, a seguir.

2.3 ABSTRAÇÃO REFLEXIONANTE

Quando Piaget apresentou a Epistemologia Genética, constituindo o que podemos chamar de “Construtivismo”, em um primeiro momento, estava focado em compreender a origem do desenvolvimento da inteligência e, com isto, trouxe os conceitos de organização, adaptação, acomodação e assimilação. Porém, para detalhar o processo de construção do conhecimento, o autor construiu o modelo explicativo da Teoria da Equilíbrio e do Processo de Abstração Reflexionante. Inclusive, chega a dizer que são duas formas de explicar o mesmo processo.

De acordo com Piaget (1995)¹³, foram designados tipos de abstrações, sendo elas classificadas, conforme a interação com os objetos “observáveis” ou as reflexões e reflexionamentos, provenientes das interações. Para Becker e Franco (1999), abstrair significa separar, pôr de lado, portanto é o ato de extrair conhecimento. Piaget, em sua pesquisa, apresenta sempre a ideia de interação sujeito-objeto, valorizando, então, o desequilíbrio, para que haja a busca da autorregulação. Para Piaget (1995), existem tipos de Abstração, sendo elas empírica, pseudo-empírica e reflexionante.

¹³ Texto original é de 1977, porém a obra usada é da tradução de 1995.

Designaremos por “Abstração empírica” (*empirique*) a que se apoia sobre objetos físicos ou sobre aspectos materiais da própria ação, tais como movimentos, empurrões etc. Observemos desde logo que, mesmo sob suas formas mais elementares, este tipo de Abstração não poderia consistir em puras “leituras”, pois para abstrair a partir de um objeto qualquer propriedade, como seu peso ou sua cor, é necessário utilizar saídas de instrumentos de assimilação (estabelecendo relações, significações etc.) (PIAGET, 1995 p. 5).

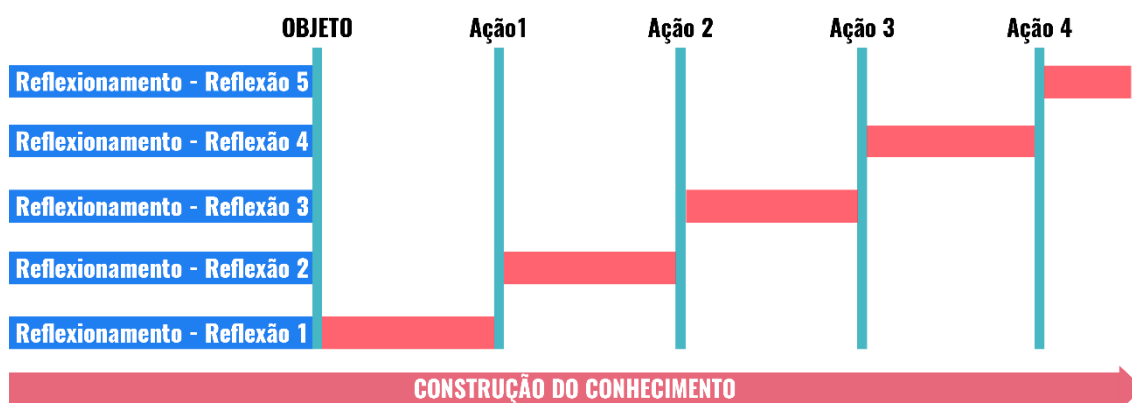
A Abstração Empírica é obtida da ação sobre os objetos ou da experiência, isto é, retira dos objetos as características observáveis, como cor, tamanho, peso etc. A pseudo-empírica, como o nome já diz, precisa que o sujeito interaja com o objeto, para estabelecer coordenações, já a Reflexionante ocorre a partir dos esquemas e das coordenações, realizadas pelo sujeito em nível dedutivo, sem estar interagindo concretamente com o objeto. Piaget define a Abstração Reflexionante como uma ação que podemos dividir em outros dois momentos: um reflexionamento (projeção) e uma reflexão, construção de uma nova estrutura ou uma reconstrução mental, baseada no patamar inferior.

A “Abstração Reflexionante” (*réfléchissante*), ao contrário, apoia se sobre tais formas, sobre todas as atividades cognitivas do sujeito (esquemas ou coordenações de ações, operações, estruturas etc.) para delas retirar certos caracteres e utilizá-los para outras finalidades (novas adaptações, novos problemas, etc.). Assim ela é Reflexionante em dois sentidos complementares, que nós designaremos como segue. Em primeiro lugar, ela transpõe a um plano superior o que colhe do patamar precedente (por exemplo, ao conceituar uma ação); e Designaremos essa transferência ou projeção com o termo “reflexionamento” (*réfléchissement*). Em segundo lugar, ela deve necessariamente reconstruir sobre o plano B o que foi colhido no plano de partida A, ou por em relação os elementos extraídos de A com os já situados em B; esta reorganização exigida pelo processo de Abstração Reflexionante, será Designada por “reflexão” (*réflexion*). (PIAGET, 1995 p. 6)

A reconstrução, no patamar superior, se faz pelo estabelecimento de relações entre as representações novas e as anteriores em um ato mental de reconstrução. O movimento de reflexionamento dos conteúdos exige um movimento de reflexão, na busca de novas formas, para dar conta desse novo. Assim, é provocado um ciclo de alternância entre reflexionamento e reflexão, ou, como Piaget também mostrou, de conteúdos para novas formas, e estas, para conteúdos reelaborados, e destes, para novas formas reelaboradas e, assim sucessivamente, em um processo contínuo. Em outras palavras, o que estava a serviço do pensamento, no patamar inferior, torna-se objeto a ser pensado.

A imagem abaixo, na Figura 3 ilustra o processo de Abstração, usando as “ações” que sucedem os reflexionamentos e reflexões, como “estágios”, porém não se trata de ação mecânica, mas, de uma ação baseada em um patamar, obtido com a Abstração que pressupõe um movimento de reflexionamento e reflexão anterior à ação.

Figura 3: Abstração e construção do conhecimento



Fonte: do autor

De acordo com a teoria acima citada, as abstrações se dão além da ação concreta e, nesta perspectiva, podemos buscar explicar a construção do conhecimento e o processo criativo a partir dessa teoria, procurando solucionar um problema projetual, proposto anteriormente. Essa articulação será desenvolvida na próxima seção.

2.4 PROCESSO CRIATIVO NA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA

Piaget sugere, de acordo com Lopes (2010 p. 2), “que se pense a criatividade a partir da ideia de construção e reconstrução do conhecimento, e que este é um processo a cada geração e em cada indivíduo”. Um processo que se baseia não somente no agir como ação, mas também, no agir como resultado da abstração de uma reflexão, baseado na interação de sujeito/objeto. Ainda, segundo Lopes (2008, p. 22)

Piaget, ao invés de apresentar a criatividade como simples surgimento da novidade, posiciona-a como um problema psicológico e uma função da inteligência humana, pois a coloca em relação direta com o desenvolvimento do indivíduo, no sentido de caracterizá-la, primeiro, como novidade para o sujeito. Ao mesmo tempo, estabelece que a

criatividade é processo e não uma faculdade inata.

Como vimos anteriormente, a Abstração pode ser descrita como um processo, contínuo e gradativo, e, por conseguinte, se as reflexões são estruturadas de forma ininterrupta, pode-se dizer que a criatividade, como é baseada nas abstrações, também pode ser descrita como processo, conforme defendemos nesta pesquisa.

Piaget se manifestou acerca do processo criativo em sua vasta pesquisa sobre a construção do conhecimento, pois, para ele, a criatividade é entendida como um dos processos da inteligência. Como apontamos, ao tratarmos do Construtivismo e da Epistemologia Genética Piaget, o autor entende a inteligência como função a serviço da adaptação do sujeito ao ambiente, ao mundo. Também, ao falar de Educação, salienta os objetivos de uma Educação construtivista e refere-se à criatividade e aprendizagem criativa. Para Piaget apud O'Donnel et. al. (2010, p. 54), “o principal objetivo da Educação é formar pessoas, capazes de construir coisas novas, não simplesmente repetir o que outras gerações fizeram, pessoas que sejam criativas, inventivas e exploradoras”.¹⁴ Quanto à segunda meta da Educação, esta “é a formação de mentes que sejam críticas e que possam buscar comprovações e não aceitar tudo o que lhe é oferecido (PIAGET apud DUCKWORTH ,1964, p. 5).¹⁵ Tradução nossa para o português.¹⁶

O processo criativo poderia, então, ser descrito como um processo contínuo de reflexionamentos, que gera reflexão procurando solucionar um problema, proposto anteriormente. Resnick (2017) conceitua o referido processo como “*Creativity Learning Spiral*” (*Espiral de Aprendizagem de Criatividade*), o que, na perspectiva da presente pesquisa, podemos associar à Teoria da Abstração Reflexionante de Piaget quanto ao processo de Abstração Reflexionante. Nesse processo, se retiram as abstrações do patamar inferior e se constrói uma nova abstração em cima da reflexão, sedimentada

¹⁴ “*The principal goal of education is to create men who are capable of doing new things, not simply repeating what other generations have done – men who are creative, inventive and discoverers*” (PIAGET apud O'DONNEL et al, 2010, p. 54.).

¹⁵ Tradução do texto para o português.

¹⁶ “*The second goal of education is to form minds which can be critical, can verify, and not accept everything they are offered*” (PIAGET apud DUCKWORTH, 1964, p.5)

anteriormente. Para Resnick, o processo criativo é descrito como contínuo e ininterrupto.

Novas ideias e insights podem parecer como se fossem momentos de iluminação, mas geralmente acontecem depois de muitos ciclos de imaginação, criação, compartilhamento e reflexão - isto é, depois de muitas iterações através da Espiral de Aprendizagem Criativa” (RESNICK, 2017 p. 20).¹⁷

Neste contexto, Resnick (2017) propõe uma espiral, conforme ilustração abaixo, na Figura 4, que se inicia com um processo de imaginação (reflexão), em seguida, uma concretização por meio da criação, uma ação de brincar ou testar, um compartilhamento das experiências obtidas, e, por fim, uma reflexão sobre os resultados obtidos. Por se tratar de uma espiral, fica visível que se trata de um processo contínuo, tanto no início da figura, que representa o processo, quanto no final da espiral, visto que existe a fase de imaginação, pressupondo a existência de um ciclo.

Figura 4: Espiral de Aprendizagem Criativa



Fonte: Resnick (2017)

No que concerne à proposta de trabalhar os processos criativos na perspectiva da Pedagogia, Jackson (2014) cita que é necessário investir em pedagogias para o desenvolvimento criativo. Ainda, o autor, assim como Becker, mencionado anteriormente, divide as abordagens de ensino em três tipos: “mestre” (ensino transmissivo); “guia” (facilitador, ensino baseado no apriorismo); “intermediário”, que é um coprodutor, envolvido no processo de

¹⁷ “New ideas and insights might seem like they come in flash, but they usually happen after many cycles of imagining, creating, sharing, and reflecting – that is, after many iterations through the Creative Learning Spiral” (RESNICK, 2017 p. 20).

aprendizagem no aluno. O último modelo pressupõe uma interação sujeito-objeto, aproximando-se do Construtivismo piagetiano.

Segundo Jackson (2014), todas as abordagens podem funcionar no contexto de uma Pedagogia para a criatividade, no entanto esclarece que os “guias” e “intermediários” obtêm maior êxito nas aulas em que se pretende desenvolver atividades com criatividade. Pensando em espaços nos quais se possam propor discussões acerca de problemas e com o objetivo de solucioná-los, é que se constituem os processos criativos. Como ressaltam Sternberg e Lubart (1999), criatividade é uma habilidade de produzir um trabalho, original e inesperado, e que responda a um problema, abrangendo tanto a dimensão individual quanto a social.

Destacamos que, ao falar de criatividade, não a tomamos como estado de “criatividade”, mas, como “processo criativo”. Piaget, conforme explicado anteriormente, cita a inteligência como uma evolução constante, baseada em equilíbrios e desequilíbrios, sendo que esse movimento de busca do equilíbrio pode ser descrito por uma espiral, assim como as abstrações que constroem esses patamares de conhecimento. A criatividade está diretamente vinculada ao ensino e à aprendizagem em Design e, de acordo com Lopes (2010), está relacionada com o Construtivismo de Piaget e o Construcionismo de Papert.

Usando como base a Teoria Piagetiana, podemos entender como o Construtivismo e, posteriormente, o Construcionismo contribuíram para a concepção dos laboratórios de fabricação digital, como veremos na próxima seção.

2.5 CONSTRUCIONISMO DE PAPERT E O MAKER MOVEMENT

Para que possamos, através de uma análise diacrônica, partindo do Construcionismo, chegar aos laboratórios de fabricação, é preciso passar por Piaget, Papert, *Media Lab* e *Fab Labs*. Consoante a pesquisa diacrônica, cujo eixo central é o Construtivismo, os *Fab Labs* surgiram no *Media Lab*, e este laboratório teve, como um grande pesquisador do tema, Seymour Papert. Não nos aprofundaremos no Construcionismo de Papert, enquanto teoria de

fundamentação desta pesquisa, mas é importante mostrar como foram concebidos os laboratórios de fabricação digital e a relevância do *Media Lab* no MIT, laboratório que, posteriormente, foi o precursor do movimento *Maker* e dos laboratórios de fabricação.

Resnick (2017) afirma que, para que possamos entender a conexão entre fazer e aprender e o aprender pelo fazer, temos que observar o trabalho de Papert. O Construcionismo entende que a construção do conhecimento se dá a partir do fazer, um fazer apoiado na perspectiva piagetiana de reflexão e não, um fazer desarticulado do pensar. Se nos aprofundarmos na origem das bases teóricas do Construcionismo, chegaremos ao Construtivismo Piagetiano, em que o sujeito não se apropria das ideias, mas, sim, as constrói a partir da concepção do agir, não só no objeto concreto, mas também, nas abstrações.

Segundo Lopes (2010), Papert trabalhou diretamente com Piaget por cinco anos, como convidado no Centro Internacional de Epistemologia Genética, e, como educador, criticou o sistema de ensino, baseado na transmissão de conhecimento. Papert, assim como Piaget, acreditava que a criança é um aprendiz inato, porém, indo além da Epistemologia Genética, focou em elementos além da cognição. Piaget desenvolveu a Teoria Construtivista, no entanto, para Papert, o aprender tornava-se mais eficaz, quando o aprendiz experimentava, construía ações que resultavam em um produto.

Uma das várias formulações possíveis pelas quais minha concepção de como aprender poderia tornar-se muito diferente é que isso sucederá através de uma inversão epistemológica para formas mais concretas de conhecer – uma inversão da ideia tradicional de que o progresso intelectual consiste em passar do concreto para o abstrato (PAPERT, 1994, p. 123)

Para Papert, apoiado nos estudos sobre o desenvolvimento cognitivo de Piaget, o aprendiz necessita apoiar o seu raciocínio em experiências concretas, para evoluir para a abstração. Nisso, fundamenta-se a sua crítica à escola e aos processos educativos que iniciam um estudo, apresentando o conceito para depois o estudante realizar exercícios de fixação. O fazer, como assevera o autor, seria a base para pensar e construir o conceito e não, o contrário.

Ainda, de acordo com Lopes (2010, p. 52), “Seymour Papert foi criador do Logo¹⁸. Tornou-se pesquisador e docente no *Media Lab*, fundado em 1985 dentro do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), EUA”. Em 1963, Papert começou a trabalhar no MIT, onde desenvolveu uma pesquisa sobre tecnologia na Educação, principalmente o uso de computadores que, até então, tinham um uso quase restrito, em função de custo e portabilidade. Segundo o *site do Media Lab*¹⁹, Papert foi um dos primeiros a reconhecer o potencial revolucionário dos computadores na Educação. No final da década de 1960, em um momento em que os computadores ainda custavam milhares de dólares, Papert veio com a ideia do Logo, a primeira linguagem de programação para crianças.

Apesar de se destacar pelo uso ou estudo da tecnologia na Educação, Papert não tinha como foco a máquina, mas, sim, a mente, principalmente a das crianças (PAPERT, 1994), tendo em vista que a maioria dos estudos era focada na Educação Infantil. Conforme dito anteriormente, Papert entendia que projetar e desenhar são formas de expor os pensamentos, e esses aspectos são indispensáveis para a aprendizagem, tanto para crianças como para adultos.

Papert defendia, já nos anos 60, que as crianças deveriam programar as máquinas, contudo acreditava que a questão da computação ia além do uso, trazendo o questionamento do quanto a criança programava o computador ou era programada pelo *software*. O principal motivo de associarmos o Movimento *Maker* a Papert também se deve ao fato de ele ter projetado o primeiro *kit* de robótica programável, o Lego TC Logo. A linha da Lego, que viria a ser comercializada com o nome de “*Mindstorm*”, hoje é amplamente usada em aulas de robótica (INVENT TO LEARN, 2017)

Anderson (2012, p. 14) afirma que “todos somos Makers. Nascemos Makers (basta ver o fascínio das crianças por desenhos, blocos, Lego e outros trabalhos manuais), e muita gente cultiva esse dom dos passatempos e paixões”. Portanto, ser *Maker* não se resume a construir projetos complexos, vinculados à

¹⁸ Linguagem de programação adaptada para crianças

¹⁹ Disponível em: <https://www.media.mit.edu/>. Acesso em: 15 maio 2019

tecnologia, podemos ser *Makers* na cozinha, no jardim, em diversas atividades em que são necessários tanto o processo criativo quanto o fazer.

O Movimento *Maker* na Educação passa a ter mais poder e relevância, quando, em 2012, a administração Obama, nos Estados Unidos, lançou um programa de construção de *Makers Spaces* em mil escolas americanas. Esses são espaços, equipados com tecnologias, como cortadoras de vinil, cortadoras laser, impressoras 3d e ferramentas manuais (ANDERSON, 2012). Ainda, de acordo com o autor, esse movimento do governo americano retomou a ideia de um ensino industrial, contudo, não focado em formar operários, mas, sim, os novos inovadores. Para Anderson (2012 p. 24), o Movimento *Maker* apresenta três características em comum, são elas

- 1- Uso de ferramentas digitais desktop para o desenvolvimento e prototipagem de projetos de novos produtos (“FVM Digital²⁰”)
- 2- Cultura do compartilhamento de projetos e de colaboração em comunidade on-line.
- 3- Adoção de formatos comuns de arquivos e projetos, permitindo que qualquer pessoa envie seus projetos para serviços profissionais de fabricação, onde serão produzidos em qualquer quantidade, tão facilmente quanto podem fabricá-los em sua área de trabalho.

Martin (2015) sugere, neste sentido, que o movimento *Maker* pode ser considerado um movimento novo, entretanto, calcado em pensadores e teorias da Educação consolidadas, com raízes mais profundas. Esse movimento ocorreu desde os primeiros estudos de Montessori (1912), quando foram propostas ideias de aprender, brincando e usando objetos que gerassem interesse, bem como ferramentas e materiais. Essa nova forma de ver a Educação passou por Piaget (1950), com a ideia de que a construção e a reflexão sobre a interação sujeito e objeto constituem-se em um processo que causa desequilíbrio conceitual e leva à adaptação, aumentando, por conseguinte, o conhecimento. Chegou-se, assim, até Vygotsky (1978) e o Construtivismo Sociointeracionista, no qual o meio e os sujeitos influenciam o processo de aprendizagem.

²⁰ FVM – Faça você mesmo, que é tradução do termo “DIY” (*do it yourself*), também encontrada em algumas referências e publicações internacionais.

Além disso, Martin (2015) propõe que a Educação *Maker* tem como objetivo difundir o que ele chama de “pensamento *Maker*”²¹, e esta concepção de pensar envolve quatro aspectos, são eles: lúdica, orientada para o crescimento; falha ou erro, e colaborativa. Esses aspectos, segundo o autor, são os principais e não, os únicos que nos levam a uma Educação propositiva e que constituem a aprendizagem pelo *Maker*.

O que se pode concluir, até o momento, é que, como abordado anteriormente, embora haja uma aproximação conceitual e epistemológica da Educação *Maker*, não fica clara a preocupação com uma abordagem pedagógica de uso dos laboratórios de fabricação digital. Fica sempre delineado que há uma inquietação no tocante a alguns aspectos, tais como ser lúdico, ser colaborativo, aprender com os erros e ser orientada para o crescimento. Mas não há evidências de uma orientação clara quanto à concepção pedagógica a ser adotada ou proposta para as atividades nesses espaços. Logo, podemos ter um espaço “*Maker*”, sendo utilizado como recursos pedagógicos na perspectiva de um ensino empirista e não, construtivista.

Ao pensarmos o ensino e a aprendizagem criativa ou de áreas da criatividade, fica mais clara a importância da Educação *Maker*, pois, se focarmos somente nos aspectos analisados por Martin (2015), veremos que estes são relevantes para a educação de designers, arquitetos, engenheiros, e o objetivo da presente pesquisa é abordar o ensino de Design, tema que será aprofundado no próximo capítulo.

Tomando o que foi apresentado até esse momento, vemos como a Teoria de Piaget vai dar origem ao Construcionismo, com Papert, e, posteriormente, contribuir para a concepção dos laboratórios de fabricação digital. Considerando esse processo, cabe refletir sobre a proposta do aprender fazendo e o ensino em Design.

Sintetizando esse capítulo, foram apresentados alguns indicadores do processo de aprendizagem que emergem e os colocamos em tópicos, para ficar mais fácil a sua compreensão:

²¹ *Maker mindset*

- a) **Sujeito ativo:** o sujeito precisa interagir com o objeto de conhecimento, seja ele qual for.
- b) **Agir para aprender:** o agir, nesta perspectiva, é o pensar sobre a reflexão, que pode ter ou não, apoio de recursos materiais.
- c) **Sujeito precisa ser reflexivo:** ele precisa abstrair, para que possa chegar às fases de definição.
- d) **A reflexão precisa ser provocada:** a mobilização para a reflexão pode vir do próprio sujeito e suas indagações acerca de algo ou provocadas por uma situação ou sujeito externo, como, por exemplo, o professor.

3 ENSINO APRENDIZAGEM DE DESIGN E OS *FAB LABS*

Esse capítulo foi construído, com base no eixo temático dos *Fab Labs* e do processo de ensino e aprendizagem de Design. Para associar os dois temas, primeiro fez-se novamente uma breve retomada histórica do ensino de Design ou do ensino projetual, depois buscou-se apresentar algumas definições de Design, desde o ponto de vista filosófico até a definição da profissão, passando por modelos de *Design Thinking*.

Na sequência, fez-se uma pesquisa sobre os processos criativos e do ensino e aprendizagem de Design, apresentando, inclusive, dados de projeções futuras a respeito da importância de uma Educação, voltada para o sentido criativo. Para concluir, apresentou-se o conceito de *Fab Labs* e como os espaços físicos podem ser propostos para o ensino criativo, apresentando pesquisas que evidenciam o espaço como potencializador de criatividade.

Inicialmente, fez-se uma abordagem histórica acerca do ensino de Design, a fim de verificar como esse ensino toma, como base, o Pensamento Projetual. Pode ser dizer que o ensino de Design passou a existir a partir da criação da escola bauhausiana, quando se trata de um design funcionalista. Embora o ensino de engenharias e arquitetura já existisse, desde o Iluminismo, a Bauhaus trouxe novas concepções para área da Educação, trabalhando com a ideia de um ensino projetual.

O surgimento da Bauhaus, em 1919, se deu no contexto histórico do início do século XX. Como explicado anteriormente, com o surgimento de uma classe de trabalhadores, a economia se projetou em bens de consumo, e, com isto, surgiram demandas de produtos e projetos que atendessem às necessidades da população que se aglomerava nas cidades. A economia, baseada no consumo, fez crescer a classe média, e os produtos precisavam acompanhar o crescimento populacional, para que as indústrias atendessem a esse novo estilo de vida. Os parques industriais precisaram de investimentos e melhorias, para suprir a necessidade de produção em série. Essa nova realidade fez algumas profissões surgirem, tais como projetistas e Designer de produto.

De acordo com Bürdek (2006), a principal inovação, proposta pela Bauhaus, foi o “curso básico” que inicialmente fornecia o ensino artístico-politécnico, que tinha como meta: “inventar construindo e reparar descobrindo”. A capacidade cognitiva era, dessa forma, estimulada através da experimentação. Segundo Farthing (2011) e Bürdek (2006), a Bauhaus pode ser dividida em três grandes fases, são elas: a de fundação, consolidação e desintegração.

Na primeira fase (1919-1923), o curso básico era o principal elemento pedagógico, e a concepção era de ensino com oficinas, nas quais existiam o mestre da forma (artista) e o mestre artesão. O objetivo era criar objetos simples e bem feitos. Segundo Bonsiepe (2012), o curso básico surgiu no contexto de uma discussão sobre o ensino da época, entre uma formação filosófico-histórica (discursiva) e uma exigência de atender ao mercado. Já, na primeira fase, a escola sofria assédio do mercado, o qual entendia que deveriam ser formados profissionais para a indústria.

Na segunda fase (1923-1928), conforme Bürdek (2006), a Bauhaus foi se consolidando como uma instituição com ensino e de produção de protótipos, muito centrada no mercado. A meta da Bauhaus passou a ser atender à indústria, porém, na criação de produtos para amplas camadas. Assim, foi criada a expressão “funcional em teoria e prática”, e passou a observar as necessidades de vida e do trabalho, bem como o consumo de massa. Nessa fase, surgiu o termo “Escola de Design”.

Na terceira fase (1928-1933), depois de 1928, foi que a Bauhaus começou a obter lucro, no entanto o programa de ensino foi bastante modificado. A Escola de Design já tinha outras áreas no seu portfólio de cursos, e foram introduzidas disciplinas de Fotografia, Artes Plástica e, até mesmo, Psicologia. Assim, o conceito de Escola Superior de Arte foi completamente deixado de lado, e os grandes artistas abandonaram a escola. O contexto de ascensão do Nazismo também colaborou para o enfraquecimento da Bauhaus, e, por fim, com Adolf Hitler no poder, a Bauhaus se autodissolveu em 1933 (BURDEK, 2006)

Conforme Bonsiepe (2012), outras instituições também se ocuparam do ensino de Design, como Vkhutemas, em Moscou (Ateliers Supérieures Técnico

e Artísticos), que foi fechada três anos antes da Bauhaus, em 1930. Mesmo durante o período de funcionamento da Bauhaus, o termo “Design” não tinha uma designação clara, e isto só veio a acontecer, quando se separou a disciplina de Design das outras, como da Arquitetura. Algumas definições de Design serão apresentadas a seguir, para que se possa compreender a atividade profissional e a vincular a outras propostas de ensino atuais.

Existem diversas abordagens para o conceito de Design, e a maioria dá conta da explicação da prática, da profissão e até da intelectual. Porém, antes de apresentar as definições de cada abordagem, é importante contextualizar o Design de uma forma mais ampla, em uma abordagem do ponto de vista filosófico. Nessa proposta, podemos citar Vilém Flusser, que apresenta uma discussão mais profunda do termo em comento, já que Flusser reflete sobre a palavra, o verbo, o conceito e as suas abordagens.

Em inglês a palavra Design funciona como substantivo e verbo (circunstância que caracteriza muito bem o espírito da língua inglesa). Como substantivo, significa entre outras coisas: ‘propósito’, ‘plano’, ‘intenção’, ‘meta’, ‘esquema maligno’, ‘conspiração’, ‘forma’, ‘estrutura básica’, e todos esses significados estão relacionados à ‘astúcia’ e à ‘fraude’. Na situação de verbo – to design – significa, entre outras coisas, ‘tramar algo’, ‘simular’, ‘projetar’, ‘esquematizar’, ‘configurar’, ‘proceder de modo estratégico’. A palavra é de origem latina e contém em si o termo signum, que significa o mesmo que a palavra alemã. Zeichen (‘signo’, ‘desenho’) [...]. (FLUSSER, 2007, p.181).

Vemos como o conceito de Design está sempre vinculado à ideia de planejar, ou seja, refletir, para agir, não somente na visão histórica da palavra, apresentada no Dicionário de Oxford, mas também, na visão mais filosófica, ampliada de Flusser. Tanto quanto a palavra, a prática da profissão, igualmente, pressupõem esse movimento de reflexão para a ação.

Apesar de, muitas vezes, ser tratado como uma área de conhecimento relativamente nova, o Design, como disciplina, vem sendo discutido desde o início do século passado, principalmente com a Bauhaus. No Pós-guerra, é que o Design teve avanço significativo, quando surgiram organizações e entidades que representavam, até então, os designers industriais e gráficos. Nos anos cinquenta, surgiu uma das maiores entidades de Design do mundo, a *World*

Design Organization (WDO)²², inicialmente denominada *International Council of Societies of Industrial Design*²³ (ICSID), que, entre outras atribuições, ajuda a definir a profissão e o termo “Design industrial”. Primeiro, a ICSID definiu a profissão em 1963 e, mais tarde, reconstruiu o seu conceito, baseado em novas demandas, conforme pode ser observado nas citações abaixo.

O termo, definido em 1963, tratava o Designer somente como designer industrial. Para situar claramente o papel do profissional, abaixo, segue a definição dada pela ICSID²⁴, mediante tradução livre para o português.

O Design industrial é uma atividade criativa cujo objetivo é determinar as qualidades formais dos objetos produzidos pela indústria. Essas qualidades formais não são apenas as características externas, mas são principalmente aquelas relações estruturais e funcionais que convertem um sistema em uma unidade coerente, tanto do ponto de vista do produtor quanto do usuário. O Design industrial se estende para abranger todos os aspectos do ambiente humano, que são condicionados pela produção industrial.²⁵

A concepção atual não situa o designer como um profissional da indústria, ou como um projetista, o Designer industrial passa a ser um ator indispensável na estratégia e nos processos decisórios das organizações, conforme pode ser observado na citação abaixo da WDO (2018):

Design industrial é um processo estratégico de solução de problemas que impulsiona a inovação, constrói o sucesso do negócio e leva a uma melhor qualidade de vida por meio de produtos, sistemas, serviços e experiências inovadores. O Design industrial preenche a lacuna entre o que é e o que é possível. É uma profissão transdisciplinar que aproveita a criatividade para resolver problemas e co-criar soluções com a intenção de tornar melhor um produto, sistema, serviço, experiência ou negócio. Na sua essência, o Design Industrial oferece uma maneira mais otimista de olhar para o futuro, reformulando problemas como oportunidades. Ele conecta inovação, tecnologia, pesquisa, negócios e clientes para fornecer novos valores e vantagens competitivas em esferas econômicas, sociais e ambientais.²⁶

²² Organização mundial de Design – tradução livre

²³ Conselho Internacional das Organizações de Design Industrial – tradução livre

²⁴ Conselho Internacional de Sociedades de Design Industrial

²⁵ “*Industrial design is a creative activity whose aims is to determine the formal qualities of objects produced by industry. These formal qualities are not only the external features but are principally those structural and functional relationships which convert a system to a coherent unity both from the point of view of the producer and the user. Industrial design extends to embrace all the aspects of human environment, which are conditioned by industrial production.*”

²⁶ “*Industrial Design is a strategic problem-solving process that drives innovation, builds business success, and leads to a better quality of life through innovative products, systems, services, and experiences. Industrial Design bridges the gap between what is and what’s possible. It is a trans-*

O Design, como área de conhecimento científico e disciplina universitária, apresenta peculiaridades principalmente no que tange à geração de conhecimento científico acadêmico, como publicações e pesquisas. Para Bonsiepe (2012), o Design tem outros objetivos não tão focados somente na produção acadêmica.

[...]ao contrário de outras disciplinas universitárias, o Design não se orienta, prioritariamente, para a geração de novos conhecimentos científicos, mas visa às práticas da vida cotidiana. O Design enfoca o caráter operacional dos artefatos materiais e semióticos, interpretando sua função e a funcionalidade não em termos de eficiência física, como acontece nas engenharias, mas em termos de comportamento incorporado em uma dinâmica cultural e social (BONSIEPE, 2012 p. 19).

Diante desse contexto, podemos observar que o Designer deve construir habilidades e competências²⁷ bastante específicas e que sejam discutidas e listadas por pesquisadores e instituições, que ajudem a regulamentar e orientar as práticas profissionais em nível mundial. Essas instituições ou organizações têm grande relevância no mercado do Design, entre elas, podemos citar: *Industrial Designer Society of America (IDSA)*²⁸; *American Institute of Graphics Arts (AIGA)*²⁹ e a Adobe.³⁰ A IDSA definiu as competências do profissional de Design, quando o pesquisador Chris Conley, em artigo publicado em 2004, no *site* da instituição, buscou introduzir a noção das competências e habilidades básicas do profissional dessa área. Conley enfatiza que as competências são mais específicas e determinantes que as habilidades para um designer, entre as habilidades a de se expressar é citada com um grande diferencial. No entanto, é, na competência de resolver problemas, que o designer se destaca, principalmente em problemas complexos, quando surge a demanda de trabalhar

disciplinary profession that harnesses creativity to resolve problems and co-create solutions with the intent of making a product, system, service, experience or a business, better. At its heart, Industrial Design provides a more optimistic way of looking at the future by reframing problems as opportunities. It links innovation, technology, research, business, and customers to provide new value and competitive advantage across economic, social, and environmental spheres". (WDO, 2018)

²⁷ Não cabe aqui discutir os termos de habilidades e competências, sendo estes adotados por aparecerem na tabela da AIGA/Adobe, e o mesmo vale para o artigo de Conley 2004.

²⁸ Sociedade de Designer Industriais da América

²⁹ Instituto Americano de Artes Gráficas

³⁰ Adobe é uma fabricante de *software* que tem um impacto significativo no mercado, já que detém os programas de editoração, edição e criação para a área de design.

com níveis de abstração. Segundo o pesquisador, as competências de um designer são as mostradas no Quadro 1.

Quadro 1: Competências do designer.

1. A capacidade de reconhecer um amplo espectro de potencial em uma determinada declaração de problema.
2. A capacidade de trabalhar em diferentes níveis de abstração.
3. A capacidade de modelar e visualizar soluções antes que todas as informações estejam disponíveis.
4. Possua uma habilidade para a resolução de problemas que envolve a criação e avaliação de múltiplas alternativas.
5. A capacidade de adicionar ou manter valor, como elementos, é integrada em um todo.
6. A capacidade de identificar e responder aos relacionamentos entre uma solução e seu contexto.
7. A capacidade de usar a forma, para incorporar ideias e comunicar seu valor.

Fonte: The Core Competencies of Design: The Basis of a Broadly Applicable Discipline (2004)

Em pesquisa que iniciou em 2006 e teve como objetivo definir o perfil do designer em 2015, a AIGA, juntamente com a Adobe, definiram algumas características dos futuros profissionais de Design, e estas habilidades e competências estão descritas no Quadro 2, abaixo, cujas informações foram retiradas do Diagnostico Anual de Design de 2014.

Quadro 2: Habilidades e Competências do designer

Habilidade para criar e desenvolver resposta visual para problemas de comunicação, incluindo a compreensão de tipografia, estética, composição e construção de imagens significativas.
Capacidade de resolução de problemas de comunicação, incluindo a identificação do problema, pesquisa, análise, geração de solução, prototipagem, testes com usuários e avaliação de resultados.
Compreensão ampla das questões, relacionadas aos contextos cognitivos, sociais, culturais, tecnológicos e econômicos do projeto.
Capacidade de compreender contextos públicos, reconhecendo fatores humanos, físicos, cognitivos, culturais e sociais, que orientem decisões no Design.
Compreensão e capacidade de usar ferramentas e tecnologia.
Capacidade de ser flexível, ágil e dinâmico na prática profissional.

Competências de gestão e comunicação, para atuar, de forma produtiva, em grandes equipes interdisciplinares e distintas estruturas organizacionais.
Entendimento do comportamento de sistemas e de aspectos que contribuam para produtos, estratégias e práticas sustentáveis.
Capacidade de construir argumentos verbais para soluções que abordem diversos usuários/públicos; questões do cotidiano; negócios/operações organizacionais.
Capacidade de trabalhar em um ambiente global com o entendimento de preservação cultural.
Capacidade de colaborar, de forma produtiva, em grandes equipes interdisciplinares.
Entendimento da ética na prática.
Compreensão de itens contextualizados, incluindo causa e efeito; e habilidade para desenvolver critérios de avaliação do projeto, para explicá-los ao público.

Fonte: Diagnóstico do Design Brasileiro (2014), baseado na AIGA.

Recentemente, a AIGA redefiniu o perfil do profissional de Design, fazendo uma nova projeção para 2025, e, embora o artigo seja bastante complexo, traz tendências de comportamento do consumidor e, com isto, as competências que o Designer deve desenvolver, extrapolando a ideia de segmentação de área do Design, como de desenvolvimento de gráficos, produtos e serviços, por exemplo. O Quadro 3 condensa os principais pontos citados, levando-se em conta as competências que mais se aplicam ao Pensamento Projetual, orientado pelo *Design Thinking* ou Pensamento Projetual.

Quadro 3: Habilidades e Competências do Designer previstas para 2025

Abordar problemas de projeto em várias escalas (no nível de componentes, produtos, sistemas e comunidades)
Avaliar as soluções de Design para suas atividades físicas, sociais, culturais, tecnológicas e econômicas de curto e longo prazo
Analisar as necessidades, desejos, valores e padrões de comportamento das pessoas, usando uma variedade de pesquisas, centradas no ser humano. métodos e mídia.
Descrever, analisar e propor as tecnologias e ambientes necessários, para dar suporte a vários tipos de atividades, associadas à busca de um objetivo.
Identificar o valor agregado pela pesquisa em Design e para as estratégias tradicionais de <i>Marketing</i> , especialmente em termos das experiências qualitativas dos usuários.
Aplicar uma variedade de métodos de pesquisa, centrados no ser humano, em vários estágios do processo de Design, incluindo identificação de problemas, análise de restrições e oportunidades de projeto, avaliação de protótipos e interpretação de efeitos

Fonte: AIGA Designer 2025

Ao observarmos o cenário de ensino no Brasil, precisamos levar em conta as diretrizes do MEC, considerando a Resolução CNE/CES n.º 5, de 8 de março de 2004, que aprova as “Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Design” e dá outras providências. Segundo o Art. 3.º deste documento, o perfil desejado para o formando em *Design* deve ser:

Art. 3º O curso de graduação em Design deve ensinar, como perfil desejado do formando, capacitação para a apropriação do pensamento reflexivo e da sensibilidade artística, para que o Designer seja apto a produzir projetos que envolvam sistemas de informações visuais, artísticas, estéticas culturais e tecnológicas, observados o ajustamento histórico, os traços culturais e de desenvolvimento das comunidades bem como as características dos usuários e de seu contexto socioeconômico e cultural. (BRASIL, MEC, 2004)

Fazendo uma síntese do que se propõe no ensino de Design, de acordo como o MEC, e observando algumas habilidades e competências que são propostas pela AIGA e Adobe, como a de um profissional do futuro na área do Design, vemos uma relação, baseada na troca ou na construção mútua de conhecimento. Ao pesquisar sobre o ensino e a aprendizagem de Design, notamos que existem diversas metodologias de Design³¹, que podem ser exploradas no ensino e aprendizagem projetual, e, nesta pesquisa, a metodologia escolhida foi o *Design Thinking*, pois o que deve ser desenvolvido é a competência de projetar no nível das abstrações. Apesar de o ensino de *Design* ter uma preocupação conceitual focada nos Designer, este pode ser aplicado para outros públicos ou nichos de atuação, assim com os conceitos do Movimento *Maker*.

Portanto, o Design, como apresentado até então, se constitui em uma área de conhecimento, uma atividade e uma forma de pensar. O pensamento do Designer é um dos focos desta pesquisa, e esta peculiaridade de pensar do Designer é chamada, em inglês, e, em alguns casos em publicações nacionais, de *Design Thinking*. Para esta dissertação, será usado o termo “Pensamento Projetual”, já que o *Design Thinking* pode ser confundido com um modelo ou um método de Design. Como, na próxima seção, serão apresentados diversos

³¹ Metodologias, como: *Design Estratégico*, *Design Thinking*, *Design Thinking* de Serviços

modelos de Design, fica mais fácil a compreensão do leito acerca do tema em foco.

3.1 PENSAMENTO PROJETUAL E O *DESIGN THINKING*

Projetar coisas é normal para os seres humanos, afinal, tirando a natureza, tudo foi projetado por alguém, porém a atividade do Designer nem sempre foi considerada algo que necessitasse de habilidades e competências específicas. Recentemente, pode-se dizer que, nos últimos 100 anos, é que surgiu uma preocupação com o ensino dessa disciplina. Podemos afirmar que “projetar” e “construir” – *Design and make* - não é uma coisa nova, tendo em vista que, em sociedades onde não existem grandes avanços tecnológicos, a construção de artefatos normalmente é executada e projetada pelo mesmo indivíduo. O que podemos observar é que, mesmo em economias mais simples, baseadas em artesanato ou manufatura, o processo de construção, normalmente, é subsequente ao processo de projetar (CROSS, 2011).

No entanto, ao pensarmos no ensino dessa habilidade de projetar ou de pensar o projeto a partir de um problema, é que fica evidente que o Designer precisa desenvolver e construir habilidades e competências, como as descritas nos Quadros (1, 2 e 3) anteriores, e, para isto, a sala de aula de ensino de Design ou mesmo de ensino projetual precisa apresentar um modelo que potencialize o desenvolvimento dessas características. Assim como no subcapítulo anterior, Anderson (2012) sugere que todos são e podem ser “*Makers*”, e Nigel Cross (2011, p. 03) também acrescenta que todos somos Designer e podemos ser Designer³². Segundo o autor, todos somos Designer, quando planejamos algo novo, como uma receita, uma nova disposição do mobiliário na sala. Logo, o “*Design Thinking*” ou o Pensamento Projetual é inerente à condição humana, é um aspecto que nos torna humanos.

Enfatiza-se também que termo “*Design Thinking*” vem sendo discutido, e muitos autores apresentam definições que partem desde a questão do pensamento até a prática. Entre os autores dessa temática, podemos citar Nigel

³² “*Everyone can – and does – design*”

Cross, Tim Brown, Richard Buchanan, Donald Schön, Peter Rowe e Katja Tschimmel.

Segundo Cavalcanti e Filatro (2016), existe muita discussão sobre a origem do termo “*Design Thinking*”, sendo, inclusive, atribuída à área da Administração, quando, em 1969, Herbert Simon publicou “As ciências do artificial”. A expressão veio a ser conhecida no ensino projetual, inicialmente, na Arquitetura, em 1987, quando Peter Rowe publicou um livro, dedicado ao tema, chamado “*Design Thinking*”, obra em que Rowe faz um relato do processo criativo de arquitetos e urbanistas. Essa publicação e a proximidade conceitual das áreas de Design e Arquitetura fez com o que o termo se difundisse também no meio do Design.

Porém, quem sistematizou a visão de *Design Thinking*, que conhecemos hoje, Foi Richard Buchanan (1992). O autor expande a visão de *Design* e o eleva a uma abordagem intelectual. Para o pesquisador, o *Design Thinking* é uma nova arte liberal da cultura tecnológica e constrói a ideia de que o Pensamento Projetual é integrativo, holístico e que pode ser compartilhado. É de Buchanan também a concepção de que o *Design* deve resolver problemas complexos ou, como o autor mesmo cita, “*wicked problems*”³³ (CAVALCANTI; FILATRO, 2016).

Cross (2001) propõe que o Pensamento Projetual reúne habilidades para a resolução de problemas, em que são considerados aspectos, como a visão, centrada no usuário, a observação e o pensamento abduutivo. O autor ainda sistematizou e dividiu o Design em: e dividiu o Design, por um lado, como disciplina, e por outro, como ciência. Quando classifica o Design como ciência, ele cita o método de resolução do problema pelo Design, no qual há um processo claro que deriva de uma abordagem científica acadêmica. Além dessa divisão, Cross também apresentou o Design, como disciplina, o que é o foco desta pesquisa. O autor destaca que este último tipo surgiu da necessidade de uma resposta ao Positivismo e argumenta que Donald Schön foi quem propôs as primeiras reflexões acerca do tema.

Para Brown (2010), *Design Thinking* pode ser descrito com um processo exploratório, em que o Designer demonstra a habilidade que tem de estabelecer

³³ Embora não haja uma tradução será usado o termo “problemas complexos.”

correspondências entre as necessidades humanas e os recursos técnicos, integrando o desejável com o viável. O *Design Thinking* é o pensamento do Designer, aplicado às mais diversas situações, inclusive tem sido usado na área de Educação. Entretanto, o estudo do *Design Thinking*, no presente estudo, será focado no ensino e aprendizagem do *Design Thinking* em Design, articulando os seus conceitos com a Abstração Reflexionante, para alcançar o objetivo de potencializar os processos de ensino e aprendizagem nessa área do conhecimento.

Segundo Tschimmel (2012, p.2), muitas definições do termo “*Design Thinking*” foram surgindo, porém, em sua maioria, os conceitos mostrados apresentam características que podem ser definidas como “um processo de pensamento complexo capaz de construir novas realidades, visando a introduzir a cultura do Design e seus métodos como uma área de inovação para negócios”.

Além de variados conceitos da expressão “*Design Thinking*”, o próprio modelo ou aplicação da metodologia varia, de acordo com a sua concepção. A seguir, veremos os principais modelos, segundo análise feita por Tschimmel (2012) no artigo “*Design Thinking as an effective Toolkit for Innovation*”. A autora é tomada como referência, porque a sua pesquisa está centrada no *Design Thinking*, como processo criativo, um dos eixos temáticos desta pesquisa. Conforme a autora, foram analisados quatro modelos que são considerados relevantes e amplamente aplicados em projetos de criatividade e *Design*. Podemos dividir os modelos³⁴ de *Design Thinking* em quatro principais, são eles: Modelo 3 I's (inspiração, ideação, implementação), Modelo HCD (*Human Centered Design*), Modelo do Hasso-Plattner-Institute ou D.School (Stanford) e Modelo *FORTH Innovation*. Abaixo, serão abordados os modelos e as suas peculiaridades.

³⁴ Será usado o termo “modelo” para facilitar a compreensão, porém se trata de modelos de processos de design.

3.3.1 Modelo dos 3I's

O *Design Thinking* pode ser dividido, para Brown (2010), em três fases, sendo elas: inspiração, ideação e implementação. Todas as fases baseiam-se em uma ruptura de pensar problemas de Design ou de pesquisa para projetos. O autor mostra que o ponto de partida de um projeto se assemelha ao de uma hipótese científica, contudo, classicamente, é chamado de “*briefing*”. O primeiro estágio, a “*inspiração*”, é o problema ou a motivação que busca solucionar o problema. A “*ideação*” é o processo de geração de alternativas, desenvolvimento e testes de ideia ou soluções. A “*implementação*” é a validação do projeto, passando de projeto para resultado no mercado. Essas fases são amplas e exploratórias, tendo em vista que a proposta do modelo é a de que as equipes possam ser multidisciplinares.

“Há pontos de partida e pontos de referência úteis ao longo do caminho, mas o *continuum* de inovação pode ser visto mais como sistema que se sobrepõe de que como uma sequência ordenada (BROWN, 2010, p.16)”. A Figura (4) apresenta a ideia de que o problema inicia um processo que diverge e converge em diversos momentos. Além disso, esse movimento de projetar não é linear, e, por isto, usa-se uma curva, para representá-lo, sendo que a altura da curva pressupõe que há uma maior interação nas fases iniciais.

Figura 5: Modelos dos 3 í's.



Fonte IDEO.org

Segundo Tschimmel (2012), a fase de inspiração é um processo de conhecimento e reflexão a respeito do problema ou oportunidade do projeto, e, nela, são usadas ferramentas, como resumo do projeto, imersão em contexto para observação e coleta de dados de comportamento do grupo alvo em ambiente de vida diária, eis que as equipes, normalmente, são multidisciplinares. A síntese dessas informações, coletadas e analisadas, são os pressupostos de projeto para a fase seguinte: a ideação.

Na segunda fase, a equipe passa por um processo de ideação, que consiste em uma síntese das informações e apresentação de “*insights*”³⁵. Nesse processo, são usadas ferramentas, para gerar ideias, como *brainstorming*³⁶, representações visuais (desenhos, desenhos esquemáticos), representações volumétricas ou protótipos de baixa complexidade, que podem ser construídos com material alternativo ou mesmo em laboratórios de fabricação (TSCHIMMEL, 2012),

Apesar de o processo de *Design Thinking* não ser considerado linear, o terceiro momento é a implementação. Nessa fase, é feita a prototipagem de novas ideias e soluções, já com materiais aplicados, soluções mecânicas. Além da construção, são realizados avaliações e ajustes com usuário para a melhoria do projeto (TSCHIMMEL, 2012).

Esses processos são contínuos, todavia, como já fora dito, não são considerados lineares e podem ser retomados ao longo do projeto, a fim de que haja melhorias ou lapidação das ideias. O projeto, na metodologia proposta, é o eixo que transporta uma ideia ou um conceito para a realidade, tendo começo, meio e fim. Esse modelo normalmente é apresentado como sendo o precursor do *Design Thinking*. Apesar das fases descritas, o Modelo dos 3 i's não é linear, o que se tem é um ponto de partida, e o restante, a consequência de tomadas de decisão ao longo do projeto.

³⁵ Possíveis temas com oportunidades de projeto.

³⁶ Tempestade de ideias – processo que não se limita à geração de ideias, porém é feita com um tempo controlado.

3.3.2 Modelo IDEO – HCD – Human Centered Design

O HCD é um modelo, cujo centro do projeto é o usuário, embora o termo HCD seja atribuído à IDEO, empresa de Tim Brown. Assinala-se que o termo foi criado por Klaus Krippenndorf nos anos noventa, inicialmente chamado de “Design Centrado no Ser Humano” (DCHS) (CAVALCANTI; FILATRO 2016).

De acordo com Brown (2010), o HCD ficou conhecido por ser um “*toolkit*”³⁷, desenvolvido, para atender a uma demanda apresentada pela fundação Bill e Melinda Gates. O objetivo era desenvolver um material que ajudasse na solução de problema e criação de novos produtos e serviços em países em desenvolvimento, em locais, tais como: África, Ásia e América Latina. Essa plataforma de ferramentas apresenta-se em forma de guia e é composta por três grandes fases, que dão nome ao *kit*, ‘*hear*’ (ouvir), ‘*create*’ (criar) e ‘*deliver*’ (implementar).

A primeira etapa – ouvir – procura contextualizar e entender às necessidades, portanto o ouvir (*hear*) não se caracteriza somente por entrevistas e questionamentos, mas também, por ser um processo imersivo, que ocorre através de observação e, até mesmo, de convívio diário com os usuários relacionados ao problema de Design³⁸. O objetivo é observação, para que se tenham novas visões e, por consequência, novas ideias (*insights*) que, possam contribuir para a solução do problema. A primeira etapa não aborda o processo criativo diretamente.

A segunda etapa – criar – caracteriza-se, por traduzir em ideias e protótipos os problemas, encontrados nas observações e imersões do processo anterior. Essa tradução é feita, usando diversas ferramentas de Design e com a participação do usuário, tendo em vista que o ator principal no processo é o usuário, e o foco é atender às suas necessidades.

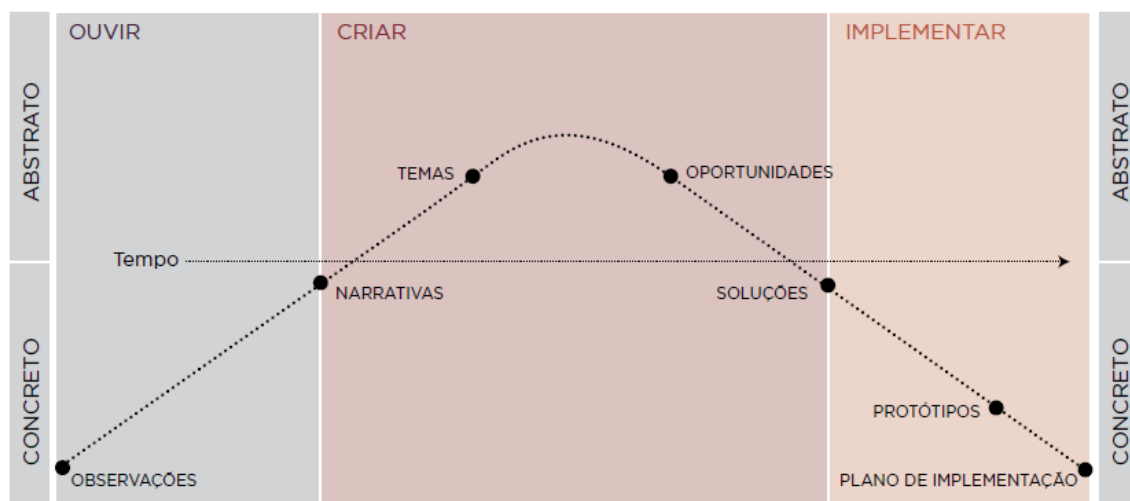
A última etapa – implementar – consiste em construir protótipos com um nível maior de detalhes, agregando funções e usabilidade, a fim de que se possa

³⁷ Caixa de ferramentas (tradução livre): Material que contém ferramentas de *Design* para a resolução de problemas.

³⁸ Será usado o termo “problema de *Design*”, para se referir à situação problema ou hipótese de projeto, por se tratar do termo, adotado na literatura da área de pesquisa

observar as interações do usuário, e, com isto, testar soluções, para que estas possam ser implementadas em uma pequena escala e, depois, que sejam implantadas de forma completa. As três fases desse modelo são sintetizadas na Figura 6, a seguir.

Figura 6 : HCD – Human Centered Design



Fonte: IDEO 2010

Uma característica do HCD está no fato de o *kit* proposto não ser engessado, podendo ser adaptado, até mesmo receber alterações de ferramentas ou metodologias, a fim de que se obtenham o resultado esperado. Outro fator preponderante é que o processo de ouvir, criar e implementar ocorre de forma cíclica, sendo interrompido e reiniciado, de acordo com as necessidades de projeto (AMORIM, 2013).

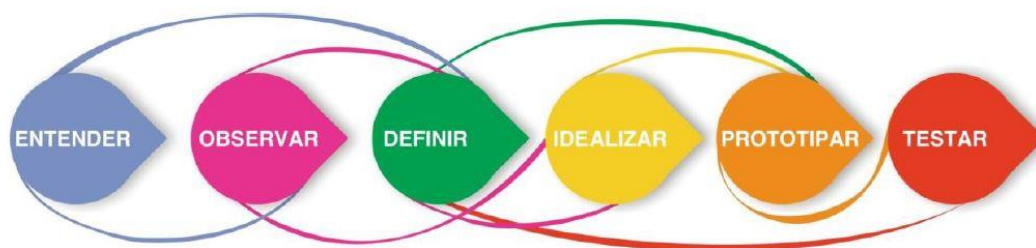
3.3.3 Modelo Hasso-Plattner-Institute ou *D.School*.

Outro modelo de *Design Thinking*, para Tschimmel (2012), desenvolvido em um contexto educacional universitário, foi o da Universidade de Potsdam na Alemanha, uma instituição com fortes vínculos com a Universidade de Stanford nos Estados Unidos. Por esse motivo, o modelo Hasso-Plattner-Institute foi o mais difundido, como modelo *D.School* de Stanford.

O modelo proposto é também baseado na experiência de processo, visto no método HCD, entretanto as etapas não são divididas somente em três fases

(ouvir, criar, implementar), conforme observado na Figura (7) abaixo, mas, em seis passos, que são sempre realizados em *loops*, ou seja, sempre que há um resultado satisfatório, se avança no processo, caso contrário se retoma à etapa anterior. A Figura representa as seis etapas, e a linhas, a iteratividade, presente no processo projetual, ou seja, conforme os resultados da etapa, se avança ou retrocede no processo.

Figura 7: Processo de *Design Thinking*, segundo abordagem da *D.School* de Stanford



Fonte: Cavalcanti (2014), adaptado da *D.School* Stanford

De acordo com Cavalcanti e Filatro (2016), a primeira fase do processo da D. School é o entender. Essa etapa se caracteriza por ser o momento de avaliar e compreender o contexto e o comportamento das pessoas envolvidas no projeto. Nesse primeiro momento, os Designer irão ouvir as necessidades e expectativas dos usuários ou sujeitos, envolvidos no problema de Design.

Na segunda etapa, entra em cena a capacidade de observação, através de entrevistas, ferramentas, técnicas de observação e, até mesmo, a imersão completa dos projetistas no contexto do problema a ser solucionado. Todo esse esforço é para que se consiga, como resultado da etapa, uma série de possibilidades que os Designer chamam de “*insights*”³⁹, que visam a atender às necessidades do usuário (TSCHIMMEL, 2012).

A terceira fase do processo busca construir narrativas, para que as possibilidades de projeto (*insights*) sejam compartilhadas, a fim de que possam ser sintetizadas em um quadro visual, em que será definido o ponto de vista do problema, ou em uma abordagem que reflita a perspectiva do usuário. (CAVALCANTI; FILATRO 2016)

³⁹ *Insight*: ponto de vista, percepção

O seguinte estágio é o da ideação que, assim como o modelo exposto anteriormente, compreende a etapa de criação. Segundo Cavalcanti e Filatro (2016 p. 39), “nesta etapa ocorre uma transição entre a identificação dos problemas e a exploração das soluções”. O time de projeto ou equipe de projeto entra em cena para propor, normalmente, atividades coletivas em sessões de chuvas de ideias, “*brainstorming*⁴⁰”. O foco principal dessa etapa é gerar o maior número possível de ideias, que serão classificadas e selecionadas, de acordo com critérios, estabelecidos pelos Designer. Nesse momento, se aplica e se explora o pensamento abstrato, não sendo, portanto, uma visão puramente analítica.

Conforme sugere Tschimmel (2012), as etapas seguintes são muito semelhantes às do HCD na fase de criação. O que há no Modelo da D. School é uma definição das fases de prototipagem e teste, que estão implícitas na etapa de criação do HCD. Para a presente pesquisa, as fases de idear (criar), prototipar e testar é que estão mais focadas no processo de abstração do conhecimento, porém, as demais fases pressupõem movimento de abstração e reflexão.

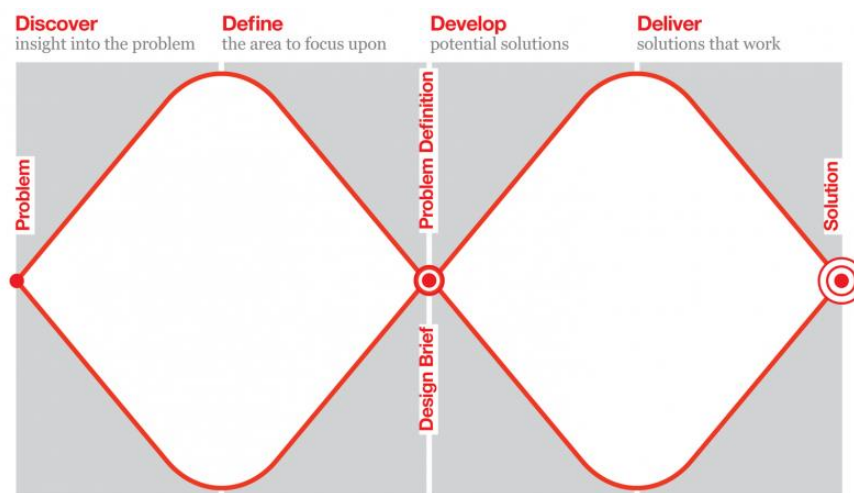
3.3.4 Modelo dos 4d's ou Diamante Duplo

Vários processos ou modelos de *Design Thinking*, segundo o *British Design Council*⁴¹ (2014), têm pontos de semelhança, e, a partir dessa observação, eles propuseram um mapeamento de fases de projeto de diversas abordagens de Design, denominado “*Double Diamond*”. Esse mapeamento resultou em quatro fases distintas: 1- descobrir o problema; 2 – definir do problema ou *briefing*⁴² de Design; 4- desenvolver soluções e 4 – entregar a solução, conforme representado na Figura 8, a seguir.

⁴⁰ *Brainstorming*: tempestade de ideias

⁴¹ *British Design Council*: Conselho Britânico de Design – tradução livre:

⁴² *Briefing*: diretrizes de projeto, requisitos e restrições.

Figura 8: *Double Diamond*

Fonte: <https://www.Designcouncil.org.uk>

Ainda, conforme a entidade citada, em todos os processos criativos, as ideias são possíveis de serem concebidas, porque são criadas em um modelo de “pensamento divergente”, no qual se exploram inúmeras possibilidades, desde uma ampla gama de pesquisas a uma numerosa geração de alternativas de projeto, para que fossem refinadas e reduzidas a uma melhor ideia, ou seja, convergindo para um ponto de solução. Esse processo, como destaca o *British Design Council*, pode ser representado em formato de diamante. Porém, no processo do Diamante Duplo, isso acontece duas vezes – uma, para definir o problema, e outra, para criar a solução, como observado na Figura 8 acima.

Para que o projeto seja desenvolvido, e dê conta do problema de Design, são empregadas ferramentas, divididas em quatro fases, são elas: descobrir, definir, desenvolver e entregar. Assinala-se também que esse processo é iterativo, ou seja, as ideias são desenvolvidas, testadas e refinadas várias vezes, de acordo com o tempo e a necessidade; e as de menor potencial são descartadas ao longo do processo.

O Modelo dos 4d's é assim chamado, por serem as iniciais em inglês das fases macro dos projetos de Design, segundo o *British Design Council* (2014). As etapas foram definidas, como: descobrir, definir, desenvolver e entregar.

Descobrir – é a fase em que os Designer tentam observar o mundo ou o problema de uma maneira nova, usando a intuição e coletando informações que são chamadas de “*insights*”. Essa etapa é uma fase divergente, isto é, nela se ampliam as pesquisas e as possibilidades, para que sejam filtradas na etapa seguinte.

Definir – é a segunda fase, que é a de convergência, na qual os Designer buscam definir as melhores possibilidades e, para isto, empregam perguntas, tais como: O que mais importa? O que é viável? O objetivo é um resumo criativo, ou seja, uma diretriz de projeto.

Desenvolver – somente, após as duas fases em que se exploram e definem possibilidades, é possível desenvolver soluções. Para isso, são criadas alternativas que, posteriormente, serão prototipadas e testadas, para que possam ser validadas. Novamente, como nos outros modelos, trata-se de um processo iterativo, ou seja, caso haja êxito, segue para a próxima fase, caso contrário, retoma-se à fase anterior, até que se tenha a melhor resposta para o projeto.

Entrega - é o estágio de entrega, no qual o projeto resultante (um produto, serviço ou ambiente, por exemplo) é finalizado, produzido e lançado.

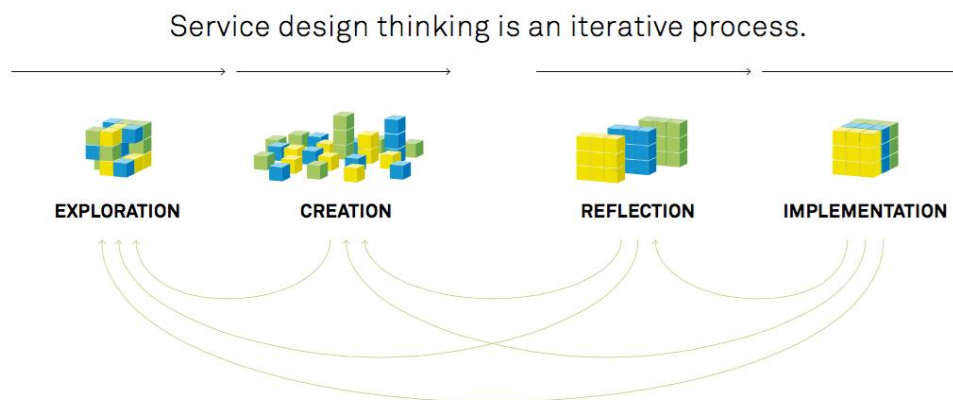
3.3.5 Design Thinking de Serviço – (SDT Model)

Outra forma de descrever o *Design Thinking*, segundo Tschimmel (2012), como um processo iterativo, é, por meio do método, desenvolvido por Stickdorn e Schneider (2014). O modelo proposto é composto por quatro fases distintas, sendo elas: exploração, criação, reflexão e implementação. Embora esse método possa ser aplicado para produtos físicos, ele foi desenvolvido para situação em que temos valores que não podem ser tangibilizados, caracterizando problemas de serviços e suas relações

Conforme a Figura 9, abaixo, o modelo, proposto pelos autores, apresenta fases em que, em um primeiro momento, se exercita o processo de empatia, isto é, são exploradas as condicionantes do problema; no segundo momento, há uma criação, portanto os cubos estão desordenados; e, no terceiro estágio, as

criações são alinhadas por um processo de reflexão; e, por fim, tudo isso é unido em um serviço.

Figura 9: *Service Design Thinking*



Fonte: Stickdorn e Schneider (2014, p.124/125)

Na fase de exploração, busca-se entender o problema, a partir da perspectiva dos usuários atuais e potenciais. É indispensável se obter um panorama geral da situação, baseado não só na coleta de dados, mas também na criação de *insights* que possam identificar e clarificar o problema. O objetivo inicial não é simplesmente resolver o problema, é, antes de mais nada, identificar corretamente e delimitar as necessidades do usuário. Cabe ressaltar que, além de métodos etnográficos, o Designer precisa também desenvolver uma visão holística (STICKDORN; SCHNEIDER, 2014)

Avançando para a fase de criação, temos uma característica do *Design Thinking* de Serviços, que é o de explorar os erros, ou seja, o objetivo é testar o máximo de ideias possíveis, criando e recriando possíveis soluções, explorando as falhas, para que se possa ajustar as criações e prototipar novamente. O ponto crucial desse estágio do processo é identificar erros e aprender o máximo possível antes de passar para as fases seguintes. Todo esse processo é potencializado por dinâmicas que exploraram a *cocriação* dos Designer com usuários (STICKDORN; SCHNEIDER, 2014).

A fase de reflexão serve, para prototipar e testar os serviços, a fim de que se obtenha retorno, “*feedbacks*”, dos usuários. Essa fase utiliza coleta de dados e observações para ajustes do serviço, sempre pela ótica do usuário. “É importante fazer protótipos dos conceitos de serviço no contexto de seu uso real ou em circunstâncias próximas da realidade. O *Design Thinking* de serviços utiliza diversas abordagens de encenação e dramatização” (STICKDORN; SCHNEIDER, 2014, p.134)

Segundo Tschimmel (2012), a última fase, a implementação ocorre quando o serviço é colocado em prática, baseado nos ajustes das fases anteriores, buscando, assim, uma solução para o problema inicial.

Existem diversas abordagens, métodos e processos que poderiam ser descritos, porém os modelos citados contemplam o Pensamento Projetual ou *Design Thinking*, e é possível constatar que a aprendizagem e a reflexão são parte do processo criativo do Designer. Brown (2010) afirma que, para o problema de Design, “há pontos de partida e pontos de referência úteis ao longo do caminho, mas o *continuum* de inovação pode ser visto mais como sistema que se sobrepõe do que como uma sequência ordenada (BROWN 2010 p.16).

Portanto, pensar de forma projetual pode ser entendido como não pensar a partir de um problema, mas, sim, assumir uma abordagem experimental, com restrições, tendo início, meio e fim, momento em que se passa de ideia para a realidade. Isso pode ser feito de forma não linear, no entanto não pode ser confundido com desorganização ou indisciplina. Como o autor afirma, “a razão para a natureza iterativa e não linear da jornada não é que os Designer *thinkers* sejam desorganizados ou indisciplinados, mas o fato de o *Design Thinking* ser fundamentalmente um processo exploratório; quando realizado de modo correto” (BROWN, 2010 p. 16).

Além do Pensamento Projetual, outro aspecto importante do *Design Thinking* é o visual. Segundo Brown (2010), essa ferramenta assume várias formas, e não podemos achar que deve ficar restrita à ilustração, na verdade não é nem necessário saber desenhar, pode-se prototipar ideias de forma simples e rápida, ou, como o próprio autor sugere, de modo “rápido e sujo”. Os protótipos podem ser alguns modelos volumétricos, construídos com material alternativo.

A prototipagem de ideias, foco desta pesquisa, conforme vimos nos diversos modelos de pensamentos projetuais, é uma parte indispensável no processo. É possível observar, segundo os modelos apresentados, que a agilidade na prototipagem permite uma maior geração e validação de ideias, tendo em vista que todos os modelos são iterativos, ou seja, são etapas, executadas em ciclos, para a evolução das ideias. No contexto apresentado, em que prototipar é uma fase indispensável para a solução de problemas de Design, a experimentação, por meio de modelos ou protótipos, contribui consideravelmente para o processo e os resultados de soluções dessa área, surgindo, desta forma, as aplicações dos laboratórios de fabricação no ensino e na aprendizagem de Design.

Para que sejam desenvolvidos esses dois aspectos (pensar de forma projetual e experimentar), mencionados como fundamentais por Brown, e atender às diretrizes do MEC, precisamos proporcionar espaços dentro do ambiente acadêmico, para que os alunos possam trabalhar em projetos de forma criativa e explorando o seu pensamento visual e projetual, com iteratividade. Assim, será possível contribuir, para que tenhamos futuros Designer criativos e inovadores. Brown vai além desta ideia e cita a visão de um dos grandes pesquisadores na área de estratégia e inovação.

Se Gary Hamel estiver correto em sua argumentação de que o século XXI favorecerá a capacidade de adaptação e a inovação contínua, faz sentido que as organizações, cujo "produto" seja a criatividade, cultivem ambientes que reflitam e a reforcem (BROWN 2010, p. 31)

Quando Hamel faz menção a organizações em que o produto, seja a inovação, seja a criatividade, é possível usar o termo "produto", como uma metáfora para o projeto, já que é a síntese de um processo, que envolve inovação e criatividade. Então, o ensino de Design é o "produto". Obviamente, não se trata de uma visão de mercantilização da Educação, mas, sim, de resultado do processo de projetar. Se pensarmos em ambientes que proporcionem ou cultivem a criatividade, podemos pensar em laboratórios de fabricação, que têm como objetivo um espaço de construção de quase qualquer coisa. No panorama exposto, é importante que sejam explorados os processos

criativos no âmbito acadêmico e que se vincule a eles os espaços, como os laboratórios de fabricação digital.

3.2 PROCESSOS CRIATIVOS E ENSINO APRENDIZAGEM EM DESIGN

O Pensamento Projetual, conforme visto até o momento, não é uma exclusividade dos designers, pois todos podem e conseguem projetar ou resolver problemas, e este aspecto é inerente à condição humana (CROSS, 2001). Porém, quando se aborda a questão do Pensamento Projetual, é difícil dissociá-lo dos processos criativos, sendo que, se formos analisar em que contextos se desenvolvem esses processos na formação do profissional de Design, é inevitável que cheguemos ao ensino e aprendizagem no contexto acadêmico.

O Design, como disciplina científica, segundo Cross (2001), surgiu como contestação à doutrina positivista. O autor, Donald Schön, nos anos oitenta, apresentou um paradigma construtivista para o Design. Anteriormente, a “ciência do Design” se fundamentava no paradigma positivista, em que Herbert Simon, em seu livro, “As ciências do artificial” (1981), apresentou uma visão do Design como solucionador de problemas bem definidos, quase se aproximando de uma visão de engenharia. Schön criticou essa ideia e propôs, ao invés disso, pensar o Design para problemas mais complexos ou não tão bem estruturados, ou seja, para situações confusas, ou que Richard Buchanan (1992) definiu posteriormente como “*wicked problems*”⁴³ (CROSS 2001).

Os processos criativos no Design passaram a ser explorados de forma mais efetiva, quando Schön procurou “uma epistemologia da prática implícita nos processos artísticos intuitivos que alguns praticantes trazem para situações de incerteza, instabilidade, singularidade e conflito de valores” (CROSS 2011 p. 23), e que ele caracterizou como “prática reflexiva”. Esse movimento de Schön é que foi o precedente de pesquisas sobre *Design Thinking* ou Pensamento Projetual.

Dentre os diversos métodos de Design, o *Design Thinking* surge como alternativa para o ensino “positivista” nos diversos níveis de Educação, inclusive

⁴³ Problemas complexos – tradução nossa para o português.

no Ensino Superior, que é o foco desta pesquisa. A partir das pesquisas de Donald Schön e com a necessidade de uma reforma educacional que valorizasse a experiência e resolução de problemas, é que a difusão dos métodos e ferramentas se consolidaram no Ensino Superior. Conforme Tschimmel e Santos (2018), surgiram diversos modelos que contemplavam o Pensamento Projetual, entre eles, a iniciativa da IDEO se destaca.

Design Thinking for Educators (Riverdale e IDEO, 2011) ou Pensando e agindo como um Designer (Diefenthaler et al., 2017) com seus estudos de caso, mentalidade e toolkit, já provaram que o *Design Thinking* é capaz de oferecer ferramentas de pesquisa, criatividade e aprendizado, capaz de impulsionar a inteligência coletiva, o pensamento inovador e adaptativo, a transdisciplinaridade, a empatia um público, e muitas outras competências empregadores e organizações procuram hoje – tradução livre

Nesta perspectiva, Tschimmel e Santos (2018) afirmam que, muitas vezes, o processo criativo é confundido com a fase de “construção de alternativas”, como visto anteriormente nos Modelos de Pensamento Projetual (ideação – Modelos dos 3 i’s; criação – HCD; idear/prototipar – *D.School* ; desenvolver – *Double Diamond*). No entanto, é fundamental deixar claro que não se trata de uma etapa, pois, de acordo com Csikszentmihalyi (2006), a atividade do Designer é uma atividade criativa, e a construção do projeto, independente do modelo ou ferramentas, é um processo criativo que ocorre, na busca do equilíbrio de diversos elementos para a criação de novas ideias

Por exemplo, o Designer, ao se deparar com um problema, já começa a projetar, assim, o pensamento criativo. Não se trata de uma fase, mas, de um processo. Para Tschimmel e Santos (2018), esse movimento é o resultado de uma interação do problema, do repertório do Designer, de conteúdos semânticos de domínios prévios e operações mentais, que são ligados a elementos, armazenados na memória e ativados de forma indutiva, por meio de reflexões acerca de problemas anteriores ou situações semelhantes que foram vivenciadas e permitiram uma aprendizagem.

Portanto, o Pensamento Projetual – *Design Thinking* – compreende as relações e combinações de reflexões e aprendizagens anteriores e conhecimentos ou abstrações de uma nova ideia ou situação problema. Como

se trata de um processo de aprendizagem, é contínuo e possível de ser desenvolvido (CROSS, 2006).

Neste sentido, é que, segundo Tschimmel e Santos (2018, 210), a importância do Pensamento Projetual, citado pela autora como *Design Thinking*, fica mais evidente.

O *Design Thinking* pode ajudar na exploração e organização de informação diversa; através de ferramentas de visualização, mapeamento e prototipagem, e ajudando para dar sentido e resolver problemas mal definidos. Assim, a DT pode ser de grande ajuda na reformulação do aprendizado ambientes, estruturas, processos e conteúdo. Um ecossistema diversificado de aprendizado no qual o aprendizado se adapta para cada aluno em vez de alunos que tentam se adaptar a ambientes de treinamento é o novo modelo para a educação. E *Design Thinking* é um método eficaz para encontrar respostas para este desafio, recriando novo. Tradução livre

É importante esclarecer a diferença entre os termos “criatividade”, “pensamento projetual”, “processo criativo” e “criatividade”. Tschimmel (2018) explica os termos da seguinte forma: criatividade – um momento de capacidade de solucionar problemas; pensamento criativo – operações cognitivas, associadas a conhecimentos prévios, para solucionar problemas. Porém, esses dois fatores, “criatividade” e “pensamento criativo”, são inerentes a um indivíduo e precisam levar em conta aspectos externos, como contexto social, ambiente e cultura.

Para que problemas possam ser solucionados, é necessária a geração de ideias ou soluções, levando em conta os contextos, citados anteriormente, e isto ocorre por meio de um processo criativo, que pode ou não estar baseado em métodos. No ensino e aprendizagem de Design, aplica-se o método, para que haja uma melhor compreensão do processo criativo, e, com isto, lidar com fatores que possam influenciar ou facilitar o desenvolvimento de novos projetos ou soluções.

De acordo com o Relatório sobre Educação para o Futuro de 2030, da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2018), há três competências classificadas no documento como aquelas que podem transformar a sociedade, são elas: criar novos valores; conciliar tensões e problemas, bem como assumir responsabilidades. No conceito relacionado à

criação de novos valores, são citadas a capacidade de pensar criativamente, desenvolver novos produtos, serviços, negócios e novos modelos sociais, tudo isto baseado em um foco, ou seja, em áreas criativas, mostrando a importância de um Pensamento Projetual, associado a processos criativos.

É importante ressaltar ainda que o documento se direciona à Educação Básica em países que compõem a organização, não sendo exclusividade de uma área do conhecimento, como a do Design, por exemplo, o que amplia ainda mais a importância de se pensar os processos criativos no ensino de Design. Outro aspecto que devemos pontuar é que todo esse processo está baseado em uma concepção de ensino e aprendizagem com premissas que se assemelham aos conceitos construtivistas. Consequentemente, ao pensarmos no contexto apresentado de um ensino, centrado no Pensamento Projetual e em espaços que favoreçam esse tipo de ensino e aprendizagem, nota-se a relevância do uso de laboratórios de fabricação digital, como espaços de criatividade, tema que será abordado na sequência.

3.3 *FAB LABS*, COMO ESPAÇOS DE CRIATIVIDADE

Se mudanças nos espaços físicos de salas de aula não fossem um fator que influenciasse no processo criativo, a universidade de Stanford, nos Estados Unidos, não teria tirado os carpetes dos ambientes de ensino e não teria deslocado as mesas para o centro das salas. Segundo George Kembel (2012), um dos fundadores da D. School, as salas de aula não podem parecer escritórios, precisam ser ambientes que proporcionem a criatividade. Esse pensamento é compartilhado por David Kelly, fundador de um dos mais importantes estúdios de Design do mundo IDEO. Segundo Kelly, para que se tenha espaços propensos à inovação, precisamos de mais espaços focados no “nós” e não, no “eu”. Essa discussão também perpassa estudos da área da Educação, como a reflexão de Fagundes, Valentini e Soares (2010). Os autores, ao comentarem sobre a disposição da sala de aula e a concepção pedagógica, acreditam que a organização desse espaço no *layout* tradicional, ou seja, de classes em fileiras, reforça um pressuposto empirista, e o conhecimento estando no professor. Já, há outras organizações de sala de aula, em que os estudantes

podem enxergar e conversar uns com os outros e com o professor, bem como interagir com os recursos e materiais disponíveis. Desta forma, são outros elementos, catalizadores do processo do aprender, que se colocam em jogo, além do discurso do professor.

Esse pensamento fica mais evidente, quando se circula pelos ambientes de ensino da *D.School*, e, ao serem observadas as salas de aula de lá, não sabemos quem está aprendendo ou ensinando (DOORLEY; WITTHOFT, 2012), conforme está mostrado na Figura 10, a seguir:

Figura 10: *D.School* sala de aula



Fonte <http://dschool.stanford.edu>

Quando citamos ambientes mais flexíveis e que proporcionem momentos de criatividade e aprendizagem, é que os laboratórios de fabricação digital se destacam como uma alternativa, principalmente, ao nos focarmos no processo criativo, vinculado à prototipagem. O conceito dos laboratórios de fabricação digital foi desenvolvido por Neil Gershenfeld em 2005, conforme o *site Fab Foundation*.

Heloísa Neves (2014), uma das grandes pesquisadoras sobre o tema no Brasil, cita que o termo é uma abreviação da expressão em inglês “*fabrication laboratory*”. A autora define *Fab Lab* como: “uma plataforma de prototipagem rápida de objetos físicos e está inserido em uma rede mundial de quase duas

centenas de laboratórios: dos Estados Unidos ao Afeganistão, da Noruega a Gana, de Costa Rica a Holanda.

De acordo com a Fab Foundation, os laboratórios de fabricação digital foram inicialmente pensados e projetados para serem plataformas de prototipagem para empreendedores locais, e, aos poucos, foram sendo adaptados para o uso em escolas voltadas à Educação de áreas de Ciências, Matemática e Artes, em uma concepção pedagógica conhecida como “*hands on*”. Ainda, conforme a Fundação, essa perspectiva pedagógica faz com que os usuários ou membros de um laboratório de fabricação troquem informações e aprendam, assim como ensinem uns aos outros.

Fortalecidos pela experiência de fazer algo por si mesmos, eles aprendem e são mentores uns dos outros, obtendo profundo conhecimento sobre as máquinas, os materiais, o processo de Design e a engenharia que envolve a invenção e a inovação. Em ambientes educacionais, em vez de depender de um currículo fixo, o aprendizado acontece em um contexto autêntico, envolvente e pessoal, no qual os alunos passam por um ciclo de imaginação, Design, prototipagem, reflexão e iteração à medida que encontram soluções para desafios ou trazem suas ideias para a vida (NEVES, 2014).

Eychenne e Neves (2014) afirmam que outro fator importante é o fato de os laboratórios serem compostos por máquinas, em sua maioria, programáveis com comandos numéricos. São máquinas, oferecidas para a indústria, porém, por serem de menor porte, são mais acessíveis e, muitas vezes, adaptadas ou até mesmo projetadas e construídas nos laboratórios. Um laboratório de fabricação digital, para ter a certificação do MIT e ser integrante de rede *Fab Lab*, precisa ter alguns equipamentos, listados em uma cartilha que, além de apresentar os tipos de equipamentos, sugere, entre outras coisas, o espaço necessário e, até mesmo, o mobiliário a ser utilizado nesse ambiente. Nas Figuras abaixo, de acordo com Eychenne e Neves (2014), os principais equipamentos para um *Fab Lab* são: máquina de corte a laser (Figura 11), máquina de corte de vinil (Figura 12), fresadora de alta resolução (Figura 13), componentes eletrônicos múltiplos (Figura 14), ferramentas de programação, associadas a microcontroladores abertos, de baixo custo e eficientes, além de impressoras 3d (Figura 15).

Figura 11: Cortadora a laser grande



Fonte: <http://fablablivresp.art.br/nossas-maquinas>

Figura 12: Cortadora de vinil



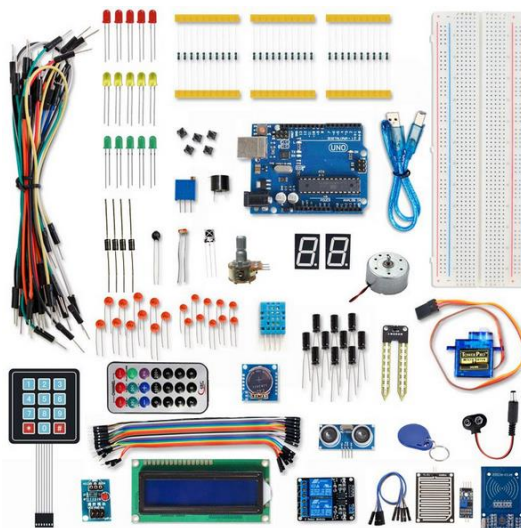
Fonte: <http://fablablivresp.art.br/nossas-maquinas>

Figura 13: Fresadora de alta resolução



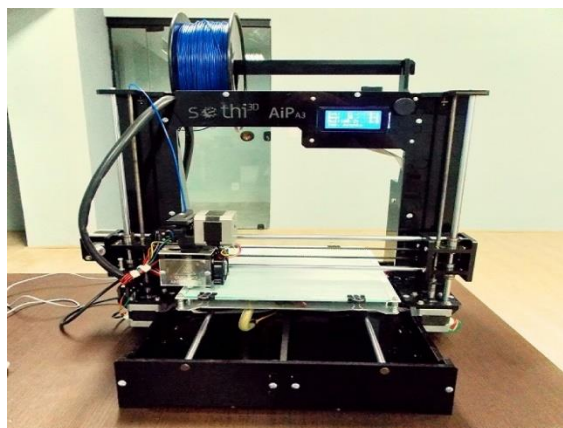
Fonte : <http://fablablivresp.art.br/nossas-maquinas>

Figura 14: Kit Arduino –



Fonte : <http://fablablivresp.art.br/nossas-maquinas>

Figura 15: Impressora 3d



Fonte: <http://fablablivresp.art.br/nossas-maquinas>

Ainda, como ressaltam os autores, o primeiro *Fab Lab* surgiu no MIT, nos laboratórios de *Bits* e átomos, sendo fundado pela *National Science Foundation* em 2001, tendo como objetivo permitir a fabricação digital. Eles citam que Gershenfeld passou muito tempo ensinando como os estudantes do MIT deveriam usar as ferramentas, por isso Gershenfeld criou o curso, citado anteriormente, “*How to Make Almost Anything*” (tradução para o português: “Como fazer quase qualquer coisa”). Esse curso foi ministrado, a primeira vez, para estudantes de diversas áreas, sem conhecimento e habilidades técnicas específicas, mas foram conseguidos resultados muito positivos

De acordo com a Fab Foundation, os *Fab Labs* podem ser divididos em profissionais e acadêmicos (Figura 16), tendo uma lista de requisitos e princípios a serem seguidos, para que possam ser certificados pelo MIT. Segundo o livro “A nova revolução industrial” (ANDERSON, 2012), até 2012, existiam quase 1000 laboratórios de fabricação no mundo todo. Esse número não se refere somente aos laboratórios de fabricação digital, mas também, à toda a rede vinculada ao MIT. Os ambientes de laboratórios de fabricação são estruturas, com equipamentos, máquinas, manuais e até mesmo bancadas eletrônicas. No entanto, somente o espaço não é o suficiente para o uso, como recurso pedagógico no ensino e aprendizagem de Design. Precisam ser levados em conta outros aspectos, como o seu uso, aliado a processos criativos. Esses apontamentos nos direcionam para uma visão de educação diferenciada, frequentemente vinculada à ideia de construção de conhecimento e não, à de transmissão de conhecimento, principalmente, quando nos referimos à formação na graduação.

Figura 16: *Fab Lab Island*



Fonte: <https://www.fablabs.io/labs/vestmannaeyjar>

Para Tschimmel (2012), da mesma forma que o esboço ajuda o Designer a pensar e a elaborar ideias, ao observarmos as fases de modelos de *Design Thinking*, apresentados anteriormente, vemos que, além do pensamento abstrato e concreto, outro aspecto bastante relevante é o de construir propostas

ou protótipos, a fim de que seja possível avaliar ou, até mesmo, adaptar um projeto que fora baseado em um problema de Design.

A prototipagem é uma maneira de visualizar e testar novas soluções e, portanto, uma das principais ferramentas do *Design Thinking*. Se retomarmos os modelos, apresentados anteriormente, notaremos que, em todos eles, existe um momento de criação que pode ser ou não, o momento de testar um produto (implementação – Modelos dos 3 i's; implementação – HCD; idear/prototipar – *D.School*; Desenvolver – *Double Diamond*). Quando há uma síntese de etapas, ou seja, uma convergência, em alguns casos, recorre-se à prototipagem para a criação, validação ou, até mesmo, teste com usuário. Segundo Neves (2014), nesse sentido é que os laboratórios de fabricação surgem como ambientes de criatividade ou que favorecem o processo criativo.

Fab Labs estão intrinsecamente ligados ao movimento *open source*⁴⁴ através de sua política de acesso aberto e por sua ênfase na partilha de ideias e projetos. Como centros de fabricação digitais, eles estimulam⁴⁵ a aprendizagem ao oferecer oportunidades para que as pessoas se envolvam com novas tecnologias, além de conectar e compartilhar criações e soluções por meio da ampla rede de Fab Labs. (NEVES 2014, p. 129 apud TROXLER, 2010)

De acordo com Neves (2014), os laboratórios de fabricação digital têm como objetivo principal a possibilidade de oferecer ao Designer ou indivíduo a condição de fabricação de objetos de forma alternativa, contudo, como ressalta a autora, esses espaços podem, sim, ser descritos como ambientes potencializadores de inovação, nesse caso, a inovação do ponto de vista criativo, ou seja, sendo um ambiente que pode favorecer os processos criativos.

Independentemente de ser uma sala de aula ou o escritório de uma empresa de bilhões de dólares, os espaços são algo para se pensar como uma ferramenta de inovação e colaboração. Não é uma condição inicial dada, algo que deveria ser aceito como é. O espaço é uma ferramenta valiosa que pode ajudá-lo a criar uma colaboração profunda e significativa em seu trabalho e vida (DOORLEY; WITTHOFT, 2012) – David Kelly prefácio⁴⁶

⁴⁴ Projetos abertos são passíveis de edição por uma comunidade.

⁴⁵ O termo estímulo não está presente no Construtivismo, mas se entende que pode ser citado, já que é um dos poucos teóricos que abordam *Fab Labs* e aprendizagem.

⁴⁶ *Regardless of whether it's a classroom or the offices of a billion-dollar company, spaces are something to think of as an instrument for innovation and collaboration. It's not an initial, given*

Figura 17: *Fab Lab* em Berlim

Fonte: <https://www.flickr.com/photos/okfde/22064528118>

Segundo Weiner (2010), o Designer deve ter um espaço que favoreça a criatividade e, para que isto aconteça, é necessário um cuidado com o ambiente e também que o erro seja utilizado como aprendizagem. Esse ambiente deve favorecer métodos de investigação, pensamentos analíticos e, o mais importante, gerar ideias através de uma abordagem prática, na ação. Nesse panorama, fica mais claro o uso de laboratórios de fabricação digital no processo de ensino e aprendizagem do Design.

De acordo com Tschimmel (2012), a construção de modelos volumétricos ou testáveis é indispensável para o processo criativo no Design. Quanto antes o projetista testar e falhar, mais rapidamente ele terá condições de ajustar o projeto. É, nesse contexto, que os espaços de laboratórios de fabricação digital favorecem o processo criativo do pensamento projetual.

Após aprofundar como o ensino e a aprendizagem em Design se desenvolveram e como o Pensamento Projetual foi concebido do ponto de vista epistemológico, sendo um contraponto à doutrina positivista, é possível perceber

condition, something that should be accepted as is. Space is a valuable tool that can help you to create deep and meaningful collaboration in your work and life".

que o *Design Thinking*, bem como os modelos que derivam dessa metodologia, podem dar suporte ao Pensamento Projetual e visual.

De acordo com as pesquisas (AIGA/Adobe) e tendências (OECD 2030), apresentadas ao longo do capítulo, fica evidentes que, dentre as características do profissional ou estudante de Design, são destacadas habilidades, como criar e desenvolver resposta visual para problemas de comunicação; ter a capacidade para solucionar de problemas de comunicação, incluindo a identificação do problema; de realizar pesquisas, análises, gerar solução, bem como prototipagem, testes com usuários; e avaliar os resultados.

Nesse contexto, destacamos ainda que os laboratórios de fabricação podem contribuir para a aprendizagem. Mesmo que não tenhamos encontrado nenhuma publicação focada nessa temática, podemos citar um relato, extraído da tese de Heloísa Neves, que está focada em inovação, porém ela usa os *Fab Labs* como espaço de inovação.

Outra situação constatada é o fato de os laboratórios de fabricação digital inicialmente não terem sido pensados para o uso acadêmico, no entanto foram adaptados para o uso no ensino, percebendo-se, assim, que não houve uma preocupação epistemológica ou a clareza de uma concepção pedagógica. Parece que se resume a uma “estratégia” ou a “modelo” de “*hands on*”, o que reforça ainda mais a problemática, proposta nesta dissertação. Portanto, emergem, neste subcapítulo, indicadores, tais como:

- a) **Aprendizagem pressupõe uma interação e iteração:** a interação do sujeito com o problema de Design e com os colegas, tendo em vista que dificilmente será uma atividade solitária.
- b) **Os processos criativos e de aprendizagem são contínuos:** tratam de processos, tanto criativos quanto de aprendizagem, e não há um processo linear e um ponto final.

4 LABORATÓRIOS DE FABRICAÇÃO NO ENSINO E APRENDIZAGEM PROJETUAL

Após desenvolver os dois eixos temáticos que norteiam esta pesquisa, este capítulo visa a articulação das temáticas propostas e uma reflexão acerca dos processos criativos no ensino e aprendizagem do Design, à luz da Teoria da Abstração Reflexionante. O foco desta dissertação é, portanto, tomar uma epistemologia do processo de ensino e aprendizagem, no qual o sujeito é ativo, ou seja, precisa interagir e refletir sobre as questões, propostas em sala de aula. Ao longo dos capítulos anteriores, foram discutidas abordagens da Educação e da Teoria da Abstração Reflexionante, fazendo algumas aproximações com o Design. Neste momento, pretende-se mostrar, com mais aprofundamento, como os pressupostos de aprendizagem da Teoria de Piaget, em especial, a da Abstração Reflexionante se articulam com o ensino Projetual em Design, tendo em vista que não foram encontrados indícios de princípios pedagógicos para o uso dos laboratórios de fabricação digital.

A fim de que possam ser articulados os eixos temáticos, vistos ao longo da pesquisa, serão utilizados indicadores que emergiram das conclusões dos capítulos anteriores. Esses indicadores irão nos ajudar a compreender e construir as dimensões, que serão usadas para estabelecer a relação entre Construtivismo com o Pensamento Projetual.

Para a elaboração destes indicadores, levou-se em conta a relação sujeito/objeto, face ao processo de aprendizagem. Tais indicadores serão detalhados ao longo deste capítulo, com vistas a compreender a construção das dimensões em que serão propostas as intersecções entre o Construtivismo e o Pensamento Projetual, quando aplicados em ambiente de laboratórios de fabricação digital. Abaixo, seguem os indicadores que emergiram nas conclusões dos capítulos anteriores:

- a) **Sujeito ativo:** o sujeito precisa interagir com o objeto de conhecimento, seja ele qual for.
- b) **Agir para aprender:** o agir, nesta perspectiva, é o pensar sobre a reflexão, que pode ter ou não, apoio de recursos materiais.

- c) **O sujeito precisa ser reflexivo:** ele necessita abstrair, para que possa chegar às fases de definição.
- d) **A reflexão precisa ser provocada:** a mobilização para a reflexão pode vir do próprio sujeito e de suas indagações acerca de algo ou provocada por uma situação ou sujeito externo, como, por exemplo, o professor.
- e) **Aprendizagem pressupõe uma interação e iteração:** é preciso que haja interação do sujeito com o problema de Design e com os colegas, tendo em vista que esta dificilmente será uma atividade solitária.
- f) **Os processos criativos e de aprendizagem são contínuos:** tratam de processos tanto criativos quanto de aprendizagem e não há um processo linear e um ponto final.

A partir desses indicadores, foram construídas dimensões de análise nos quais estes foram empregados, como conectores, para uma discussão a respeito do problema de pesquisa. Foram definidas, então, três dimensões, sendo elas:

1) O Pensamento Construtivista e o Pensamento Projetual – as abstrações e os modelos de pensamento concreto e abstrato.

2) Educação *Maker* e os espaços de criatividade – abstrações pseudo-empíricas e empíricas, com a influência do ambiente.

3) Abstração Reflexionante e a aplicação nos laboratórios de fabricação digital – os processos de prototipagem e a relevância da orientação de um modelo pedagógico.

Para uma melhor compreensão dos assuntos acima, serão usados exemplos que contemplam problemas de Design (hipóteses) e que tenham relação com a área de Educação. Esses exemplos, portanto, servirão para ilustrar as articulações, propostas em cada dimensão com os indicadores, citadas anteriormente. Foram escolhidos exemplos (estudos de caso) de projetos de Design que tivessem, em comum, dois aspectos: ser um problema, resolvido por meio do Pensamento Projetual, e que tivesse alguma ligação com a Educação. Desta forma, foram selecionados dois casos: O Aspirador de James Dyson e *D.School*, Escola de Design de Stanford.

4.1 PROCESSO CRIATIVO CONSTRUTIVISTA ALIADO AO PENSAMENTO PROJETUAL

Anteriormente, vimos que o Pensamento Projetual (*Design Thinking*) começou a ser explorado no âmbito científico, a partir do momento em que Donald Schön (1983) se opôs ao Positivismo, trazendo, ao que tudo indica, o Construtivismo pela primeira vez, como aporte teórico, para dar sustentação aos processos criativos dentro da perspectiva projetual.

Então, além de um vínculo epistemológico que fora identificado por meio da revisão bibliográfica, baseada em linha do tempo (análise diacrônica), que inicia na concepção do Construtivismo e vai até a Educação *Maker*, há também uma aproximação conceitual do Design, como ciência e disciplina, com o Construtivismo e, por consequência, com os processos criativos. Além dessas conexões, pontuadas ao longo desta pesquisa, pode-se perceber que o sujeito é ativo em relação ao problema de Design, sendo o Pensamento Projetual um movimento que pressupõe uma ação para a compreensão do problema.

Na história, as áreas de conhecimento, relacionadas à criação e à criatividade, no geral, se opuseram à concepção de um ensino empirista ou apriorista. A Bauhaus (1919), considerada a primeira escola de Design, tinha, entre suas premissas, aspectos que se assemelhavam a uma linha de pensamento escolanovista. Ou seja, observa-se que não se tratava de uma educação ou ensino, orientado por uma abordagem empirista, citado por Schön (1983) como positivista, pois o ensino bauhausiano trazia, como diretrizes, o aluno como protagonista e usava, entre outras coisas, o agir para aprender.

O agir para aprender está na base do pensamento piagetiano, mas é fundamental compreender que o agir não é somente físico, mas se entende também o agir como pensar acerca de algo. O aprender, nessa concepção, está vinculado ao questionamento, à exploração, ao sujeito experimentar a partir de suas hipóteses, bem como à cooperação. São os problemas e as dúvidas que irão ativar os mecanismos cognitivos (assimilação e acomodação) e que são parte da Abstração Reflexionante. Assim, a Abstração Reflexionante de Piaget (1995) explica como o aprender se estrutura a partir de diferentes níveis de

reflexão e como o autor acredita ser esta a essência dos atos de criatividade intelectual.

Para o desenvolvimento de um projeto de Design, com êxito, entende-se que o sujeito precisa passar pelos diferentes níveis de abstração em um movimento iterativo. Caracterizado como um processo contínuo de reflexões e reflexionamentos, este movimento dá conta de uma progressão gradativa em uma evolução constante, sendo esta considerada um dos aspectos do processo criativo, vinculado à Abstração Reflexionante. Verifica-se, assim, que tanto o conhecimento quanto a criatividade são um processo sem fim.

No caso de um projeto, neste não se coloca um fim, porque o projeto é entregue, já que soluções criativas são sempre passíveis de melhorias. Essa ideia de evolução está presente em vários modelos de *Design Thinking*, apresentados (3 i's; HCD; *D.School*; *Double Diamond*; e *Design Thinking* de Serviços). Além disso, todos os modelos estão associados à ideia de projetar, errar, aprender e retomar, quando necessário, são processos iterativos, que se baseiam na aprendizagem das etapas ou reflexões anteriores sobre o problema de Design.

Como mencionado, a etapa inicial de um projeto é o que podemos chamar de “problema de Design”, e o questionamento, gerado no contato do Designer com o problema de Design, pode ser relacionado ao início da construção do conhecimento, sendo o Designer, o sujeito, e o problema, considerado como o objeto. Neste contexto, o conhecimento, para Piaget, é o resultado da interação sujeito-objeto. Nesta perspectiva, o início de um projeto se configura como o início de um novo conhecimento, e, segundo Ramozzi-Chiarottino (1988), analisando as ideias de Piaget, conhecer não é uma questão de contemplação, imaginação ou representação, mas, sim, conhecer, na ótica piagetiana, dá conta de agir sobre o objeto e transformá-lo. Becker (2001) apresenta o conhecimento como uma transformação que acontece, quando o sujeito interage com o objeto, transformando, inclusive, o sujeito e não desconsiderando o meio. Isto fica mais claro em situações de modelos de *Design Thinking*, apresentados no Capítulo 3, principalmente, nas fases iniciais do projeto, quando se pressupõe uma compreensão do problema de Design.

Apresentamos, assim, o problema que James Dyson, um Designer britânico, enfrentou em 1978 (DYSON [s.d.]): “como aspirar o pó de maneira mais eficiente e mais silenciosa? Embora este seja um problema de Design de produto, o Pensamento Projetual (*Design Thinking*) foi aplicado ao longo do processo para um resultado inovador. Dyson será usado, portanto, para ilustrar essa articulação conceitual, por ser um grande Designer *thinker* e por ter um vínculo com a Educação, já que foi o criador de uma fundação em 2002, para que os jovens inventores tivessem acesso a uma aprendizagem, focada no erro, como processo cognitivo, e, a partir deste modelo de aprendizagem, os alunos fossem provocados a pensar e resolver problemas. Além disso, Dyson dá o nome a um departamento de Design (*Dyson School of Design Engineering*), fundado em 2014 e sediado no *Imperial College London*) (DYSON, [s.d]).

James Dyson observou um problema no aspirador de pó e se deparou com um desafio que pode ser considerado, na perspectiva de Piaget, o início do processo de construção de um novo conhecimento. Conforme Piaget (1999, p. 16), o sujeito só realiza uma ação exterior ou mesmo interiorizada (reflexão) quando “impulsionada por um motivo, e este se traduz sempre sob a forma de necessidade (uma necessidade elementar ou um interesse, uma pergunta, etc).[...] a necessidade é sempre a manifestação de um desequilíbrio.

Esse problema mobilizou o seu sistema cognitivo, o qual pode ser considerado como um fator que serviu para desestabilizar os pressupostos que ele já possuía. Com isso, provocou o seu pensamento e a sua ação no sentido de buscar uma resposta para um problema de Design, isto é, o problema de Design foi o aspecto deflagrador do movimento do sistema cognitivo.

Dyson, ao tomar o problema que o desestabilizou, procurou compreender os aspectos vinculados a esta indagação, porém, na ótica do usuário, neste movimento, o problema de Design passou a ser um dos vetores para uma construção do conhecimento, pois não se tratava de uma situação meramente contemplativa, exigia muito mais. Em outras palavras, era preciso que houvesse uma interação do sujeito com o objeto (problema de Design) e ainda precisava considerar fatores que não eram visíveis ou tangíveis. Evidencia-se, assim, o aspecto holístico do Designer, como visto em métodos anteriores, como o *Design Thinking* de Serviços (STICKDORN; SCHNEIDER, 2014).

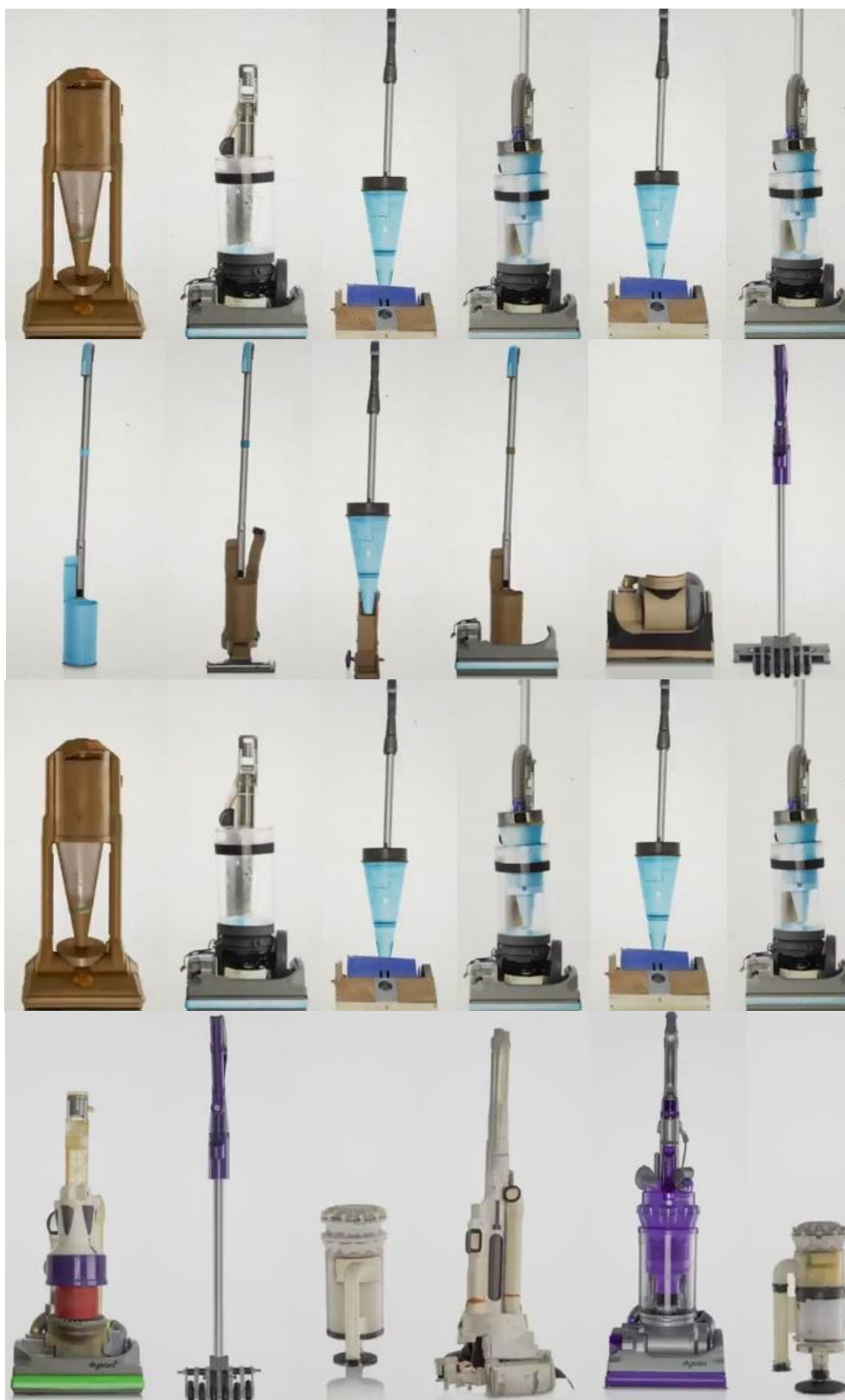
Ao iniciar o projeto, ou seja, o sujeito, ao se deparar com o problema, inicia a construção do conhecimento, e, para isto, utiliza ferramentas ou métodos de Design para um entendimento maior da dimensão do problema e dos fatores que o cercam. Essa primeira fase é descrita da seguinte forma: imersão (3i's), ouvir (HCD), compreender e observar (*D.School*), descobrir (4d's) e explorar (SDT). Destaca-se, assim, que, conforme os verbos citados nos modelos de *Design Thinking*, é possível observar que estes indicam ações e que não são mecânicas, pois são empregados verbos, tais como: compreender, observar, descobrir, explorar – ações estas que nos remetem à ideia de uma reflexão anterior à ação.

Os termos “projetar” e “construir” – *Design and Make* – não são novos e, como dito anteriormente, projetar e construir têm um vínculo direto com a nossa evolução (CROSS, 2011), porém o que se pode afirmar é que o processo de construção (ação concreta mecânica) é um processo decorrente de um processo reflexivo e, na perspectiva do Design, um projeto.

Voltando ao exemplo proposto, Dyson precisou de cinco anos e 1527 protótipos, em processo iterativo para chegar a uma tecnologia inovadora para os aspiradores de pó da empresa dele (DYSON). Na teoria piagetiana, o processo de criação se dá a partir da ação do sujeito sobre os objetos, e isto implica deslocá-los, ligá-los, combiná-los, dissociá-los, reuni-los novamente, em um processo contínuo de reflexão e ação (PIAGET, 1999).

Dyson explorou, além do problema de Design, outros meios de materializar o conceito ou a proposta de solução do projeto, usando, por exemplo, materiais de baixo custo, constata-se esta situação na Figura 18, a seguir. Com o propósito de agilizar o processo de aprendizagem, baseado no erro. Esse momento de teste, muitas vezes, não pode ser aprimorado em disciplinas projetuais de Design, tendo em vista a estrutura de aula e a configuração de períodos letivos propostos. Por conseguinte, o processo de aprendizagem, baseado no erro, limita-se ao tempo que se tem e não, na melhor solução técnica.

Protótipos de James Dyson



Fonte: <http://www.dennyyou.com/2018/06/04/james-dysons-5217-prototypes-before-he-invent-first-cyclone-vacuum-cleaner-dc01>

Na presente pesquisa, é possível correlacionar os dois termos, usando o “projetar”, como processo criativo (SCHÖN, 1983), e o conhecer, baseando-se na visão construtivista piagetiana. Embora a tradução para a palavra “*make*” seja fazer, o importante é apresentar o fazer com uma ação, resultante de uma reflexão, logo é o que se faz com aquilo que se fez. Então, mesmo que a todo momento se tenha uma “ideia” de *make*, na perspectiva mecânica, o objetivo da construção não é somente mecânico, mas também o de construir para compreender, ou compreender para construir, levando-se em conta ser este um processo iterativo.

Dyson precisou errar muitas vezes, refletir e agir novamente, a fim de que solucionasse o problema do aspirador de pó. Se analisado o erro pela perspectiva construtivista piagetiana, percebe-se que há sempre uma reconstrução, ancorada no erro, ou seja, o sujeito age sobre aquilo que ele errou. O erro e o acerto são os frutos de nossa ação mental, e, se o sujeito torna seu erro algo observável para si, tendo em vista o que se espera resolver, o erro passa a ser parte do processo e não, algo que precisa ser eliminado ou evitado. Outro aspecto importante é que o erro não é descartado, mas, sim, usado por meio de um processo de análise, para que sejam observadas e propostas novas alternativas de projeto.

A análise diacrônica, que nos conduziu do Construtivismo à Educação *Maker*, mostra que não há somente uma ligação histórica entre ambos, mas também, conceitual. Como dito ao longo do Capítulo 2, Piaget foi classificado por alguns autores, como: empirista e até apriorista. Porém, Becker (2001) e Mizukami (1986) sugerem que esses modelos epistemológicos (empírico e apriorista), ao serem aplicados como concepções pedagógicas, configuram um quadro de morte da criatividade e da curiosidade, quando o objetivo de ensino e aprendizagem para processos criativos é justamente o oposto.

Consequentemente, a gênese da inteligência pode ser vinculada à aquisição de conhecimento do problema de Design e do avanço nas fases de projeto, sendo necessário um “conhecimento”, construído em patamares ou etapas anteriores, baseado em reflexões e reflexionamentos, a fim de que se possa exercitar a empatia, aspecto fundamental no Pensamento Projetual do *Design Thinking*.

Aproximando-nos do pensamento projetual das abstrações empírica, pseudo-empírica e reflexionante, entendemos que esta teoria pode auxiliar na compreensão de como o conhecimento é construído nas etapas de um projeto. Dito de outra forma, é possível explicar, a partir das abstrações, como ocorre o Pensamento Projetual. Na etapa do pensamento concreto, descrito por Filatro (2016), isto é, a etapa em que há um reconhecimento e exploração acerca do problema, ficam mais evidenciadas as abstrações empíricas e pseudo-empírica. Já a Abstração Reflexionante pode nos ajudar a compreender a etapa do projeto denominada “pensamento abstrato”⁴⁷, ou seja, é uma construção do conhecimento que usa informações/reflexões, sedimentadas *a posteriori*.

Ao falarmos sobre pensamentos abstratos ou processos divergentes, citados na seção 3.2.1, esse movimento remete à ideia de um processo, focado nas abstrações, pois há uma exploração da problemática e de seus condicionantes, cabendo ao projetista ampliar a visão acerca da situação problema. É necessário que haja um espectro de possibilidades, e, para tanto, o sujeito é colocado em um processo de empatia, para entender o problema. Ainda que haja evidências físicas (meio), essa fase do projeto exige níveis de abstração, a fim de que se tenha uma reflexão mais profunda a respeito do problema de Design, ou seja, as abstrações nos conduzem a uma fase de definição que levará o projetista a uma ação concreta.

Voltando ao problema proposto, a fase divergente (pensamento abstrato) foi aquela em que Dyson observou o problema, analisou as possibilidades de solução, se colocou na perspectiva do usuário, exercitando o processo de empatia. Para isto, ele precisou refletir tanto sobre evidências físicas (pseudo-empírica) quanto sobre os aspectos internos (inferências e projeções), presentes na teoria piagetiana, para que, em seguida, chegasse a uma fase de definição. A fase de definição é aquela na qual se busca, de algum modo, dar concretude ao projeto, seja com desenhos, narrativas ou, até mesmo, com protótipos. Esses movimentos se dão a partir de abstrações em etapas posteriores, os quais ficam

⁴⁷ O pensamento abstrato pode ser entendido como a fase de divergir, presente nos modelos de *Design*, apresentados no Capítulo 3.

mais claros nos modelos de *Design Thinking*, apresentados – 3 i's ; HCD ; *D.School*; *Double Diamond*; e *Design Thinking* de Serviços.

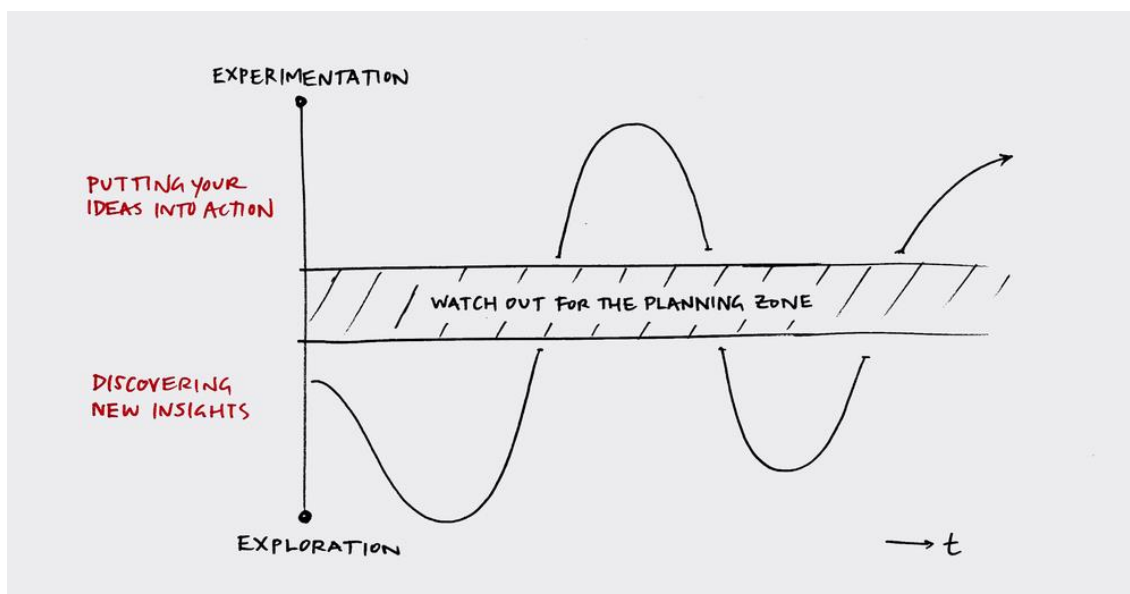
Embora não se possa afirmar, pois a presente pesquisa é uma pesquisa teórica, na análise dos processos, percebe-se que há um movimento de construção do conhecimento, que inicia o despertar do sujeito para o problema de Design e que há uma relação desta com as abstrações nas fases dos modelos de Design apresentados. Pode-se notar, pelo menos, à luz da perspectiva conceitual, que é possível explicar, a partir do processo construtivista de aprendizagem, o pensamento projetual. Mas, para que seja possível ampliar essa articulação, é preciso fazer o cruzamento dos conceitos de Educação *Maker* e de espaços de criatividade, bem como vinculá-los às teorias da Educação, expostas nos capítulos anteriores, temas estes que serão aprofundados na próxima sessão.

4.2 EDUCAÇÃO MAKER E ESPAÇOS DE CRIATIVIDADE

Ainda que os *Fab Labs* tenham surgido no MIT, o exemplo ilustrativo para esta articulação é o da escola de Design de Stanford (*D.School*), a qual, mesmo sendo uma escola, já tinha o problema de Design desde a sua concepção, porque a demanda inicial era repensar os espaços criativos. Quando se observa a *D.School*, como um problema de Design, talvez uma das hipóteses ou pergunta que os tenha motivado foi a seguinte: “Como melhorar a experiência de aprendizagem de Design/Engenharia?”, conforme pode ser observado na imagem, retirada do *site* da *D.School*, representada na Figura 19, que será apresentada a seguir. Entre os vetores, escolhidos para o projeto da escola, constata-se pela imagem aspectos, tais como, exploração (*exploration*) e experimentação (*experimentation*), e outro aspecto relevante é o que está em destaque no centro da figura, ou seja, focar no planejado⁴⁸. Isto reforça a ideia de que a escola foi concebida a partir de um problema de Design, em razão dos verbos usados, já constatados nos modelos de *Design Thinking* anteriores.

⁴⁸ *Watch out for the planning zone* – tradução livre.

Figura 18: Plano de Ação da D.School



Fonte: <https://dschool.stanford.edu>

A *D.School*, hoje referência como instituição de ensino de Design, inclusive dando nome a um modelo de *Design Thinking*, surgiu a partir de uma inquietação de professores, como George Kembel e David Kelly que, em 2004 (data de fundação da escola), tinham como objetivo entender como o espaço poderia contribuir para a Educação de disciplinas de criatividade, focadas em inovação (FAST COMPANY, 2010)⁴⁹. Segundo o *site*, a escola começou em um *trailer* duplo em 2004 e precisou mudar três vezes de lugar. Ainda, de acordo com a publicação, o modelo de testar e prototipar os espaços agradou bastante aos estudantes que, até hoje, se orgulham muito do modelo de ensino, adotado na instituição, que é baseado em prototipagem rápida e iteração, levando em conta sempre o erro como um processo de aprendizagem.

Embora não seja citado que Stanford tenha adotado uma Educação *Maker*, já que o movimento *Maker* teve início no MIT., não se pode ignorar o fato de que Stanford tenha explorado os espaços de criatividade na Educação. De acordo com Kelly e Kembel (2012)⁵⁰, as primeiras experiências do embrião do que viria a se tornar a *D.School* foram as aulas do curso de Design e de Engenharia, ministradas sem sala de aulas pré-determinadas, fazendo com que,

⁴⁹ Portal de notícias, especializado em tecnologia e inovação nos Estados Unidos.

⁵⁰ Prefácio do livro "Make space: How to set stages for creative collaboration"

durante seis anos, as aulas fossem itinerantes na universidade de Stanford, porém, em locais abandonados, ou que, inicialmente, não eram destinados à prática da educação (DOORLEY; WITTHOFT, 2012).

Como esclarecem os autores, isto ajudou no processo de adaptação do modelo de aula e do espaço, necessário para espaços focados em criatividade. Dentre os espaços experimentados, muitas vezes, havia uma adaptação de galpões, depósitos e salas de aula desativadas. Mesmo que não haja publicações que declarem que a *D.School* é resultado do Pensamento Projetual ou do *Design Thinking*, alguns aspectos nos remetem ao Modelo dos 3'is: primeiro a imersão no problema, depois a criação e implementação, quase simultâneas, para que, no fim, se obtivesse um resultado de uma nova experiência em ensino e aprendizagem em Design/Engenharia.

Quando se toma a Teoria de Piaget, para analisar o processo de constituição da *D.School*, podemos identificar alguns conceitos que nos ajudam a compreender o ambiente como um fator que é organizado, para gerar perturbação no sistema cognitivo do sujeito, ou seja, os materiais e as interações disponíveis provocam desequilíbrios nas certezas temporárias dos sujeitos. Assim, os professores e os alunos da *D.School* projetaram e prototiparam os espaços físicos, os equipamentos e as ferramentas, a fim de potencializar o ensino e a aprendizagem. Isso é facilmente observável na Figura 20, por meio do teto ainda em construção e dos vários elementos que não estão concluídos, além de uma diversidade no mobiliário e nos equipamentos e uma ausência de hierarquia nos espaços, não ficando claro quem é o professor da aula ministrada.

Os espaços, amplos e facilmente customizáveis ou mesmo inacabados, foram características, presentes nas salas de aula da *D.School*, ao iniciar as atividades. Neste sentido, segundo os autores, isto foi uma resposta aos espaços de trabalho, ainda remanescentes da era de Industrial. O objetivo era criar uma experiência de aprendizado para os alunos, tornando-os pessoas que pudessem conviver, facilmente, com os erros. Transportando isso para a ótica piagetiana, pode se dizer que, quando um estudante se depara com um ambiente que inicialmente não é pensado para ser uma sala de aula, ele, possivelmente, será provocado a experimentar outros movimentos cognitivos.

Uma sala de aula com classes enfileiradas, e um espaço, determinado para o professor fazer a sua fala, mobiliza, mesmo que indiretamente, o estudante a uma condição de escuta, ou seja, a uma atitude passiva. Nesse sentido, um espaço que seja flexível em sua configuração e provoque interação entre os estudantes, com mobiliários e materiais que permitam ao estudante indagar em relação a sua finalidade, amplia a possibilidade de interação e as abstrações empíricas e pseudo-empírica. Dito de outra forma, as abstrações das ações, realizadas pelos estudantes sobre os objetos, buscam compreender as propriedades dos materiais disponíveis, as ações que estão sendo realizadas materialmente, as ações que estão sendo exercitadas sobre os objetos e as coordenações que ligam tais ações em processos de abstração empírica e pseudo-empírica.

Figura 19: Aula ministrada no início das atividades na *D.School*



Fonte: dschool.stanford.edu

Atualmente, as atividades de ensino na *D.School* são ofertadas em espaços amplos, muitos são semelhantes às garagens das casas do Vale do Silício, ideia que nos remete ao movimento *Maker* que, como sugere Anderson (2012), teve, como um dos seus embriões, as garagens dos americanos, os quais acabaram virando inventores e empreendedores.

Figura 20: Salas de aula atuais na *D.School*

Fonte: dschool.stanford.edu

A Educação *Maker*, conforme exposto ao longo do Capítulo 2, surgiu em decorrência do movimento *Maker*, que, segundo Anderson (2012), teve início em 2005, quando Neil Gershenfeld ministrou o curso “*How to make almost anything*”. O referido curso fora oferecido dentro do MIT, cujo objetivo era que os alunos e as pessoas tivessem acesso à prototipagem de artefatos, porque, inicialmente, os *Fab Labs* foram criados para empreendedores locais, sendo, depois, aplicados à Educação. Ao longo da evolução dos *Fab Labs*, as pesquisas foram mostrando que esses espaços eram muito férteis, quando se tratava de inovação, principalmente pelo fato de serem “mini” fábricas, com tecnologias relativamente novas para o grande público, como a impressão 3d.

Figura 21: Saguão na D.School



Fonte: <https://dschool.stanford.edu>

O aspecto, citado anteriormente, já apresenta indicadores de que o espaço “físico” e “social”, proporcionado pelos laboratórios, contribui para o processo de inovação e, portanto, para soluções que exigem criatividade.

Novamente, pode-se fazer a articulação deste modelo de espaço com as abstrações empíricas e pseudo-empírica. Ainda, é importante pontuar as características do Movimento *Maker*, destacadas por Anderson (2012), tais como o uso de ferramentas digitais *desktop*, para prototipagem; cultura de compartilhamento e projetos colaborativos; e projetos abertos, para serem produzidos em qualquer lugar.

O Movimento *Maker* passa a ter relevância e ser aplicado na Educação alguns anos depois de Gershenfeld ter apresentado o conceito de *Fab Labs* em 2005, e somente, em 2012, é que surgiu a ideia de implantar esses espaços em escolas nos Estados Unidos, quando a administração Obama lançou um programa de construção de “espaços *Maker*” em mil escolas americanas, conforme já citado no Capítulo 2.

Apesar de ter sido aplicado em escolas, em nenhum momento, ao longo da revisão bibliográfica sobre esta temática, encontramos uma preocupação ou mesmo uma orientação no que diz respeito à concepção pedagógica, vinculada

a esses espaços em ambiente de ensino, o que aponta para a importância da problemática desta pesquisa.

Há indícios de que o *Movimento Maker*, por ter sido pensado e influenciado por pesquisadores da área de Educação, como Papert, e que teve naturalmente os princípios conceituais, aplicados a esta área, passando de *Movimento Maker* para *Educação Maker*. O que se constata, até o presente momento da pesquisa, é que as bases epistemológicas são comuns desde o Construtivismo até os laboratórios de fabricação digital e que tais espaços compreendem uma discussão de como podemos ter uma *Educação Maker*.

Isto acontece quanto aos espaços de criatividade, de acordo com que fora citado anteriormente, estudos da Universidade de Stanford, na *D.School*, apresentam melhorias no processo criativo de disciplinas acadêmicas, bem como quando os alunos têm atividades de ensino em espaços que contribuam para a ação e criação. Portanto, esta dissertação buscou pensar que tanto espaços de criatividade quanto a *Educação Maker* podem encontrar, na Teoria Construtivista, conceitos e compreensões, para potencializar a sua prática. Pensando nos indicadores que emergiram no Capítulo 2, que colocam o sujeito ativo em relação ao objeto, o sujeito, como um ser reflexivo, e levando-se em conta que os processos de aprendizagem e de criação são contínuos, neste sentido, é que as reflexões precisam ser provocadas. Com isto, a Teoria da Abstração Reflexionante pode tornar-se uma forma de explicar a aprendizagem, e a Teoria Construtivista poderia ser adotada, com vistas a orientar o processo de ensino e aprendizagem.

4.3 ABSTRAÇÃO REFLEXIONANTE APLICADA AOS LABORATÓRIOS DE FABRICAÇÃO DIGITAL

O processo de abstração, como abordado na Seção 2.3, pode ser: empírico, pseudo-empírico e reflexionante. Nos capítulos anteriores, associamos a Teoria Construtivista ao Pensamento Projetual e aos espaços de criatividade, como a *Educação Maker*. Sendo assim, a articulação dos conceitos de Abstração Reflexionante, como base conceitual para explicar o processo de criação nos laboratórios de fabricação ou *Fab Labs*, será apresentada nesta seção.

Umas das grandes contribuições desta pesquisa é a proposta de fundamentar o processo criativo, à luz da Teoria da Abstração Reflexionante. São dois temas que, aparentemente, não têm conexão e partem de contextos temporais distintos, sendo um, focado na construção do conhecimento, com pesquisas que iniciaram no final dos anos setenta, com Piaget, e o outro, na utilização das tecnologias de fabricação digital, com recurso para criação, por meio de pesquisas recentes de 2005.

Ao longo deste estudo, foi identificada uma conexão epistemológica dos laboratórios de fabricação digital com o Construtivismo, apresentada no Capítulo 2. Logo, o objetivo, nesta seção, é fundamentar, de maneira mais clara e ilustrativa, como se dá o processo de abstração no contexto dos *Fab Labs*, e isto será realizado a partir de uma construção de vínculos teóricos.

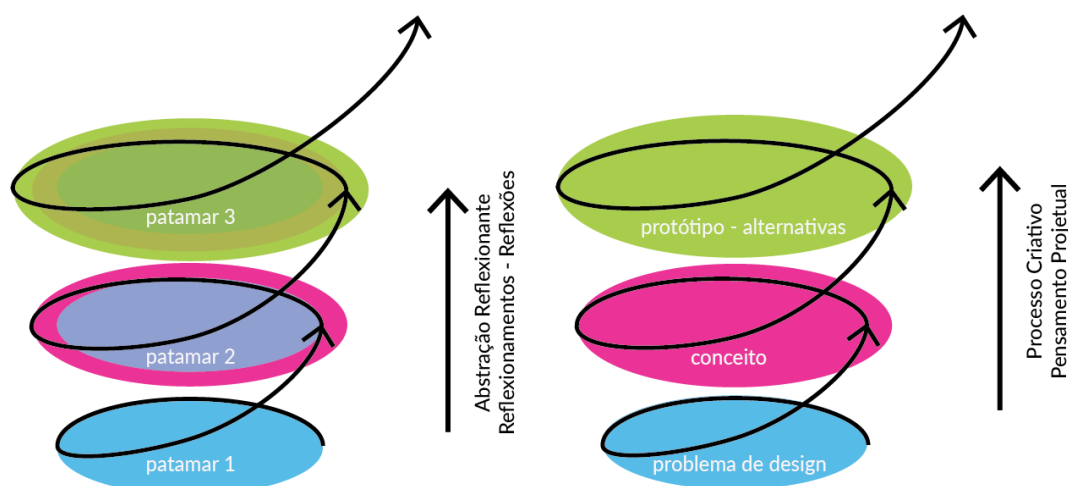
Conforme os argumentos citados, o processo criativo poderia ser enquadrado dentro de um processo de espiral, sendo sempre um *continuum* de reflexionamentos que geram reflexão, buscando solucionar um problema de pesquisa proposto. Comparando-se os dois processos, verifica-se que o processo criativo é ininterrupto, e a construção do conhecimento, também. Segundo as teorias expostas anteriormente, a abstração pode ser descrita como um processo, contínuo e gradativo. Portanto, se as reflexões são estruturadas de forma ininterrupta, pode ser dizer que o processo criativo, como é baseado em abstrações, também pode ser considerado um processo contínuo.

Ao retomar a conclusão do seção anterior, nota-se que os espaços físicos influenciam o processo criativo, como citado por Doorley e Witthoft (2012), e que, se fizermos uma associação deste processo com o da abstração piagetiana, vinculando-os às abstrações empírica e pseudo-empírica e analisando as Figuras do Capítulo 3.3, fica evidente que os laboratórios de fabricação apresentam uma estrutura e um “*layout*” peculiar, com máquinas e bancadas, que não remetem à ideia de uma sala de aula, talvez, por ser um espaço que não tenha sido concebido como ambiente educacional (NEVES, 2014). A associação do espaço físico com as abstrações empírica e pseudo-empírica já seria bem relevante para a proposta da pesquisa, mas o foco principal está na Teoria da Abstração Reflexionante e como usá-la, a fim de explicar o processo de criação nos laboratórios de fabricação digital.

Resgatando a Abstração Reflexionante, vimos que abstrair significa “pôr de lado”, ou seja, extrair conhecimento que é resultante de um processo de interação sujeito-objeto em reflexionamentos, baseados em patamares anteriores, ou seja, projetar em um plano superior o que é retirado de um plano inferior (PIAGET, 1995; BECKER; FRANCO,1999). Essa reconstrução acontece em nível mental acerca do que é retirado pelo sujeito do plano inferior, para, então, poder estabelecer relações entre o que já existia com o novo. É fundamental compreender que, ao refletir, em um nível superior, sobre o que estava no patamar anterior, pode vir a enriquecer o que havia antes com vários elementos, que estão em um nível mais avançado e abrangente. No processo de Abstração Reflexionante, é possível reconhecer o processo de criação. “O reflexionamento representa os patamares de desenvolvimento da inovação, os quais são incrementados a partir das reflexões” (BORGES; FAGUNDES, 2016, p 247).

Para ilustrar esse processo e facilitar a sua compreensão, foi criada a Figura 23, abaixo. Na imagem, é possível notar que, no lado direito, os patamares são semelhantes a camadas de transparências e, quando sobrepostas por uma síntese aditiva, somam as cores ou as reflexões. No lado esquerdo, são mostradas as relações com o pensamento projetual, resumindo em fases macro o processo criativo, aliado ao pensamento projetual. Para ilustrar, foram escolhidas fases, como as seguintes: problematização, definição de conceito e prototipagem, que sintetizam os modelos de *Design Thinking*, apresentados anteriormente.

Figura 22: Reflexionamentos e Reflexões



Fonte: do autor

Como visto anteriormente, a maioria dos modelos de *Design Thinking* apresentados contempla uma fase de geração de alternativas ou prototipagem, e estas fases de criação são inerentes ao processo de projetar. Quando vinculamos o processo de abstração com a prototipagem, podemos ampliar e observar esses movimentos como sendo reflexionamentos e reflexões contínuas. Partindo do pressuposto de que, para a prototipagem, é necessário ter uma compreensão do problema e diretrizes de projeto, podemos dizer que o conceito (requisitos e restrições de projeto) é um patamar anterior ao de prototipagem ou um avanço de reflexionamentos e reflexões. No processo de criação do protótipo, a confecção deste pressupõe um movimento de reflexionamento, já a validação passa a ser a reflexão. Vale ressaltar que esse processo de abstração é interrompido de forma arbitrária, para que se evolua para uma fase de detalhamento técnico.

Entretanto, um ponto bastante relevante no pensamento projetual e citado em todos os modelos é o fato de se tratar de um processo iterativo, que retoma uma etapa, quando não se consegue um resultado adequado. Esse processo pressupõe a aprendizagem, baseada no erro, mesmo quando o *Design Thinking* não for aplicado em atividades de ensino, como, por exemplo, em escritórios e estúdios. Nesse contexto de um processo iterativo, em que o erro é ponte para avanços, pode-se perceber a aplicação da Abstração Reflexionante como uma teoria possível de ser pensada, para explicar e orientar o processo de ensino e

aprendizagem, usando a ideia da construção do conhecimento, a partir do erro ou dos protótipos construídos. O erro é utilizado para pensar sobre e não, como algo que precisa ser eliminado ou afastado.

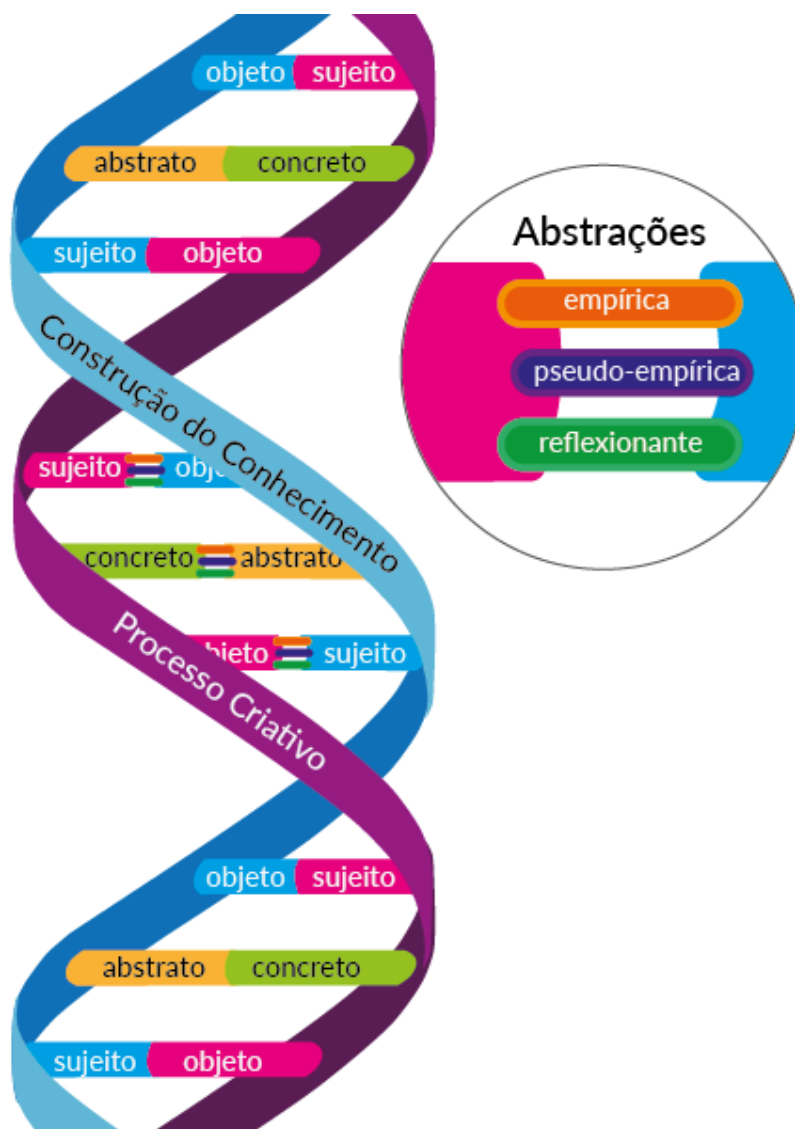
Se observado por essa ótica, poderiam ser aplicadas as concepções construtivistas, centradas nas abstrações para qualquer ambiente de ensino de Design, mas os laboratórios de fabricação permitem, em teoria, potencializar esse processo (DOORLEY; WITTHOFT, 2012; EYCHENNE; NEVES, 2014), fazendo com que se possa ter um protótipo mais rápido e, por consequência, uma compreensão melhor dos erros, ajudando, assim, a aprendizagem.

Contudo, quando voltamos aos eixos temáticos, um está voltado para a aprendizagem e outro, para o Pensamento Projetual. Desta forma, não é possível afirmar que esses processos possam ser considerados fluxos paralelos, embora, como dito, tenhamos percebido uma possibilidade de relação entre eles. Propomos, assim, adotar uma figura que represente a evolução “espiral contínua” e com eixos que se entrelacem. Mas isso não é suficiente, porque temos ainda um outro aspecto a ser considerado que é o dos patamares das “abstrações”, que ligam os dois eixos. Portanto, para que se possa ilustrar esse movimento, será adotada uma imagem (Figura 23) semelhante a de um DNA, que aqui será denominado “Dupla Hélice de Aprendizagem Criativa”. A seguir, serão feitas as análises e as construções de reflexões, para que se compreenda o uso desta imagem, bem como os significados dos eixos e das pontes ou ligações que compõem o “Dupla Hélice de Aprendizagem Criativa”.

A escolha da figura do DNA como inspiração tem, entre outras motivações, a inspiração de identificar, na Biologia, assim como o fez Piaget, elementos que sejam inerentes à condição humana. Segundo o Instituto de Biociências da USP (IB, USP, [s.d].) o DNA é composto por uma figura de dupla hélice, modelo descrito para a molécula de DNA, foi proposto por Watson e Crick, no ano de 1953. Assim, podemos associar a ideia de *continuum*, ou processo, que foi apresentado em algumas conclusões intermediárias durante a presente dissertação. O DNA também tem uma relação com a Epistemologia Genética, por se tratar da gênese, outro elemento que está vinculado com a proposta do “Dupla Hélice de Aprendizagem Criativa”, como propõe Mitchel Resnick (2017). O pesquisador apresentou o elemento da “espiral” em sua Teoria da Espiral de

Aprendizagem Criativa. Logo, a figura escolhida não se trata somente da forma, mas também, do sentido, e, a partir daí, tenta-se representar a ideia de pensamento projetual em conjunto, com a construção do conhecimento.

Figura 23: Dupla Hélice de Aprendizagem Criativa



Fonte: do autor

Seguindo a ideia do DNA, as duplas hélices podem ser descritas respectivamente, como: 1 – construção do conhecimento; e 2 – processo criativo. As pontes de hidrogênio podem ser as seguintes: a interação entre sujeito e objeto; e a ligação entre pensamento abstrato e a ação concreta. O elo entre as hélices é o processo de interação sujeito e objeto, do pensamento abstrato e concreto, e o que proporciona esta interação é o fato de a abstração

reflexionante, conforme evidenciado na Figura 23, ser empírica, pseudo-empírica ou reflexionante.

Baseado nessas articulações é que se sugere a aplicação dos princípios construtivistas, focados na compreensão da aprendizagem, por meio do uso da Teoria da Abstração Reflexionante, como fundamentação para dar sustentação ao uso dos laboratórios de fabricação, com recurso pedagógico no ensino de Design. Essa dissertação pretende, desta forma, sugerir a possibilidade de orientação quanto à concepção pedagógica a ser aplicada nesses ambientes de ensino, quando vinculados às disciplinas de Design que são baseadas em Pensamento Projetual.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa, inicialmente, pretendeu fazer uma aproximação conceitual entre temáticas que pareciam ser muito distantes, e isto foi possível por meio dos procedimentos metodológicos adotados, ou seja, uma revisão bibliográfica, estruturada em uma análise diacrônica, que partiu, no primeiro momento, dos Fab Labs, buscando a sua origem ou a Teoria da Educação que poderia dar sustentação a uma temática relativamente nova. Este exercício de trazer uma visão de Design para uma pesquisa de Educação foi sempre muito desafiador, resultando em um movimento bastante exigente e promissor para ambas as áreas. Tem bases conceituais muito fortes e que tornam esta pesquisa passível de exploração em outras áreas e, principalmente, em disciplinas projetuais.

Na construção do referencial teórico, foi possível identificar uma ligação epistemológica e conceitual, partindo-se do Construtivismo e indo à Educação Maker, em um eixo focado na área de Educação, mas não deixando de lado a pesquisa sobre Design e o Pensamento Projetual, abordando questões que vão, desde o ensino de Design até os laboratórios de fabricação digital. A decisão de embasar a pesquisa no Construtivismo se deu principalmente, em função da inquietação de Piaget (1995) em entender a construção do conhecimento em níveis “abstratos” e vinculando-o ao aspecto que é inerente ao pensamento do Design, que é tangibilizar uma “abstração” do problema de Design, e,

particularmente, com a ideia de extrapolar a ação que, na perspectiva construtivista, pressupõe uma reflexão.

Ao serem aprofundados os conceitos construtivistas e avançando na linha temporal, chegamos ao *Media Lab*, que teve como um dos grandes pesquisadores, Seymour Papert (1994), com a concepção do Construcionismo e, por consequência, encontramos Mitchel Resnick (2017). Esse último, não por acaso, apresenta um estudo sobre a Aprendizagem Criativa que ajudou a entender a criatividade na perspectiva construtivista, reforçando os vínculos do MIT com o Construtivismo e com os laboratórios de fabricação.

Ao pesquisarmos sobre o ensino e aprendizagem de Design, no Capítulo 3, iniciamos a busca na Escola Bauhaus (1919), com um histórico de Ensino Projetual que privilegiava o protagonismo do aluno e estava focada na ação, aproximando-se dos conceitos escolanovistas. Embora os autores apresentados não afirmem isso, foi possível observar alguns pontos em comum em que o papel do professor passa a ser o de mediador. Avançando, viu-se a contribuição do pensamento construtivista no ensino em Design, apresentando o início de um pensamento projetual, estruturado com Donald Schön (1983), que, na época, se opôs a uma doutrina positivista. Novamente, percebe-se uma ligação destes temas com o Construtivismo, no que seria depois considerado o Pensamento Projetual ou *Design Thinking*.

O Pensamento Projetual, ou *Design Thinking*, foi aprofundado primeiramente como os conceitos de Design, de um ponto de vista filosófico (FLUSSER, 2007) até uma definição da profissão, de habilidades e competências acerca da formação dos designer, definidas por entidades, como WDO, AIGA, Adobe, ICSID, além das conexões destas habilidades e competências com a Educação, que também podem ser associadas à Teoria Construtivista. Essas evidências surgem, quando são analisados os quadros que trazem esses indicadores (Quadros 1,2,3), tendo em vista que são constatados termos, como abstração, criação e criatividade, presentes nessas definições, ampliando-se, ainda mais, a importância desta pesquisa.

Quanto aos processos criativos e aos ambientes para a criatividade, identificamos uma articulação destes com as abstrações empírica e pseudo-

empírica e a influência do espaço na criatividade, trazendo, como exemplo, a *D.School* de Stanford, bem como o uso dos *Fab Labs* para a inovação. Além disso, nota-se como os laboratórios de fabricação podem ser alçados à condição de ambientes potencializadores do processo criativo, novamente vinculando-o à Teoria das Abstrações de Piaget (DOORLEY; WITTHOFT, 2012; EYCHENNE; NEVES, 2014).

Destaca-se, no tocante aos objetivos específicos da pesquisa, que estes fundamentaram conceitualmente o processo criativo à luz da Teoria da Abstração Reflexionante, o qual foi associado à construção do conhecimento de Piaget, para compreender o processo da aprendizagem, por meio da teoria em foco, que está atrelado também ao processo criativo de Mitchel Resnick (2017), aliado ao Pensamento Projetual. Esta articulação foi construída em termos conceituais, abrindo possibilidades para novas pesquisas que poderão avançar no campo empírico tanto na área do Design como em áreas afins.

Com relação ao objetivo que foi o de apresentar uma concepção do Pensamento Projetual, a partir do *Design Thinking*, isto foi possível no aprofundamento da pesquisa a respeito da origem do *Design Thinking* e na constatação de que o termo se tratava de um modelo mental e, assim, foi definido como Pensamento Projetual. O referido pensamento foi apresentado com alguns modelos de *Design Thinking* (3i's ;HCD; *D.School*; 4d's; SDT) , bem como fora realizada uma exploração acerca das experiências em ensino e aprendizagem em Design, baseadas em modelos de Pensamento Projetual. Embora tenham sido abordados cinco modelos de *Design Thinking*, em função do limite de tempo da pesquisa, estudos futuros poderiam aprofundar e complementar a pesquisa com outros modelos de Design, como o Design estratégico, por exemplo.

A articulação dos processos criativos com o processo de ensino aprendizagem em Design teve início, primeiramente, nos processos criativos, que foram mais explorados no âmbito da Educação, quando Schön (1983) trouxe o conceito de “prática reflexiva”, movimento que precedeu as pesquisas sobre Pensamento Projetual. No ensino e aprendizagem de Design, aplicam-se métodos, para que haja uma melhor compreensão do processo criativo, o qual fora vinculado ao ensino de Design por meio de uma constatação de que o

conhecimento é ininterrupto, assim como o processo, criativo. Tal elo fica mais claro nas figuras, apresentadas no Capítulo 4.

Foi possível, conforme os objetivos propostos, investigar a presença de princípios de uma concepção pedagógica nos *Fab Labs*. A partir do que foi abordado, não foi possível constatar uma presença de princípios, a não ser a ideia de um ensino “*hands on*”, citado por Eychenne & Neves, (2014). Porém, segundo os autores, não há uma orientação clara para o uso na Educação, nem mesmo quando Anderson (2012) afirma que o governo americano implantou os *Fab Labs* em mais de mil escolas de Ensino Básico, dado apresentado no Subcapítulo 2.5.

Referente ao objetivo que foi o de propor uma orientação quanto à concepção pedagógica, a ser implantada no uso de Laboratórios de Fabricação no ensino do Design, este estudo traz como contribuição a progressão conceitual, trabalhando a articulação do Construtivismo – que explora a aprendizagem por meio da Abstração Reflexionante – com o processo criativo, orientado pelo *Design Thinking*. Portanto, propõe-se pensar nos laboratórios de fabricação digital como potencializadores do processo criativo, com base no Construtivismo, tornando esses espaços mais do que simples recursos pedagógicos, ou seja, espaços de criação e resolução de problemas de Design, alicerçados em pressupostos de interação entre sujeito e objeto e iteração constante nos processos criativos. Desta forma, surgem alguns questionamentos, tais como: Seria possível ampliar essa discussão para se pensar os espaços de aprendizagem nas escolas e além das instituições de Ensino Superior? Como a organização dos espaços físicos e das interações podem potencializar os processos de aprendizagem? Acreditamos que algumas das discussões, realizadas nesta pesquisa, ultrapassam o contexto do ensino de Design.

Desejamos que este estudo teórico possa ser de relevância tanto para a área de Educação quanto para a área de Design, além de apontar da relação existente entre ambas. Em função das buscas que fizemos, percebemos que essas articulações conceituais ainda foram pouco exploradas, no entanto nos pareceu, ao longo da pesquisa, que são possíveis várias aproximações, problematizações e avanços para além do que trouxemos até aqui. Ainda assim,

apesar de ter sido muito desafiador este movimento, esperamos que esta pesquisa possa provocar reflexões para diversas áreas, como, por exemplo: Arquitetura, Engenharia, Moda e, até mesmo, Comunicação e Educação.

REFERÊNCIAS

- AIGA DESIGNER 2025: *Why Design education should pay attention to trends*, 2017. Disponível em: <https://educators.aiga.org/wp-content/uploads/2017/08/DESIGNER-2025-SUMMARY.pdf>. Acesso em mar. 2019.
- AMORIM, Ana Gonçalves Gomes. *Processos criativos sistemáticos como fator-chave para a diferenciação das empresas: abordagem do Design Thinking*. 2013.
- ANDERSON, CHRIS. *Makers a nova revolução industrial*. tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012
- BECKER, Fernando; Sérgio Roberto K. FRANCO. "Revisitando Piaget." Porto Alegre: *Mediação*, 1999.
- BECKER, Fernando. *Coleção memória da Pedagogia*, n. 1: Jean Piaget, 2005
_____. *Educação e Construção do Conhecimento*. Porto Alegre. Artmed Editora, 2001.
_____. *Epistemologia do professor de matemática*. Petrópolis: Vozes, 1993.
- BONSIEPE, Gui. *Design como prática do projeto*. Blucher, 2012.
- BONSIEPE, Gui; KELLNER, Petra; POESSNECKER, Holger. *Metodologia experimental: desenho industrial*. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1984.
- BORGES, K. S.; FAGUNDES, L. C. A teoria de Jean Piaget como princípio para o desenvolvimento das inovações. In: *Educação*. (Porto Alegre), v. 39, n. 2, p. 242-248, maio-ago. 2016.
- BROWN, TIM. "Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias." Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- BROWN, Tim; WYAT, Jocelyn. *Design Thinking for Social Innovation*. *Stanford Social Innovation Review*. 2010. Disponível em : https://ssir.org/images/articles/2010WI_Features_WyattBrown_New.pdf. Acesso em: 15 maio 2019.
- BÜRDEK, Bernhard E.; VAN CAMP, Freddy. *Design: história, teoria e prática do Design de produtos*. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- CAMBI, Franco. *História da pedagogia*. Tradução Álvaro Lorencini, São Paulo: Ed. UNESP, 1999:
- CAVALCANTI, Caroline Costa; FILATRO, Andrea. *Design Thinking na educação presencial, a distância e corporativa*. São Paulo: Saraiva, 2016.
- CONLEY, Chris. *The Core Competencies of Design: The Basis of a Broadly Applicable Discipline*, Professor Institute of Design, Illinois Institute of

Technology. 2004. Disponível em:
<https://www.idsa.org/sites/default/files/Chris%20Conley.pdf>
 Acesso em: 12 setembro 2018.

COUNCIL, British Design. *The Design Process: The 'double diamond' Design process model*. Disponível em: <https://www.Designcouncil.org.uk/news-opinion/Design-process-what-double-diamond>. Acesso em: 15 set. 2018

CROSS, Nigel. *Design as a discipline. Designerly Ways of Knowing*, p. 95-103, 2006.

CROSS, Nigel. Designerly ways of knowing: Design discipline versus Design science. *Design issues*, v. 17, n. 3, p. 49-55, 2001.

CROSS, Nigel. *Design Thinking: Understanding how Designer think and work*. Berg, 2011.

D.SCHOOL. Disponível em: <http://dschool.stanford.edu> Acesso em: 30 ago. 2017

DELORS, J. Educação: Um tesouro a descobrir. In: *Relatório para UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI*. Brasília, DF: Unesco, 2010.

DELORS, JACQUES. *Educação: um tesouro a descobrir*. São Paulo: Cortez, 1998.

DOLLE, Jean-Marie. Para compreender Jean Piaget \u2013 uma iniciação à Psicologia Genética Piagetiana. Rio de Janeiro, Guanabara, 1987

DOORLEY, Scott; WITTHOFT, Scott. *Make space: How to set the stage for creative collaboration*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2012.

DYSON. Disponível em: <https://www.dyson.es/acerca-de-dyson/dyson.aspx>. Acesso em: 15 mar. 2019.

EYCHENNE, Fabien; NEVES, Heloisa. FAB LAB: A vanguarda da nova revolução industrial. São Paulo: Editorial Fab Lab Brasil, 2013.

FAB FOUNDATION. What is a fab lab? Disponível em: <http://www.fabfoundation.org>>. Acesso em: 30 set. 2017.

FAGUNDES, L. C.; VALENTINI, C. B.; SOARES, E. M. S.; Linguagem, educação e recursos midiáticos: quem mexeu na minha escola? In: SOARES, E. M. S.; NODARI, P. C. (Org.). *Ética, Educação e Tecnologia: pensamento em alternativas para os desafios da educação na atualidade*. Pescador, Curitiba: Editora CRV, 2010.

FARTHING, Stephen; CORK, Richard. *Tudo sobre arte*. Rio de Janeiro: Sextante, 2011.

FAST COMPANY, Stanford D.School Proves You Really Can Design a Space for Innovation. Disponível em: <https://www.fastcompany.com/1627861/stanford->

dschool-proves-you-really-can-Design-space-innovation. Acesso em : fev. 2019.

GADOTTI, Moacir. *História das ideias pedagógicas*. 6 ed. São Paulo: Ática, 1999.

GERSHENFELD, Neil. Fab. *The Coming Revolution on Your Desktop. From Personal Computers to Personal Fabrication Basic Books*, 2005.

HAMELINE, D. (2010). Édouard Claparède. Fundação Joaquim Nabuco. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4666.pdf> - Acesso em: 25 mar. 2019.

IDEO HCD-Human Centered. "*Kit de ferramentas*". EUA: Ideo, 2009.

INVENT TO LEARN, Seymour Papert – Father of the Maker Movement. Disponível em: <https://inventtolearn.com/seymour-papert-father-of-the-maker-movement/>. Acesso em: 30 ago. 2017

JACKSON, Norman. Developing students' creativity through a higher education. In: *International Symposium on 'The Cultivation of Creativity in University Students*. 2014.

KESSELRING, Thomas. Jean Piaget. Trad. Antônio Estevão Allgayer e Fernando Becker. Petrópolis: Vozes, 1993.

LOPES, Daniel de Queiroz. A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional. 2008. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LOPES, Daniel de Queiroz. *Brincando com robôs: desenhando problemas e inventando porquês*. Santa Cruz do Sul, Brasil: EDIUNISC, 2010.

MARTIN, Lee (2015) "The Promise of the *Maker Movement* for Education," *Journal of Pre-College Engineering Education Research (JPEER)*

MDIC, M. do D., *Indústria e Comércio Exterior. Diagnostic Review of Design in Brazil*. Brasília: Centro Brasil Design, 2014

MEDIA LAB. Disponível em: <https://www.Media.mit.edu/> Disponível em: <http://www.fabfoundation.org>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MONTANGERO, Jacques et al. *Piaget, ou a inteligência em evolução: sinopse cronológica e vocabulário*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

MORAN, José Manuel. Mudando a educação com metodologias ativas. *Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens*, v. 2, 2015.

NEVES, Heloisa Maria Domingues. *Maker innovation. Do open Design e fab labs... às estratégias inspiradas no movimento Maker*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2014

O'DONNELL Wicklund Pigozzi and Peterson, Architects Inc, VS Furniture, Bruce Mau Design. *The Third Teacher: 79 Ways You Can Use Design to Transform Teaching & Learning*. New York: Abrams, 2010.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). *The future of education and skills: Education 2030*. 2018.

PARRAT, Silvia; TRYPHON, Anastásia. *Jean Piaget: Sobre a Pedagogia: Textos Inéditos*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.

PERES, ANDRÉ, et al. "Redes Sociais e Fabricação Digital na Construção de Objetos para apoio a Atividades Educacionais." *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. Vol. 4. No. 1. 2015.

PERES, Eliane Therezinha. O diabo inventou a escola? A escola ativa na visão de Adolpho Ferrière. *Reunião Anual da Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Educação (Anped)*, 25ª, 2002.

PIAGET, Jean et al. *Abstração Reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais*. Porto Alegre: Artmed, 1995.

PIAGET, Jean. *O nascimento da inteligência na criança*, 1987.

MUNARI, A. Jean Piaget. tradução e organização: Daniele Saheb. Massangana, Cidade: Editora, 2010.

PIAGET, Jean. O nascimento da inteligência na criança. *Mental*, v. 258, p. 259, 1986.

RAMOZZI CHIAROTTINO, Zélia. *Psicologia e epistemologia genética de Jean Piaget*. São Paulo: Epu, 1988.

RESNICK, Mitchel. *Lifelong kindergarten: cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. Cambridge: MIT Press, 2017.

SALVADOR, Ângelo D. *Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica*. Porto Alegre: Sulina, 1986.

SCHÖN, Donald. *The Reflective Practitioner* New York. NY: Harper & Collins, 1983.

STICKDORN, Marc; SCHNEIDER, Jakob. *Isto é Design thinking de serviços: Fundamentos, ferramentas, casos*. Porto Alegre: Bookman, 2014.

TSCHIMMEL, K., SANTOS, J. (2018). Design Thinking applied in Higher Education. D-Think, a European Project for Innovating Educational Systems. In Carmo, M. (Ed.). *Education and New Developments 2018 - Proceedings of the International Conference on Education and New Developments (END 2018)*, organised by the World Institute for Advanced Research and Science (WIARS). Published by inScience Press. pp. 209 - 213.

TSCHIMMEL, Katja. *Design Thinking as an effective Toolkit for Innovation*. In: *ISPIM Conference Proceedings. The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM)*, 2012. p. 1.

VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. *Educar em Revista*, n. 4, 2014.

WADSWORTH, Barry J.; ROVAI, Esméria; MALUF, Maria Regina. *Inteligência e afetividade da criança na teoria de Piaget*. São Paulo: Pioneira, 1992.