

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

BRUNA FLOR DA ROSA

(RE)PENSAR A FABRICAÇÃO DIGITAL:
Uma análise das produções científicas sobre Fabricação Digital

PORTO ALEGRE
2019

BRUNA FLOR DA ROSA

(RE)PENSAR A FABRICAÇÃO DIGITAL:

Uma análise das produções científicas sobre Fabricação Digital

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Informática na Educação, pelo Mestrado Profissional em Informática na Educação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Porto Alegre

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Carine Bueira Loureiro

Coorientador: Prof. Dr. André Peres

Porto Alegre

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R788r Rosa, Bruna Flor da.

(RE)pensar a fabricação digital: uma análise das produções científicas sobre fabricação digital. Orientadora: Carine Bueira Loureiro, coorientador: André Peres. – Porto Alegre: 2019.

160 f.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Porto Alegre. Mestrado Profissional em Informática na Educação. Porto Alegre, 2019.

1. Informática na Educação 2. Fabricação digital 3. Movimento maker.
4. Aprendizagem escolar. 5. Revolução Digital I. Loureiro, Carine Bueira. II.

Bibliotecário responsável: Filipe Xerxeneski da Silveira – CRB-10/1497

MPIE/IFRS
Rua Coronel Vicente, 281
Centro Histórico – Porto Alegre/RS

BRUNA FLOR DA ROSA

(RE)PENSAR A FABRICAÇÃO DIGITAL:

Uma análise das produções científicas sobre Fabricação Digital

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Informática na Educação, pelo Mestrado Profissional em Informática na Educação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Porto Alegre.

Aprovada em: 11/11/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Carine Bueira Loureiro (Orientadora) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)

Prof. Dr. André Peres (Coorientador) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)

Prof.^a Dr.^a Maura Lopes Corcini – Universidade do Vale dos Sinos

Prof.^a Dr.^a Josiane C. S. R. Procasko – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)

Prof.^a Dr.^a Silvia de Castro Bertagnolli – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha orientadora e amiga, professora Carine Bueira Loureiro, pela sempre atenciosa orientação e pelos conselhos. Obrigada por compartilhar comigo parte dos seus conhecimentos sobre a educação e, com isso, por me ensinar a pensar várias coisas da vida de outros modos. Agradeço também pelas inúmeras vezes em que enxergou mais potencial em mim do que eu mesma, auxiliando-me a superar os desafios que esta dissertação impôs. Obrigada pela exigência carinhosa.

Ao meu coorientador, professor André Peres, agradeço pela condução na descoberta do mundo *Maker*, por estimular algumas das minhas ideias malucas, pelo entusiasmo e, muitas vezes, pela motivação nesta caminhada.

Um agradecimento especial aos membros da banca, professoras Maura Corcini Lopes, Josiane C. S. R. Procasko e Silvia de Castro Bertagnolli, pelas importantes contribuições a este trabalho. À professora Maura, agradeço especialmente não apenas pela participação na banca, mas também por abrir as portas do Grupo de Estudo Pesquisa em Inclusão (GEPI) da Unisinos, contexto no qual participei de encontros muito significativos e pude expandir meu olhar para além dos discursos internalizados como verdades.

Aos professores do Mestrado Profissional em Informática na Educação, minha profunda gratidão pelos ensinamentos e reflexões proporcionadas durante as aulas. Aos colegas, obrigada pela parceria nos momentos de estudo, debates e também risadas acompanhadas de um chopinho gelado pós-aula.

Aos colegas do grupo de pesquisa GPEMAT, coordenado pela professora Carine, pelo ato de generosidade acadêmica com as leituras e contribuições para este trabalho. Agradeço especialmente à colega e amiga Eurídice, pela colaboração por meio de suas importantes sugestões.

Um agradecimento especial ao IFRS Campus Osório, instituição na qual atuo como professora. À direção de ensino, representada pela professora Milene, por me dar total apoio neste percurso. Aos colegas professores, pelas inúmeras vezes em que me auxiliaram com trocas, substituições ou simples palavras de incentivo – especialmente ao professor Bruno, coordenador do curso no qual sou professora.

Agradeço aos amigos que apoiaram e compreenderam minha ausência por diversos momentos. Às amigas Fabiana e Fernanda, obrigada pela imensa ajuda, seja

na construção da dissertação, seja com carinho e incentivo neste período. Ao meu amigo e parceiro de pesquisa Roberto, agradeço imensamente pela ativa participação nesta dissertação, com suas ideias e seu suporte em diversos momentos – e por, muitas vezes, não me deixar desistir.

Aos meus pais, Jamilson e Nadir, agradeço primeiramente pelo amor – amor este que moldou a pessoa que sou hoje. Obrigada pelo exemplo de honestidade, bondade e caráter que me proporcionaram ao longo da vida. Obrigada, principalmente, por sempre apoiarem meus estudos e empreitadas acadêmicas. Vocês são a razão da minha existência.

*Existem momentos na vida em que a questão de saber se se pode pensar
diferentemente do que se pensa, e perceber diferentemente do que se vê, é
indispensável para continuar a olhar ou a refletir.*

(FOUCAULT, 1994, p. 13).

RESUMO

O objetivo deste estudo é analisar a inserção da Fabricação Digital (FD) no âmbito da Educação. A FD refere-se aos processos que utilizam computador conectados à maquinários de fabricação, para construir objetos físicos. As práticas de FD também estão vinculadas aos princípios do Movimento *Maker* e do Faça Você Mesmo (FVM), na qual os próprios indivíduos constroem seus projetos. Para atingir o objetivo proposto, utilizou-se a metodologia de pesquisa bibliográfica para o levantamento do conjunto que compõe a materialidade desta pesquisa. A análise se deu em 31 fontes bibliográficas constituídas por 20 artigos científicos, 4 dissertações, 2 teses e 5 livros. A partir das análises, foram definidos três enfoques principais que representam a finalidade da utilização da FD em contextos educacionais, quais sejam: disseminação e democratização das Tecnologias Digitais (TD) por meio da FD; cooperação na FD e compartilhamento de arquivos e conhecimentos; e aprendizagem potencializada pela FD. A análise empreendida nos enfoques permitiu identificar uma contradição entre a FD e o Movimento *Maker*. Mais especificamente, percebe-se que a aprendizagem defendida pelo Movimento *Maker* preconiza que os sujeitos exerçam o FVM e a sua criatividade no processo de criação de objetos. Entretanto, algumas práticas de FD, como o compartilhamento de arquivos, implicam mais a reprodução de projetos do que a sua criação. Nesse cenário, o produto final parece ser mais importante do que o processo de construção. Com isso, o trabalho criativo dos indivíduos é minimizado, e a aprendizagem pode, nesse sentido, não ocorrer. A fim de divulgar as problematizações desta pesquisa, foi criado um portal de conteúdo *online*, com informações e notícias sobre FD e três Webinários disponibilizados no canal de vídeos YouTube, nos quais são apresentadas as reflexões e desconstruções que compõem esta dissertação.

Palavras-chave: Fabricação Digital. Movimento *Maker*. Revolução Digital. Aprendizagem escolar.

ABSTRACT

This study aims at analyzing the insertion of Digital Fabrication (DF) in the context of Education. The DF is related to the processes that use computers connected to manufacture machinery, in order to build physical objects. The DF practices are also tied with the principles of the Maker Movement and of the Do it Yourself (DIY) culture, in which the individuals themselves build their own projects. To that end, the bibliographical research methodology was used for the collection of the set of publications that compose the materiality of this study. The analytical process included the study of 31 bibliographical sources consisting of 20 scientific papers, 4 dissertations, 2 theses and 5 books. From the analyses, three main approaches were defined, which represent the purpose of the use of DF in educational contexts: dissemination and democratization of Digital Technologies (DT) by means of DF; cooperation in DF and sharing of archives and knowledge; and learning powered by DF. The analysis conducted through these categories allowed the identification of a DF paradox related to the Maker Movement. More specifically, it is possible to observe that the learning process defended by the Maker Movement claims that citizens have to embrace the DIY culture and its creativity in the process of object creation. However, some DF practices, such as the sharing of files, imply more the reproduction of projects than its creation. In this context, the final product seems to be more important than its construction process. With this, the creative work of individuals is minimized, and, in this sense, the learning process may not occur. To disseminate the discussions resulted from this research, a web portal was created, including information and news on DF and three Webinars available in the YouTube video-sharing platform, in which the ideas and deconstructions that constitute this study are approached.

Keywords: Digital Fabrication. Maker Movement. Digital Revolution. School learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho da fabricação da pesquisa	19
Figura 2 - Palavras mais utilizadas na Fabricação Digital	33
Figura 3 - Tela do Google Sites.....	109
Figura 4 - Tela da <i>homepage</i>	110
Figura 5 - Tela 2 da <i>homepage</i>	111
Figura 6 - Tela da Página Sobre	112
Figura 7 - Tela 2 da Página Sobre	113
Figura 8 - Tela da Página Projetos.....	114
Figura 9 - Tela da Página Notícias	115
Figura 10 - Tela da Página Webinarío.....	116
Figura 11 - <i>Playlist</i> Repensar a Fabricação Digital.....	117

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Produções sobre Fabricação Digital na Educação	22
Quadro 2 - Classificação de excertos por grupo	31
Quadro 3 - Formação das categorias finais	33
Quadro 4 - Enfoques principais da Fabricação Digital na educação	60
Quadro 5 - Disseminação e democratização da Fabricação Digital	63
Quadro 6 - Objetivos da disseminação da Fabricação Digital	66
Quadro 7 - O sujeito da Fabricação Digital	69
Quadro 8 - Diferenças no acesso à Fabricação Digital	71
Quadro 9 - O caráter colaborativo da Fabricação Digital	77
Quadro 10 - O compartilhamento de arquivos na Fabricação Digital	80
Quadro 11 - A aprendizagem baseada no interesse individual	87
Quadro 12 - Aprender fazendo com a Fabricação Digital	90
Quadro 13 - Autonomia dos aprendizes na Fabricação Digital	96
Quadro 14 - A importância da condução na aprendizagem	102
Quadro 15 - Aprendizagem em pares na Fabricação Digital.....	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Processo de busca e seleção dos trabalhos correlatos.....	21
--	----

LISTA DE SIGLAS

TD	Tecnologias Digitais
FD	Fabricação Digital
FAB LAB	Laboratório de Fabricação Digital
FVM	Faça Você Mesmo
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação Ciências e Tecnologia
CBA	Center of Bits and Atoms
MIT	Massachusetts Institute of Technology
USP	Universidade de São Paulo
IFAL	Instituto Federal do Alagoas
IFRS	Instituto Federal do Rio Grande do Sul
WEF	World Economic Forum
ALV	Aprendizagem ao Longo da Vida
SESI	Serviço Social da Indústria

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 A FABRICAÇÃO DA PESQUISA	17
2.1 Trabalhos correlatos	20
2.2 Seleção do material de análise	28
2.3 Classificação do material de análise	29
3 A FABRICAÇÃO DE NOVOS MUNDOS	35
3.1 Sobre a Revolução Industrial	39
3.2 Sobre as Revoluções Digitais	43
3.3 Sobre a Fabricação Digital e a Fabricação Pessoal	47
3.3.1 O Movimento <i>Maker</i> e a cultura do Faça Você Mesmo	49
3.3.2 Fab Labs – laboratórios que possibilitam a fabricação pessoal	52
3.3.3 Sobre os projetos de Fabricação Digital na Educação	54
4 A FABRICAÇÃO DE UMA ANÁLISE	59
4.1 Você deve ter acesso às ferramentas adequadas	61
4.2 Você não pode fazer e não compartilhar	76
4.3 Você deve sempre buscar aprender mais sobre os seus feitos	84
5 (RE)PENSAR A FABRICAÇÃO DIGITAL – PORTAL DE CONTEÚDO <i>ONLINE</i> ...	108
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
REFERÊNCIAS	126
APÊNDICE A – <i>CORPUS</i> ANALÍTICO DA PESQUISA	137
APÊNDICE B – QUADROS DE EXCERTOS POR CATEGORIA	140
APÊNDICE C – PORTAL DE CONTEÚDO <i>ONLINE</i> NA VERSÃO PARA <i>SMARTPHONE</i>	157
APÊNDICE D – TESTE DE APLICAÇÃO DO WEBINÁRIO 1	159
ANEXO A – MANIFESTO DO MOVIMENTO <i>MAKER</i>	162

1 INTRODUÇÃO

[...] aqui se pensa em outros registros, respiram-se outros ares. Para nós, sempre será possível pensar de outros modos sem que isso implique, necessariamente contrapor-se aos modos canônicos do pensamento.

(VEIGA-NETO; NOGUERA, 2010, p. 69)

Nesta dissertação, parto do pressuposto de que as ações de implantação de Tecnologias Digitais (TD) na escola, tais como laboratórios de informática, projetos de robótica educacional, ensino de lógica de programação, aplicações com dispositivos móveis, dentre outros, tentam, de alguma forma, acompanhar o que Gershenfeld *et al.* (2017) chamam de Revoluções Digitais. Os autores afirmam que, ao longo da metade do último século, duas Revoluções Digitais aconteceram no cenário tecnológico, e uma terceira está em vias de acontecer. A primeira delas foi a da comunicação, que evoluiu dos telefones analógicos à internet; a segunda foi a da computação, que trouxe computadores pessoais e *smartphones*. Essas duas primeiras Revoluções Digitais, além de potencializarem o surgimento de novos dispositivos tecnológicos, também propiciaram aos indivíduos modificar a forma como realizam tarefas, comunicam-se, relacionam-se, acessam a informação e constroem seu conhecimento. Na passagem da Web 1.0 para a Web 2.0, por exemplo, os usuários da internet passaram de meros espectadores a produtores de conteúdo.

Neste primeiro quarto do século XXI, a terceira Revolução Digital, que está em seus primórdios, corresponde à Revolução da Fabricação Digital (FD) (GERSHENFELD *et al.*, 2017). O termo faz referência ao conjunto de técnicas, ferramentas e TD que possibilitam a construção de objetos físicos, por meio de máquinas conectadas e controladas por computadores. Os ambientes mais populares em que ocorre a FD são os Laboratórios de Fabricação Digital (Fab Labs). Além disso, as práticas de FD estão diretamente relacionadas a um movimento cultural, chamado de Movimento *Maker*, que defende a filosofia do Faça Você Mesmo (FVM), na qual os indivíduos são incentivados a ‘colocar a mão na massa’ e desenvolver diversos tipos de projetos. (ANDERSON, 2012). Assim, as práticas defendidas pelo Movimento *Maker* e materializadas pela FD nos Fab Labs permitem aos usuários produzir, além de conteúdo, objetos tangíveis de acordo com seus gostos e necessidades pessoais.

Com o aumento da popularidade da FD, no ano de 2016, um programa dominical veiculado por um canal aberto de televisão, em parceria com um Fab Lab da cidade de São Paulo¹, estreou a série “Fab Lab, Faça Você Mesmo”. (FAB LAB..., 2016). Dividida em quatro episódios, em cada um a série acompanhou as tarefas do Fab Lab para resolver os problemas de alguma comunidade, tais como a construção de um laboratório de ciências numa escola pública e a criação da prótese de uma mão para um menino, com a utilização da impressão 3D. (FAB LAB..., 2016). A tecnologia de impressão 3D, que possibilitou a criação dessa mão, é uma das principais TD que torna a FD possível.

A impressão 3D é uma tecnologia que consiste na criação de objetos físicos por impressão em camada. (SCHWAB, 2016). Além de permitir a fabricação de produtos personalizados, representa também um avanço na medicina. Considerada “o futuro da anatomia”, a impressão 3D já é utilizada “[...] em próteses customizadas e em análises prévias ou posteriores de cirurgias”. (FOSTER, 2019, p. 6). Demais partes do corpo humano, como ouvido, cabeça, dentes e pele, já foram consertadas com a impressão 3D. Em abril de 2019, cientistas de Israel construíram um protótipo de três centímetros do primeiro coração humano, feito a partir de tecidos em uma impressora 3D. (FOSTER, 2019). Mesmo que não apresente as funções necessárias para ser transplantado a um humano, representa uma possibilidade de avanços futuros.

Dado o potencial de transformações que a FD apresenta, considero importante pensar nas mudanças que ela pode causar em diferentes contextos, principalmente na educação. Beck (2018) traz o conceito de metamorfose para definir a “mudança extraordinária de visões de mundo” (p. 18). A partir dessa noção, ingressar em um mundo metamorfoseado “[...] significa ingressar em algo que segue uma lógica em tudo diferente.” (BECK, 2018, p. 22). Deste modo, a FD representa transformações jamais vistas nas formas como as TD são utilizadas. Juntamente com a ideia de que a próxima fase da Revolução Digital “[...] terá um impacto de longo alcance e, para reconhecer todas as suas implicações, devemos pensar na fabricação nos termos mais amplos e em termos de impacto” (MIKHAK *et al.*, 2002, p. 1), percebo a importância em *analisar a inserção da Fabricação Digital na educação*, que defino como objetivo principal deste trabalho. Mais especificamente, nesta pesquisa,

¹ Programa Fantástico da Rede Globo de televisão, em parceria com o Garagem Fab Lab de São Paulo.

questiono: *como as tecnologias de Fabricação Digital estão inseridas em contextos educacionais?*

Penso que, para que seja possível responder a esse questionamento, é fundamental tentar compreender o que dizem os sujeitos que já estão inseridos nas comunidades de FD e quais são as ideias que circulam nesse meio. Desse modo, para empreender a análise aqui proposta, realizo uma pesquisa bibliográfica composta por artigos científicos, dissertações, teses e livros que tratam do tema da FD, perfazendo um total de 31 fontes bibliográficas.

Em síntese, esta pesquisa é um convite para pensar a FD em ambientes educacionais, especialmente no espaço escolar. Considero que isso pode ser um primeiro passo para ponderar o uso dessa tecnologia como ferramenta pedagógica. Assim, como produto desta dissertação, proponho a criação de um portal de conteúdo *online*, no qual compartilho, além de informações gerais e notícias sobre a FD e o Movimento *Maker*, os achados desta pesquisa. A partilha se dá por meio de webinários – seminários *online* –, nos quais apresento os enfoques principais da FD, bem como algumas desconstruções que realizo acerca de algumas concepções percebidas nas produções científicas que analiso. Considero essas desconstruções como o diferencial da minha pesquisa em relação às anteriormente realizadas no âmbito dessa mesma temática.

Ao me referir a ‘desconstruções’, não pretendo qualificar a FD como adequada ou não, pois não se trata de avaliá-la pelos binômios bom/ruim, certo/errado. Também não me proponho a criar uma nova metodologia para práticas pedagógicas envolvendo FD. A minha intenção é provocar o pensamento sobre os tipos de uso que são feitos na atualidade. Nessa perspectiva, entendo que seja possível pensar de “outros modos” (TOURAINÉ, 2010) o uso da FD em espaços educacionais, para além dos discursos tomados como verdade na atualidade. O exercício de pensar de outros modos “[...] não significa ampliar o que já se pensa, ou seja, é mais do que acrescentar conteúdos novos ao que já se pensa e já se sabe [...] se move a partir de uma atitude de suspeita frente aquilo que é dado e parece óbvio e natural”. (VEIGA-NETO; LOPES, 2010, p. 150). Assim, as desconstruções que realizo partem do exercício de tentar desdobrar as expressões que percebo com maior ênfase nas produções científicas acerca da FD, com base em uma atitude de suspeita.

Para situar melhor o leitor acerca das relações que provocam as desconstruções e os desdobramentos que realizo, inicio esta dissertação pela

apresentação do percurso metodológico realizado, o qual chamo de 'A Fabricação da Pesquisa', bem como pela definição de cada etapa da construção do estudo e a investigação de trabalhos correlatos. No capítulo 2, denominado de 'A Fabricação Novos Mundos', traço uma linha da evolução do conceito e das formas de fabricação, juntamente com uma apresentação das Revoluções Industriais e Revoluções Digitais, nas quais se inclui a FD. Realizo, ainda no segundo capítulo, a definição dos conceitos relativos ao Movimento *Maker*, à cultura do Faça Você Mesmo (FMV), aos Fab Labs, bem como apresento alguns projetos educacionais com propostas *Makers* e de FD. No terceiro capítulo, intitulado 'A Fabricação de uma Análise', apresento as análises empreendidas no conjunto de materiais da pesquisa, juntamente com as problematizações e reflexões acerca dos conceitos que emergem desse material. O percurso analítico é estruturado partir dos enfoques de disseminação e democratização, cooperação e compartilhamento, e aprendizagem. O quarto e último capítulo é destinado a detalhar o produto desta dissertação, já mencionado ao longo desta introdução, no qual apresento alguns tensionamentos acerca das análises empreendidas nas produções científicas sobre FD.

2 A FABRICAÇÃO DA PESQUISA

Exaspero-me por saber que em nada que produzo posso colocar um ponto final, que nunca uma tarefa estará concluída, que não existe um ponto de chegada. Exaspero-me porque preciso continuamente criar novas ferramentas, novas trilhas, deslocar-me atrás de outros pontos de vista. Exaspero-me pois na perspectiva pós-estruturalista em que me situo não existe sossego, apenas estranhamentos. Mas também me alegro por saber da provisoriidade das posições e das ideias e pela possibilidade de jamais colocar um ponto final e de nunca acreditar estar no ponto de chegada. Alegro-me por saber que sempre será possível voltar atrás, refazer, criar outros sentidos para aquilo que chamamos realidade.

(SARAIVA, 2007, p. 1).

Desenvolver esta pesquisa pode ser considerado como o maior desafio que já enfrentei no percurso acadêmico. Na verdade, penso que este capítulo poderia se chamar “A Fabricação de um Pesquisador”, pois foi nesta dissertação que iniciei o caminho enquanto pesquisadora. Tal caminho foi cheio de temores, incertezas, recomeços e reconfigurações, e não o considero como encerrado. No início, eu não sabia o que procurava. Mas acredito que a maior parte dos problemas de pesquisa não sejam previamente calculados. Eles surgem como inquietações que nos movem a trilhar um caminho, que nem sempre segue uma linha reta. A questão principal é que “[...] você não pode juntar dois pontos olhando para frente; você só consegue conectá-los olhando para trás. Então você precisa confiar que os pontos, de alguma maneira, serão ligados [Steve Jobs]”. (ISAACSON, 2011, p. 277).

Não considero o movimento de olhar pra trás como perda de tempo, mas como uma possibilidade – tanto de poder melhorar a pesquisa quanto de poder aprimorar a mim mesma enquanto pesquisadora. Para tal feito, foram necessárias também muitas ‘mudanças de olhar’. Já disse Foucault (1994) que “[...] existem momentos na vida em que a questão de saber se se pode pensar diferentemente do que se pensa, e perceber diferentemente do que se vê, é indispensável para continuar a olhar ou a refletir” (p. 13). Assim, olhar e pensar de outros modos foram as principais ferramentas que utilizei no exercício do que chamo ‘fabricação da pesquisa’.

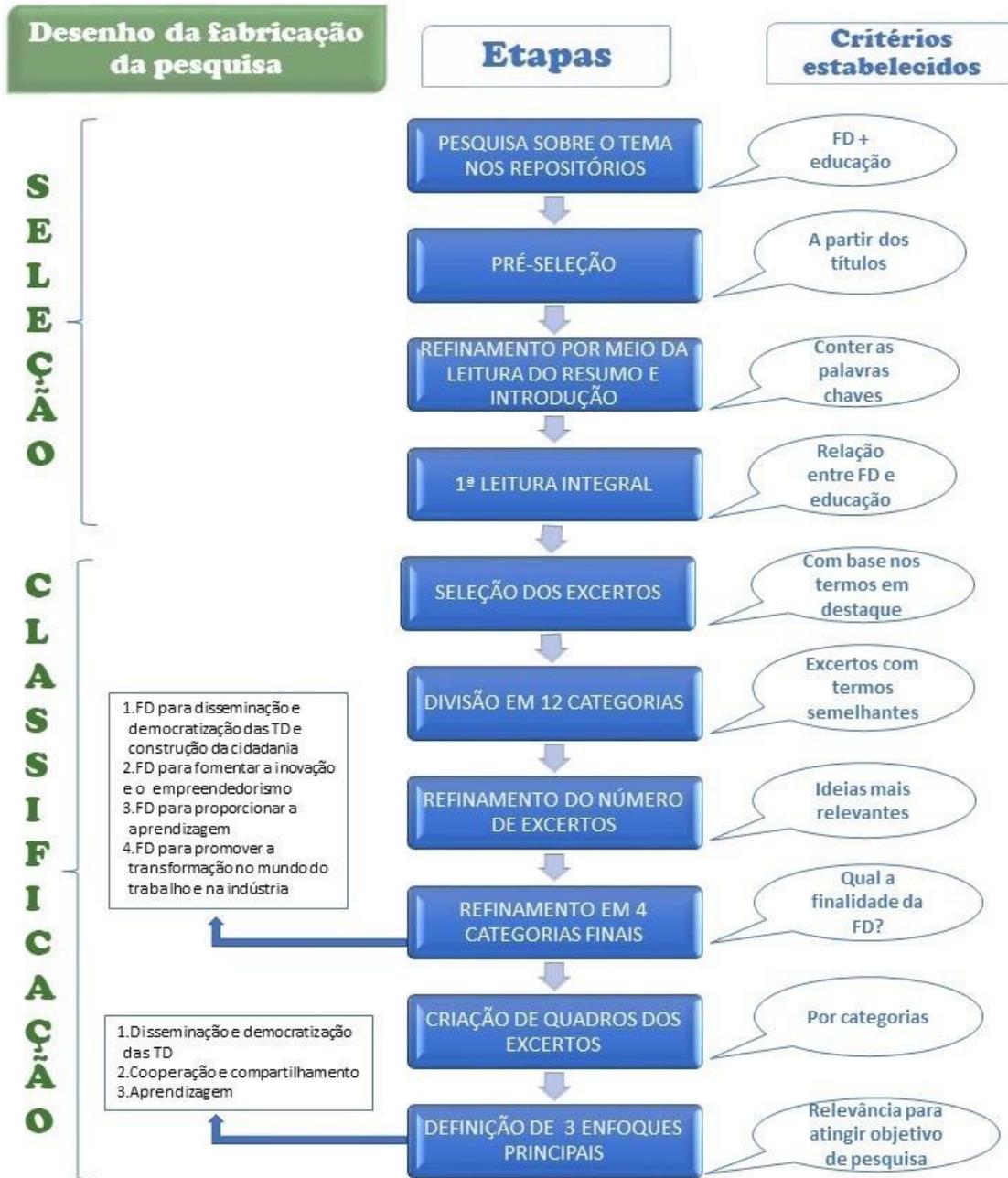
Neste capítulo, descrevo cada etapa do percurso metodológico desenvolvido para a realização deste trabalho. Para atingir o objetivo a que me propus, optei por

fazer uma pesquisa bibliográfica, com vistas à composição do material de análise. Uma pesquisa bibliográfica é realizada com base em materiais que já foram elaborados, principalmente artigos científicos e livros. Mesmo que a maioria dos estudos utilize fontes dessa natureza, o que diferencia esse tipo de pesquisa das demais é o fato de ser desenvolvida, unicamente, a partir de fontes bibliográficas. (GIL, 2008). A sua principal vantagem é “[...] permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente.” (GIL, 2008, p. 50). Por tal razão, escolhi esse tipo de pesquisa.

As fontes bibliográficas que foram definidas são constituídas por artigos científicos, dissertações, teses e livros sobre Fabricação Digital. Desse modo, a intenção foi ter acesso ao maior número de produções acerca do tema, conforme fosse possível. A partir do material de análise composto, extraí excertos de textos que apresento em quadros no decorrer da pesquisa. Saliento que pode ocorrer de um mesmo excerto aparecer em diferentes quadros, pois um mesmo trecho pode representar falas atribuídas a diferentes enfoques conceituais da FD.

Nesse percurso, embora tenha considerado a hipótese de que a aprendizagem na Fabricação Digital está implicada com a constituição do empresário de si mesmo, deixei a leitura dos materiais guiar o caminho, procurando transpor o “pensamento dicotômico moderno” (VEIGA-NETO, 2012, p. 279) de achar que as coisas são de uma maneira ou de outra. Desta forma, a pesquisa foi construída a partir de procedimentos que defini ao longo do caminho, em conformidade com as necessidades que surgiam. Para melhor visualização do percurso metodológico, na Figura 1, apresento o desenho da fabricação da pesquisa, o qual resume as fases que estão descritas posteriormente.

Figura 1 - Desenho da fabricação da pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora.

Para melhor compreensão desse desenho, nas próximas seções, descrevo com mais detalhes as ações realizadas em cada etapa do percurso metodológico. Antes disso, quero esclarecer que, nesta pesquisa, diferencio dois movimentos de seleção de materiais. O primeiro deles, que foi o ponto de partida, foi a busca por trabalhos correlatos, que consistem em produções acadêmicas existentes acerca de Fabricação Digital na Educação. A leitura de tais trabalhos me auxiliou na definição

do problema e do objetivo. Somente após essa investigação é que decidi realizar uma pesquisa bibliográfica; e então realizei o segundo movimento de busca, no qual selecionei o material de análise. Isso não implica dizer que não existam intersecções entre ambos os movimentos; entretanto, o que quero pontuar é que os abordo de maneira distinta.

Na próxima seção, apresento o primeiro movimento de busca, que foi realizado em produções acadêmicas correlatas, acerca de Fabricação Digital na Educação. Já o segundo movimento de busca, que foi o processo de seleção das fontes bibliográficas para compor o material de análise, está detalhado na seção 2.2.

2.1 Trabalhos correlatos

Para empreender a análise que proponho realizar, iniciei o movimento investigativo pela revisão de trabalhos anteriores com temas correlatos ao desta pesquisa. A partir desse movimento, pude evidenciar que pouca produção sobre o tema foi desenvolvida até o momento, e a maioria delas não está vinculada ao meio educacional. Acredito que uma das razões dessa escassez de resultados seja o fato de que o tema Fabricação Digital na Educação é recente. Nesse sentido, percebo que os primeiros trabalhos que falam sobre esta temática aparecem a partir do ano de 2008.

Realizei as buscas em três portais diferentes², quais sejam: Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Periódicos CAPES); Portal Lume, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT). Considerei como critério de relevância para a pesquisa os trabalhos que apresentaram algum tipo de relação entre Fabricação Digital e Educação. Não selecionei apenas aqueles desenvolvidos em cursos específicos na área educacional, pois incluí os que estavam relacionados a ela. Por isso, o motivo pelo qual desconsidere parte dos resultados da busca por trabalhos correlatos é fato de que eles não apresentaram vínculo com a Educação. Em geral, eram estudos de outras áreas, tais como Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Inovação, Moda, entre outras. Desta forma, os critérios para incluir ou

² Optei por realizar as buscas apenas em portais Nacionais, para delimitar o escopo da pesquisa.

descartar cada pesquisa do conjunto de trabalhos correlatos foi o mesmo para os três portais acadêmicos nos quais realizei as minhas buscas.

Para facilitar a compreensão do processo de busca e seleção dos trabalhos correlatos, criei a Tabela 1, na qual apresento os termos de busca aplicados, o número de resultados obtidos e o número de trabalhos selecionados, em cada um dos três portais pesquisados.

Tabela 1 - Processo de busca e seleção dos trabalhos correlatos

Portal	Termo de busca	Resultados obtidos	Quantidade selecionada
PERIÓDICOS CAPES	“fabricação digital”	12	0
	“fab lab” ³	2	0
	“construção digital” ⁴	2	0
LUME	“fabricação digital”	28	1
	“fab lab”	14	1
	“construção digital”	10	0
BDTD	“fabricação digital”	33	1
	“fab lab”	3	1
	“construção digital”	4	2

Fonte: Elaborada pela autora.

No processo investigativo, como já mencionei anteriormente, percebi que existem poucas produções sobre Fabricação Digital na Educação. A maioria dos trabalhos sobre FD está relacionada às áreas de arquitetura, engenharia, produção, moda, inovação etc. No Quadro 1, apresento os trabalhos que considerei mais relevantes como base à minha pesquisa. Na sequência, explico cada um deles, bem como suas intersecções e distanciamentos em relação ao meu estudo.

³ Laboratório de Fabricação Digital (Fab Lab) é o termo utilizado para referir-se aos espaços que possibilitam a Fabricação Digital, de que trato com mais detalhes no próximo capítulo. Em algumas partes desta pesquisa, utilizo esse termo, pois está imbricado com a Fabricação Digital. Além disso, vários resultados da pesquisa, tanto dos trabalhos correlatos quanto do material de análise, apresentam trabalhos que utilizam esse termo.

⁴ Utilizei a palavra construção porque também é um termo utilizado no sentido de fabricação.

Quadro 1 - Produções sobre Fabricação Digital na Educação

Título	Informações	Portal	Tipo
Os saberes desenvolvidos nas práticas em um hackerspace de Porto Alegre	BURTET, Cecília Gerhardt Programa de Pós-Graduação em Administração - UFRGS Porto Alegre/RS, 2014	LUME	Dissertação
Um Estudo Sobre Pensamento Formal no Contexto dos Makerspaces Educacionais	BORGES, Karen Selbach Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação – UFRGS Porto Alegre/RS, 2018	LUME	Tese
Para além do movimento maker: Um contraste de diferentes tendências em espaços de construção digital na Educação	SILVA, Rodrigo Barbosa e Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade - UTFPR Curitiba/PR, 2017	IBICT	Tese
Considerações sobre um campo conceitual comum entre a formação básica escolar, projeto e as tecnologias digitais em modelagem e fabricação	ANGELO, Alex Garcia Smith Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - FAUUSP São Paulo/SP, 2015	IBICT	Dissertação
Maker innovation: do open Design e fab labs ... às estratégias inspiradas no movimento maker	NEVES, Heloisa Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - FAUUSP São Paulo/SP, 2014	IBICT	Tese
Da Indústria ao Design Utópico dos Fab Labs: Uma análise de experiências na cidade de São Paulo	MONEZI, Elton. Reis Programa de Pós-Graduação em Design - Universidade Anhembi Morumbi/SP, 2018	IBICT	Dissertação

Fonte: Elaborado pela autora.

A pesquisa de Burtet (2014) tem como objetivo compreender como os saberes são desenvolvidos nas práticas de um grupo em um *hackerspace*⁵. Para isso, a pesquisadora faz um estudo de campo no qual observa as atividades realizadas em

⁵ Um *hackerspace* é um “[...] laboratório comunitário que propicia a troca de conhecimento e experiências, um local onde pessoas podem se encontrar, socializar, compartilhar e colaborar.” (BURNET, 2014, p. 32).

um determinado *hackerspace*. Ela identifica e descreve as principais práticas predominantes na organização e como ocorrem os processos de aprendizagem nas práticas do grupo e nas relações entre os indivíduos envolvidos.

Algumas considerações articuladas por Burtet (2014) foram primordiais para a idealização desta pesquisa⁶. Uma delas é a ideia de que, nos *hackerspaces*, “[...] os membros prezam pelo direito de fazer coisas que possam não ter serventia econômica. O espaço caracteriza-se por ser um local composto por equipamentos, ferramentas e pessoas, sem nenhum compromisso com o mercado.” (BURTET, 2014, p. 166). Do mesmo modo, penso que a educação escolarizada necessita de práticas que não tenham compromisso apenas com a produtividade econômica.

Outra consideração relevante a esta pesquisa se relaciona à conclusão de que “[...] práticas, saberes e aprendizagem coexistem e se encontram imbricadas no constante organizar do coletivo.” (BURTET, 2014, p. 8). A autora chega a essa constatação a partir das análises realizadas no *hackerspace* investigado. Nesse sentido, a possibilidade de que saberes e processos de aprendizagem estejam presentes em espaços de construção, compartilhamento e colaboração digital auxiliou-me a compreender que, nesses ambientes, é possível pensar em práticas pedagógicas.

Em sua pesquisa de doutorado, Silva (2017) faz um contraste entre propostas *Makers* baseadas em Fab Labs na *Maker Media*⁷, no FabLearn⁸, com objetivo de compreender quais são as origens, os objetivos e as implicações envolvidas. O pesquisador parte da afirmação de que existe uma “[...] sub-teorização do movimento maker em geral, que privilegia o fazer acima do refletir.” (SILVA, 2017, p. 10). Então, ele investiga e apresenta diferentes conceitos de tecnologia e propostas *Makers*. Essa tese trata, assim, de uma pesquisa descritiva sobre fatos e fenômenos que estão ocorrendo na tecnologia e na educação brasileira.

Silva (2017) traz considerações acerca da utilização das TD na educação e aponta que a implantação de projetos de tecnologia, muitas vezes, não utiliza como base a teorização nacional. Conforme o autor (2017), os modelos internacionais nem sempre se adequam à realidade brasileira. Além disso, para Silva (2017), o interesse da Educação no Movimento *Maker* está atrelado à ideia de que a TD pode ser uma

⁶ Apesar de a minha pesquisa não ser especificamente sobre *hackerspaces*, esses ambientes estão ligados ao movimento de Fabricação Digital.

⁷ Mais informações sobre a *Maker Media* podem ser encontradas no site: <https://makermedia.com/>.

⁸ Mais informações sobre FabLean podem ser encontradas no site: www.fablearn.org. No capítulo 3, subseção 3.3.3, trato brevemente do assunto.

alavanca para a sociedade. Com base na análise desse movimento, que já possui um considerável número de seguidores, o pesquisador afirma que o movimento *Maker* “[...] transcende discussões acadêmicas e é foco de interesse de setores diversos, como os dedicados a análises econômicas e de mercado, da situação industrial e da preparação de uma força de trabalho, bem como, da educação.” (SILVA, 2017, p. 143).

Minha pesquisa não trata especificamente do Movimento *Maker*, mas da FD na Educação. Entretanto, as considerações apresentadas por Silva (2017) ampliaram meu pensamento acerca da importância de compreender, também, os conceitos e autores vinculados ao Movimento *Maker* e como ele está relacionado com a Educação, além de reforçar o entendimento da importância de analisar as opiniões difundidas dentro dos espaços de FD.

A pesquisa de Borges (2018) teve como objetivo investigar o uso e o desenvolvimento do pensamento formal a partir de projetos de FD, em *makerspaces*⁹ educacionais. Para isso, a pesquisadora realizou “Oficinas de Criatividade” no laboratório de Fabricação Digital POALab, que “[...] constituíam atividades de extensão associadas ao Programa de Extensão POALab Fab Lab do IFRS.” (BORGES, 2018, p. 61). Cada oficina possuía suas temáticas e objetivos diferentes, tais como responder às questões de pesquisa “quando o pensamento formal é aplicado durante as atividades de fabricação digital?” e “qual seria uma abordagem pedagógica adequada para o uso do pensamento formal a partir do desenvolvimento de projetos de fabricação digital?”; além de “verificar como as atividades de fabricação digital eram capazes de desenvolver o uso do pensamento formal.” (BORGES, 2018, p. 61).

Nas Oficinas de Criatividade, Borges (2018) coletou e analisou os dados dos participantes envolvidos com a FD conforme o Método Clínico de Jean Piaget, por meio da teoria dos estágios de desenvolvimento. A partir das análises realizadas, Borges (2018, p. 6) concluiu que “[...] os *makerspaces* podem não só servir como espaços de criação, mas também como ambientes inovadores de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo”. Dessa forma, a relação entre *makerspaces* e ambientes de inovação é reconhecida ao longo do trabalho da pesquisadora.

Algumas concepções sobre o Movimento *Maker* na Educação também são apontadas na produção de Borges (2018) e foram utilizadas nesta dissertação,

⁹ Borges (2018) define *Makerspaces* como “laboratórios de criatividade, prototipação e inovação” (p. 17), que permitem o acesso a ferramentas para “criação de qualquer tipo de objeto, tecnológico ou não” (p. 34). Esses espaços possibilitam a criação de projetos e a Fabricação Digital.

principalmente no que se refere à “aprendizagem através da experimentação, propostas pedagógicas dos *makerspaces* educacionais”, chamada de “Educação Mão Na Massa” (BORGES, 2018, p. 39). A aproximação que a autora faz entre a FD e as competências esperadas dos indivíduos no século XXI foram pertinentes para compreender os motivos pelos quais as práticas de FD ganham espaço em contextos educacionais. A partir desse entendimento, considere pertinente analisar essas práticas.

Na pesquisa de Neves (2014), a autora busca apresentar estratégias *Makers* para o processo de inovação amparado no *design*. A primeira parte da pesquisa foi desenvolvida no Fab Lab Barcelona, e a segunda, no Fab Lab Sevilla. Nesses contextos, a pesquisadora realizou observações para compreender como se estruturam os espaços de criação denominados Fab Labs. Neves pretendeu, por meio de suas investigações, compreender como tais ambientes promovem a inovação. O objeto resultante do estudo foi “[...] o próprio termo *Maker Innovation*, criado através da observação das práticas abertas provenientes do Open Design e dos ambientes colaborativos do tipo Fab Lab, acoplados a ambientes de inovação.” (NEVES, 2014, p. 15, grifos do autor).

A autora aborda o conceito de uma Nova Revolução Industrial, que está alinhada com princípios da era digital juntamente com práticas alternativas de produção. (NEVES, 2014). Assim, com Neves (2014), percebo que pensar nessa Nova Revolução é uma tendência em produções acerca da FD. Como uma das referências para as discussões sobre a Nova Revolução Industrial, a pesquisadora utiliza Chris Anderson, autor este que me ajudou a compreender que a instauração da FD em contextos sociais e educacionais se configura como uma possibilidade de transformação nos processos de produção, conforme detalho de forma mais cuidadosa no Capítulo 3.

Para Neves (2014), os Fab Labs são potencializadores de “[...] um tipo de inovação que somente é atingida através da abertura e colaboração.” (NEVES, 2014, p. 129). Eles são ambientes físicos necessários à socialização. A partir do conceito de inovação, Neves (2014) apresenta o termo *Maker Innovation* para fazer referência à síntese de estratégias *Makers* dentro de um processo de inovação. Nesse âmbito, *Maker Innovation* é apresentado como “a inovação através do fazer”. (NEVES, 2014, p. 201). O conceito surgiu a partir da vivência e da observação da pesquisadora nos espaços *Makers* e nas práticas abertas e inovadoras que surgiram dos indivíduos presentes nesses espaços. Apesar de a pesquisa não apresentar uma relação direta

com a educação escolar, Neves (2014) me guiou aos conceitos de Fabricação Digital como uma nova Revolução Industrial, abordando alguns princípios dos Fab Labs e o movimento *Maker*, aspectos que foram importantes a este trabalho.

A pesquisa de Angelo (2015) é sobre um campo conceitual comum entre: a área de projeto da arquitetura e *design*; a formação escolar básica; e as TD de modelagem e fabricação. O pesquisador aponta que essas TD têm “[...] auxiliado no desenvolvimento de linguagens e habilidades mentais em um público inserido da formação escolar básica.” (ANGELO, 2015, p. 7). Durante a realização desse estudo, o autor visitou e observou laboratórios de FD para compreender o funcionamento das ferramentas digitais de modelagem e fabricação; e também observou como os jovens em formação escolar básica atuavam com elas. A partir de Angelo (2015), tomei conhecimento de alguns projetos sociais e educacionais existentes na área da FD, tais como o Fab Social, o Fab Lab Kids e o Fab Cidadania. Ao longo desta pesquisa, abordo com mais detalhes esses projetos.

Como produto de seu trabalho, Angelo (2015) apresenta uma relação de pontos comuns entre as três áreas estudadas (projeto da arquitetura e *design*; formação escolar básica; TD de modelagem e fabricação). Entre esses pontos elencados, os que considerei mais relevantes para auxiliar na compreensão das formas em que a FD pode estar inserida na Educação foram a ação educativa de projetistas na escola de formação básica; o modo de pensar como projetista e suas habilidades mentais; o projeto e o *design* como áreas específicas da formação básica; máquinas como interface entre ensino e o educando; e o Fab Lab e a formação básica escolar. (ANGELO, 2015).

As considerações feitas na pesquisa de Angelo (2015), com base nos pontos comuns elencados, permitiram-me chegar ao entendimento de que a FD pode ter relação com diferentes áreas do conhecimento que são trabalhadas na educação escolar básica, tais como Matemática, Ciências e Artes. Percebo também, a partir dessa investigação, que, além dos contextos educacionais, a FD é inserida em contextos sociais, que passaram a compor parte do meu objeto de estudo.

Na esteira das produções que abordam a relevância social da FD, a pesquisa de Monezi (2018) apresenta uma contraposição entre os meios de produção industrial e os modelos de FD. O estudo visou a “[...] avaliar a relevância dos laboratórios de fabricação digital (*Fab Labs*), na cidade de São Paulo, como ambientes propícios à inovação disruptiva e ao empreendedorismo, no cenário produtivo e de inserção

social.” (MONEZI, 2018, p. 6). Para atingir esse objetivo, o pesquisador realizou uma pesquisa qualitativa, na qual fez entrevistas com responsáveis por quatro Fab Labs da cidade de São Paulo, para coleta e análise de dados.

Monezi (2018) aborda conceitos como colaboração e compartilhamento de ideias nas comunidades *makers*, aspecto que desenvolvo ao longo desta pesquisa, bem como os impactos sociais causados pelos Fab Labs. Quanto a esse último ponto, o pesquisador conclui que, “[...] em geral, os *Fab Labs* não dispõem de uma vocação social significativa, ainda que se proponham a isso” (p. 95). Nesse sentido, as ações sociais são mais “a título assistencialista” ou “recreativas” (MONEZI, 2018, p. 96). O posicionamento do pesquisador, quanto a isso, representa uma visão crítica da FD, que parece ser diferente das demais produções que analiso neste trabalho.

A aproximação entre a pesquisa de Monezi (2018) e a minha ocorre principalmente na relação entre a FD e a mudança nas novas formas de fabricação, mais especificamente no entendimento de que “[...] a manufatura de apetrechos, exclusiva das indústrias, torna-se possível de ser criada virtualmente, sendo produzidos em centros de fabricação digital ou na residência do interessado.” (MONEZI, 2018, p. 18). Percebo, nesse trabalho, que a visão de protagonismo do indivíduo na FD necessita ser analisada sob diferentes perspectivas.

Em síntese, as produções acerca da FD me auxiliaram a compreender, em primeiro lugar, o potencial desses ambientes como espaços de construção e colaboração, tanto para a fabricação quanto para a aprendizagem. Em segundo lugar, percebi a importância do movimento *Maker* no âmbito da FD, bem como tomei conhecimento da existência de projetos e práticas educacionais *Makers* que desenvolvem aplicações de FD. Outro ponto compreendido foi a ideia de uma Nova Revolução Industrial, na qual a FD está inserida, que faz parte das problematizações que realizo neste estudo. O entendimento de que a FD se aplica a ambientes tanto educacionais quanto sociais e de que, em alguns aspectos, ambos estão associados me permitiu compreender a importância de analisar ambos os contextos. Entretanto, considero importante salientar que esta pesquisa tem como tema principal a FD na Educação. Além disso, considero como diferencial de meu estudo, em relação aos apresentados nesta seção, as desconstruções acerca de algumas concepções realizadas pelos pesquisadores, as quais abordo de outros modos.

A partir das mobilizações realizadas pela leitura das produções iniciais, realizei o segundo movimento de busca, conforme mencionei no início deste capítulo. Assim,

nas próximas seções, descrevo como foram selecionados e analisados os materiais que compõem o corpo analítico desta pesquisa.

2.2 Seleção do material de análise

Mais do que teorias e métodos, o que orienta esta pesquisa é buscar uma resposta para o problema que defini na apresentação deste trabalho – como as tecnologias de Fabricação Digital estão inseridas em contextos educacionais? Em um primeiro momento, a intenção era realizar uma pesquisa documental. Para tal fim, selecionei 20 artigos científicos e iniciei o movimento de análise desses documentos. Entretanto, ao longo do percurso, percebi que essa materialidade não era suficiente para atingir o objetivo proposto com a pesquisa. Por isso, ampliei as fontes para incluir dissertações, teses e livros sobre o tema.

A primeira busca realizada foi por artigos. Iniciei pelos repositórios digitais de trabalhos acadêmicos CAPES, LUME e IBICT, com o filtro para artigos. Porém, obtive resultados insuficientes para compor o conjunto de materiais. Então, optei por utilizar o buscador Google Acadêmico¹⁰, uma vez que ele realiza sua busca em diferentes plataformas, como periódicos de universidades, anais de eventos e revistas científicas eletrônicas. Tenho ciência de que esse buscador pode apresentar resultados que não sigam o rigor científico necessário para uma pesquisa acadêmica; por isso, tive o cuidado de verificar a procedência de cada artigo que selecionei.

Iniciei a busca com o termo “fabricação digital”, o que me retornou 1.030 resultados. Considerei um número elevado para realizar a análise; então procurei os trabalhos que pudessem ter alguma relação com a Educação. Para isso, inseri os termos “fabricação digital” + “educação”, procedimento que reduziu para 568 o número de resultados. Ao verificar as datas, constatei que as publicações mais antigas são do ano de 2008; e, com isso, percebi que o tema é recente na área científica.

Saliento que nem todos os resultados encontrados tinham conteúdos relevantes ou eram artigos científicos. Ao tratar da relevância dos trabalhos, refiro-me aos que apresentam maior relação entre FD e Educação. Além disso, o conjunto de documentos era muito extenso, e não considerei possível utilizar todos como fonte

¹⁰ Maiores informações estão disponíveis em: <https://scholar.google.com.br/>.

bibliográfica. Por isso, realizei uma pré-seleção deles a partir do título, diminuindo o conjunto para 120 trabalhos, que foram lidos parcialmente.

Nessa leitura parcial, estabeleci os seguintes critérios: a) ser um artigo científico; b) conter, pelo menos, uma das seguintes palavras-chave: fabricação digital, fab lab, educação, *maker* e *makerspace*. Desta forma, fiz uma prévia análise de cada um deles e verifiquei os critérios estabelecidos, por meio da leitura dos resumos e das introduções, para observar a sua relevância na pesquisa. Essa tarefa resultou num conjunto de 31 artigos que foram lidos na íntegra.

No momento da leitura, selecionei, com cores diferentes, alguns termos que se destacaram, tais como educação, aprendizagem, produção, criatividade, inovação, empreendedorismo, formação, coletividade, colaboração, interesse, estímulo, trabalho, indústria e solução de problemas. Com esse movimento, desconsidere os artigos que não apresentaram termos em comum com os demais e elegi um conjunto de 20 publicações, que compuseram o primeiro material para ser analisado. Com a decisão de ampliar o conjunto de materiais, selecionei também dissertações, teses e livros.

Nesse conjunto formado, apliquei os processos de classificação e análise, conforme descrevo na próxima seção. As teses foram selecionadas do conjunto dos trabalhos correlatos encontrados, conforme descrevi na seção 2.1. Quanto aos livros, elegi aqueles que podem ser considerados os principais da área de FD, conforme observei a partir das produções acadêmicas que apresentei na seção anterior. No Apêndice A, apresento o conjunto total de 31 fontes bibliográficas que compõem a materialidade desta pesquisa, constituída por 20 artigos, 4 dissertações, 2 teses e 5 livros.

2.3 Classificação do material de análise

Com o conjunto de fontes definido, retomei as leituras para análise do material. Nesse movimento de leitura, selecionei os excertos que considere mais significativos. Com isso, quero dizer que não procurei por falas específicas, que seguissem uma mesma linha de pensamento ou tendência: deixei cada material ‘mostrar’ o que tinha de mais acentuado. Nesse sentido, penso que é preciso abandonar a postura de “[...] olhar os discursos apenas como um conjunto de signos [...] como se no interior de cada discurso, ou num tempo anterior a ele, se pudesse encontrar, intocada, a verdade, desperta então pelo estudioso.” (FISCHER, 2001, p. 198). Essa foi uma

tarefa difícil, pois foi necessário me desprender do hábito de ler os textos procurando reais intenções que pudessem estar escondidas nas entrelinhas – ou, ainda, tentar ‘interpretar’ o que os autores pensaram no ato de sua escrita. Isso não significa dizer que todos os meus pressupostos tenham sido suprimidos, mas que os textos foram lidos sem que eu estabelecesse juízos de valor em relação a eles.

No processo de seleção dos excertos, percebi que vários deles apresentavam falas em comum. Desse modo, a próxima etapa foi agrupar os excertos que tratavam de assuntos semelhantes, com base nos termos que mais se destacavam. A partir desse movimento, classifiquei-os em 12 categorias diferentes, que são as seguintes:

- a) Inovação e empreendedorismo;
- b) Criatividade;
- c) Sociedade, cidadania e disseminação de tecnologias;
- d) Mundo do trabalho e indústria;
- e) Aprendizagem prática;
- f) Colaboração e compartilhamento;
- g) Interesse e motivação;
- h) Vínculo com educação escolarizada;
- i) Interdisciplinaridade;
- j) Experimentação;
- k) Resolução de problemas;
- l) Atividades lúdicas.

A emergência de assuntos em comum se deu por meio dessa primeira exploração das publicações. Como o número de excertos ultrapassava a quantia de 400, considerei ser necessário reduzir esse total. Para tanto, realizei uma segunda leitura, na qual observei mais atentamente cada fala, para extrair as ideias principais das categorias e definir quais delas permaneceriam no material de análise. A partir desse movimento, busquei encontrar as principais expressões que relacionavam os excertos. Nessa etapa, alguns deles foram desconsiderados, por apresentarem menor relevância em sua categoria. Além disso, algumas categorias foram reagrupadas, pois tinham ideias muito semelhantes. No Quadro 2, apresento algumas expressões centrais de cada categoria, o número de excertos inicialmente selecionados (X) e o número de excertos restantes após a segunda leitura (Y).

Quadro 2 - Classificação de excertos por grupo

Categoria	Expressões centrais da categoria	Nº de excertos X	Nº de excertos Y
1	Fomentar, potencializar, estimular, auxiliar, alcançar processos de inovação; viabilizar espaços para o empreendedorismo; ensino como incentivo para inovação e empreendedorismo; Fabricação Digital para auxiliar no processo de inovação.	42	23
2	Desenvolver o potencial criativo; auxiliar na validação de ideias; proporcionar espaço de criatividade e inovação; estimular o pensamento criativo.	22	10
3	Ampliar a visão de mundo; compreensão da realidade; ampliar a percepção sobre o contexto em que vive; construção da cidadania; colaborar com o desenvolvimento da sociedade; disseminação e democratização da tecnologia; solucionar problemas locais e reais e a emancipação do indivíduo.	38	19
4	Incitar a evolução no mundo do trabalho; surgimento de uma nova indústria; novo modelo de fazer as coisas; uma nova era econômica; proporcionar experiências no mundo do trabalho e indústria; o retorno ao modelo da indústria artesanal; novas formas de trabalho.	59	32
5	Aprender por meio de atividades práticas e experiências; relação entre teoria e prática; tornar o aprendizado mais ativo; aprendizagem como meio para realizar tarefas; aprender fazendo; aluno como protagonista.	35	18
6	Compartilhar o conhecimento; compartilhar arquivos; contribuir com o coletivo; o trabalho colaborativo se mostrou como um mecanismo essencial; espaços vinculados à coletividade; importância do coletivo.	34	18
7	Desenvolver conforme interesse próprio; envolver o estudante; despertar a atenção do aluno; motivar o ensino/aprendizagem; a aquisição de conhecimentos se estrutura no interesse individual; atividades voltadas ao interesse do aluno; despertar a curiosidade e motivar a participação.	46	23
8	Assimilação dos temas trabalhados em sala de aula; necessidade de práticas em escolas reais; necessidade de pré-requisitos; aprendizado prévio em sala de aula; importância da formação de base.	22	10
9	Fabricação digital como espaço interdisciplinar; integração de conhecimentos técnicos com áreas da grade curricular; integrar áreas de conhecimento; agregar múltiplos campos do conhecimento; promover a multidisciplinaridade	19	10
10	Aprender por meio de atividades práticas; base na experiência que os alunos já possuem; aprendizagem ativa; relação com o cotidiano dos alunos.	18	9
11	Resolução de problemas individuais; resolução de problemas da comunidade; utilização da Fabricação Digital para construir soluções aos problemas locais.	52	25
12	Introduzir a tecnologia de forma lúdica; utilizar atividades lúdicas; forma lúdica para despertar a curiosidade; assimilar o conhecimento de forma lúdica.	15	8

Fonte: Elaborado pela autora.

Com o refinamento da leitura dos excertos, além de reduzir a quantidade para 187, pude perceber que as falas, em sua maioria, se dividiam em duas vertentes. Uma delas expressava como a FD é utilizada, e a outra se centrava em descrever a finalidade da FD. A partir desse entendimento, voltei-me novamente às categorias e percebi que elas poderiam ser unidas e convergidas em conjuntos maiores. Para tanto, realizei o seguinte questionamento: qual a finalidade da FD? Saliento que essa não é uma pergunta de pesquisa, mas serviu como guia para a leitura do material de análise. O outro questionamento, relacionado às formas como a FD é utilizada, foi respondido a partir das análises que realizei nas etapas posteriores.

Deste modo, com base nas respostas ao questionamento sobre a finalidade da FD, reagruei os excertos em quatro categorias finais, que são as seguintes:

- a) Fabricação Digital para disseminação/democratização das tecnologias e construção da cidadania;
- b) Fabricação Digital para proporcionar a aprendizagem;
- c) Fabricação Digital para fomentar a inovação e o empreendedorismo e estimular o pensamento criativo;
- d) Fabricação Digital para promover a transformação no mundo do trabalho e na indústria.

O refinamento e a organização das doze categorias em quatro ocorreram a partir da percepção de que algumas tinham expressões semelhantes e, desta forma, poderiam ser agrupadas para facilitar o trabalho de análise. Assim, uni-as com expressões semelhantes. Entretanto, as categorias 9 e 12 não se enquadraram em nenhuma outra e foram, assim, suspensas do material de análise. No Quadro 3, apresento o reagrupamento que realizei para formar as quatro categorias finais.

A ideia inicial foi detalhar, nesse trabalho, cada uma das categorias de forma individual. Entretanto, devido à abrangência e ao tempo de duração desta pesquisa, esse movimento não foi possível. Com a leitura e a análise do conjunto final de excertos, percebi que, em certos momentos, as falas se convergiam em três enfoques principais. Foram esses que conduziram a análise ao objetivo da pesquisa. O primeiro enfoque está na busca pela disseminação e pela democratização das TD. O segundo deles está na importância atribuída à cooperação na FD e ao compartilhamento de arquivos e conhecimentos. E o terceiro e último enfoque está na aprendizagem potencializada pela FD. Ao longo do trabalho, problematizo cada enfoque e apresento os excertos do material de pesquisa, organizados em quadros.

Para compreender como a FD está inserida em contextos educacionais e sociais, nos próximos capítulos, apresento os “nós” que se interligaram e possibilitaram o surgimento da FD; e, posteriormente, analiso cada um dos três enfoques citados acima.

3 A FABRICAÇÃO DE NOVOS MUNDOS

Uma nova revolução digital está chegando, desta vez na fabricação. Ela baseia-se nos mesmos insights que levaram às digitalizações anteriores da comunicação e computação, mas agora o que está sendo programado é o mundo físico e não o mundo virtual. A Fabricação Digital permitirá aos indivíduos projetar e produzir objetos tangíveis sob demanda, onde e quando eles precisarem.

(GERSHENFELD, 2012, p. 43, tradução minha).

O objetivo deste capítulo é apresentar como as formas de fabricação de artefatos transformaram-se nos últimos quatro séculos e potencializaram, com isso, o surgimento de novas máquinas, ferramentas e tecnologias, bem como modificaram a relação dos indivíduos com os modos de produzir artefatos no mundo. Essas mudanças têm como cenário principal as Revoluções Industriais e as Revoluções Digitais, que ocorrem em diferentes espaços na sociedade.

O termo ‘fabricação’, derivado da junção das palavras ‘fabricar’ mais ‘ação’, tem sua etimologia do latim *fabricatio-ōnis*, com provável influência do francês *fabrication*, e expressa o ato de fabricar. (FABRICAR, 2012). O verbo ‘fabricar’ vem da palavra em latim *fabricāre*, com o significado de “preparar, confeccionar, executar”. (FABRICAR, 2012, p. 283). Fabricar algo também pode ser compreendido como executar ações de “produzir a partir de matérias primas”; “construir, edificar”; “criar na mente, inventar, maquinar”. (FABRICAR, 2010, p. 347). Fabricar é dar forma a algo; significa apoderar-se de algo da natureza e convertê-lo em algo manufaturado, dar-lhe uma aplicabilidade e, por fim, utilizá-lo. (FLUSSER, 2013). Por meio dessas ações sobre a natureza é que o homem, há tempos, produz artefatos no e para o mundo. Diante disso, fabricar pode ser considerado como uma manifestação da ação humana de “[...] tentar impor sentido ao mundo por meio de códigos e técnicas.” (FLUSSER, 2013, p. 14). Isso implica dizer que a fabricação é uma atividade intrínseca ao ser humano.

Hannah Arendt (2010) designa a ‘obra’ como uma das condições humanas para uma vida ativa, pois “[...] proporciona um mundo ‘artificial de coisas’, nitidamente diferente de qualquer ambiente natural.” (ARENDR, 2010, p. 8, grifos do autor). Nesse contexto, por meio da fabricação é que o homem põe em prática a sua obra na natureza. Uma das principais características que diferem a fabricação das demais

atividades humanas é que ela possui começo e fim definidos. O fim, no processo de fabricação, ocorre quando “[...] uma coisa inteiramente nova, com suficiente durabilidade para permanecer no mundo como um ente independente, é acrescentado ao artifício humano.” (ARENDDT, 2010, p. 178). A fabricação, assim, resulta em algum artefato inserido no mundo e que pode ser utilizado pelo homem. Segundo Flusser (2013, p. 12-13), “[...] todo artefato é produzido por meio da ação de dar forma à matéria seguindo uma intenção”. Em suma, os artefatos produzidos pelo homem sempre partem de algum objetivo que resulte em melhoria da sua condição de vida.

O sujeito que, por meio da fabricação, é responsável pela obra foi denominado de *homo faber*. A palavra latina *faber* “[...] designava originariamente o fabricante e artista que trabalhava com materiais duros, como pedra ou madeira.” (ARENDDT, 2010, p. 169). Existem indícios do surgimento da expressão *homo faber* a partir do Renascimento, sob o significado de “homem que faz”. (SENNETT, 2015, p. 17). A relação entre obra e fabricação opera a partir da noção de que “[...] a obra de nossas mãos [...] fabrica a infinita variedade de coisas cuja soma total constitui o artifício humano.” (ARENDDT, 2010, p. 169). O *homo faber*, nesse sentido, pode ser considerado um fabricante de objetos que, mediante o domínio de alguma técnica, é responsável pela construção dos artefatos necessários para a subsistência do homem no mundo. Em outras palavras,

Trata-se de um produtor de artefatos que, através de sua capacidade de fabricar, produz o mundo. Nos dias de hoje a produção desse fabricante mais evidente são os aparelhos eletrônicos e seus utensílios. Eles traduzem de forma clara a fabricação atual do *homo faber* que se empenha em produzir objetos para o mundo. (SOUZA, 2013, p. 12).

A designação *homo faber* denota que pertencemos a uma espécie que fabrica algo. (FLUSSER, 2013). Por meio dessa capacidade de fabricação, o *homo faber* produz utensílios, produtos e ferramentas que permitem que ele controle seu ambiente e se conecte a ele. A ligação entre o produtor e seu produto representa uma das características da forma de produção do *homo faber*, que, ao produzir artefatos, insere neles a sua identidade. (SENNETT, 2015). Nas palavras de Flusser (2013, p. 36), “[...] um sapateiro não faz unicamente sapatos de couro, mas também, por meio de sua atividade, faz de si mesmo um sapateiro”. Isso significa dizer que, a partir dos processos de fabricação de um objeto, é possível transformar a relação do usuário com seu entorno. (FLUSSER, 2013). Desse modo, além da ação de criar um mundo

artificial, há na fabricação a qualidade de pôr em prática os processos criativos que habitam a mente dos indivíduos. Por isso, para além da fabricação como condição de vida, existe também a figura de um artífice.

O artífice, segundo Sennett (2015), tem uma condição distinta da do fabricante. Ele é aquele que constrói algo com as próprias mãos, preocupado com a perícia artesanal. Apesar disso, “[...] o artífice representa uma categoria mais abrangente que a do artesão; ele simboliza, em cada um de nós, o desejo de realizar bem um trabalho, concretamente, pelo prazer da coisa benfeita.” (SENNETT, 2015, p. 164). A prática do artífice representa o envolvimento do homem com o processo do trabalho manual, com o ato de criação, e não tanto com o produto final em si. Nesse âmbito, vale pontuar que a transformação de matérias-primas em utensílios iniciou-se apenas com a potencialidade das mãos. (FLUSSER, 2013). Assim, o trabalho manual foi a primeira forma de expressão do homem com fins de produzir apetrechos.

A fabricação, no âmbito do artífice, caracteriza-se pelo vínculo da habilidade técnica com a criatividade humana. Trata-se da união dos esforços da mão com as ideias da mente. Nesse sentido, “[...] as recompensas emocionais oferecidas pela habilidade artesanal na consecução desse tipo de perícia são de dois tipos: as pessoas se ligam à realidade tangível e podem orgulhar-se de seu trabalho.” (SENNETT, 2015, p. 31). Em outras palavras, o trabalho manual do artífice, além de introduzir artefatos no mundo, também era motivo de satisfação pessoal. Esse indivíduo, além de um fabricante, era um inventor; e, para poder realizar suas criações, utilizava uma oficina.

As oficinas do artífice, na época medieval, ocorriam nas suas próprias casas, onde eles passavam boa parte do seu tempo. (SENNETT, 2015). Na atualidade, o conceito de oficina engloba outros tipos de empreendimentos. É utilizado, geralmente, para se referir a ambientes de pequeno porte, no qual as pessoas trabalham e produzem juntas. Isso implica dizer que “[...] a maior parte dos laboratórios científicos está organizada em forma de oficinas, no sentido de que são locais de trabalho pequenos funcionando na base da interação direta.” (SENNETT, 2015, p. 67-68). Em grande parte, a história das oficinas representa a forma de organização das instituições, de modos diferentes das grandes empresas, para lidar com questões de autoridade. Nas oficinas, “[...] as habilidades de mestre podem valer-lhe o direito de mandar, e a possibilidade de absorver essas habilidades e aprender com elas pode dignificar a obediência do aprendiz.” (SENNETT, 2015, p. 68). Em suma, aqueles que apresentavam mais habilidades perante determinados ofícios estabeleciam padrões

e treinavam os aprendizes que, por sua vez, seguiam o ensinamento dos mestres para adquirir a capacitação para determinadas atividades. Apesar da perícia dos artífices e de seu trabalho nas oficinas, tanto de criação quanto de condução dos aprendizes,

[...] em diferentes momentos da história ocidental, a atividade prática foi menosprezada, divorciada de ocupações supostamente mais elevadas. A habilidade técnica foi desvinculada da imaginação, a realidade tangível, posta em dúvida pela religião, o orgulho pelo próprio trabalho, tratado como um luxo. Se o artífice é especial por se mostrar engajado como ser humano, nem por isto suas aspirações e dificuldades deixam de espelhar essas questões mais amplas do passado e do presente. (SENNETT, 2015, p. 31).

Nessa conjuntura, percebo que, no último século, a perícia artesanal do artífice foi, gradativamente, desconsiderada. Na busca por artefatos mais sofisticados, mesmo que de forma artesanal, o homem desenvolveu diversas ferramentas, até encontrar uma excelência, possível apenas com o surgimento de máquinas mais complexas. (MONEZI, 2018). Entretanto, essa excelência também reduziu a importância do trabalho manual. Mais especificamente, o acontecimento da Revolução Industrial “[...] marcou a ruptura entre as atividades realizadas artesanalmente para aquelas produzidas por máquinas a vapor operadas por homens treinados para essa função.” (MONEZI, 2018, p. 21). Com isso, quero dizer que as inovações promovidas nos modos de produção, principalmente aquelas desencadeadas pela Revolução Industrial, que abordo com mais detalhes na seção 3.1, permitiram aos indivíduos novas formas de comunicação, interação e produção, isto é, novas formas de ser e estar no mundo; mas também diminuíram o valor do trabalho manual, considerado mais simples.

Em suma, durante diferentes períodos da história, “[...] o homem sempre fabricou ferramentas e instrumentos que o ajudasse no cotidiano do trabalho. Com as inovações advindas da era moderna toda essa concepção de fabricação se modificou.” (SOUZA, 2013, p. 18). Surgiram novas máquinas, bem como novas formas de fabricar os objetos desejados. E, com elas, surgiu também a “[...] separação entre *trabalho intelectual* e *trabalho manual*, entre *homo sapiens* e *homo faber*.” (ANTUNES; PINTO, 2017, p. 107, grifos dos autores). Assim, a fabricação do *homo faber* e a perícia artesanal do artífice, aos poucos, foram substituídas pela progressiva automatização das indústrias. Entretanto, com a popularização do Movimento *Maker*, que abordo na seção 3.4, considerado uma manifestação artesanal no mundo digital (ANDERSON, 2012), parece que houve uma retomada da valorização do trabalho

manual e artesanal, bem como dos processos criativos envolvidos na produção de artefatos. Isso pode representar uma ligação entre os *Makers* e os artífices inventores de outros tempos.

3.1 Sobre a Revolução Industrial

O termo Revolução Industrial refere-se ao surgimento de um conjunto de tecnologias que promoveram diversas transformações, principalmente nas formas de trabalho e no aumento da produtividade dos seres humanos. A Primeira Revolução Industrial teve início na Inglaterra, no final do século XVIII, sendo caracterizada por diversas descobertas que auxiliaram na expansão das indústrias, principalmente no surgimento das máquinas a vapor, das máquinas de fiar e do tear mecânico. (CASTELLS, 1999; HOBBSAWM, 2010; ANDERSON, 2012). Isso resultou na mecanização de processos, ocorrendo uma passagem da manufatura, trabalho realizado manualmente, para o sistema fabril, realizado por máquinas. (CASTELLS, 1999). Essa substituição do trabalho manual pelo industrial ocasionou o aumento da produção, mas também uma exploração de mão de obra barata – isso porque quem detinha o controle desses processos e dos recursos era a classe burguesa, que explorava uma classe operária, chamada de proletariado. (HOBBSAWM, 2010).

Nesse cenário, a Primeira Revolução Industrial também gerou uma revolução social, que foi marcada pelo descontentamento do proletariado e dos pequenos comerciantes. O proletariado se opunha à exploração da sua mão de obra, que possibilitava aos ricos acumularem cada vez mais lucros e, assim, financiarem a industrialização. Os pequenos comerciantes, por sua vez, sentiam-se em desvantagem nessa diferença de renda nacional, contestando os grandes financistas que embolsavam boa parte dos impostos que eram pagos, destacando o peso entre pobres e ricos, consumo e investimento. (HOBBSAWM, 2010). Em vista disso, parece que, desde os seus primórdios, a Revolução tem trazido consigo tanto avanços quanto conflitos para a sociedade, aspecto que se estende ao longo da história, com as demais revoluções.

A fase seguinte da transformação da indústria, conhecida historicamente como Segunda Revolução Industrial, iniciou na metade do século XIX e terminou durante a Segunda Guerra Mundial, marcada pela consolidação do progresso científico e tecnológico. (HOBBSAWM, 2010). Ela se caracterizou pelo desenvolvimento da

eletricidade e de indústrias químicas; da descoberta de antibióticos e vacinas; do surgimento do motor de combustão interna e do refino de petróleo; do avanço nos meios de comunicação, como a invenção do telefone; e da fundição eficiente de aço. Tudo isso possibilitou a construção dos trilhos das ferrovias, levando também a um progresso nos meios de transporte. (CASTELLS, 1999; ANDERSON, 2012). Esses avanços tiveram grande importância, à medida que transformaram as formas de locomoção e comunicação dos indivíduos, representando uma mudança em diversos aspectos das suas vidas.

Foi nesse período que surgiram também os modelos de produção chamados *Fordismo* e *Taylorismo*, com os métodos padronizados para a execução de atividades de trabalho, propostos por Frederick Taylor, e com a linha de montagem do Modelo-T, de Henry Ford. (CASTELLS, 1999). Isso tornou o sistema de produção das fábricas mais dinâmico, possibilitando uma sincronização entre tempo e movimento. (ANDERSON, 2012). Além disso, a produção em massa possibilitou uma redução no custo da produção, bem como ditou um novo ritmo, juntamente com a padronização das peças, gerando mais lucro para as classes detentoras das indústrias.

As duas primeiras Revoluções Industriais são marcadas, principalmente, pela substituição do trabalho manual por ferramentas e máquinas. Para Flusser (2013), as ferramentas são imitações das mãos humanas, uma vez que estas são próprias para lidar com objetos. A exemplo disso, os artífices artesãos utilizavam ferramentas para seu trabalho artesanal. Já as máquinas “[...] são ferramentas projetadas e fabricadas a partir de teorias científicas, e exatamente por isso são mais eficazes, mais rápidas e mais caras.” (FLUSSER, 2013, p. 37). Neste sentido, as máquinas industriais facilitaram a produção, mas também representaram uma ameaça ao trabalho do artífice, uma vez que “[...] nunca se cansavam, faziam o mesmo trabalho hora após hora sem reclamar.” (SENNETT, 2015, p. 50).

Aos poucos, a perícia artesanal do artífice foi substituída pela do trabalhador flexível e autônomo dos modelos *toyotistas* de produção. (ANTUNES; PINTO, 2017). No cenário das fábricas, aqueles considerados “[...] mais habilidosos foram requisitados a desempenhar funções de treinamento de outros operários [...] e os menos talentosos exerciam tarefas de repetição, como apertar parafusos ou conectar peças.” (MONEZI, 2018, p. 23). Nessa nova configuração dos operários, considerados como meros executores das máquinas, houve uma diminuição da dimensão criativa que existia na relação entre o artífice e seu objeto.

Além de os artefatos fabricados se tornarem mais impessoais, sem a mesma identificação humana, as máquinas industriais, ao possibilitarem uma produção automatizada em massa, também geraram uma significativa baixa no número dos trabalhadores das indústrias. Essa diminuição do trabalho humano ocorreu, de acordo com Flusser (2013, p. 37-38), porque,

Quando se trata de ferramenta, o homem é a constante e a ferramenta, a variável: o alfaiate senta-se no meio da oficina e, quando quebra uma agulha, a substitui por outra. No caso da máquina, é ela a constante e o homem, a variável: a máquina encontra-se lá, no meio da oficina, e, se um homem envelhece ou fica doente, o proprietário da máquina o substitui por outro.

A substituição da mão de obra humana e a capacidade produtiva da máquina foram expandidas com a ocorrência, em meados do século XX, da Terceira Revolução Industrial. Foi considerada como a Era da Informação, marcada por novas conquistas tecnológicas do ser humano, como o surgimento da computação, da internet, dos *softwares*, da robótica e da eletrônica. (CASTELLS, 1999). A soma desses fatores reforçou o poder intelectual das pessoas e potencializou “[...] ganhos de produtividade nas indústrias existentes e criar novas indústrias.” (ANDERSON, 2012, p. 45). A Terceira Revolução Industrial, assim, ocasionou a modernização da indústria ao permitir a criação de novos produtos e, principalmente, de novas formas de produção. Além disso, modificou também a relação dos indivíduos com a informação e o conhecimento.

A Era da Informação não está ligada somente à centralidade de conhecimentos e informações, mas à “[...] aplicação desses conhecimentos e dessa informação para a geração de conhecimentos e de dispositivos de processamento/comunicação da informação.” (CASTELLS, 1999, p. 69). Isso implica a mudança do modo como a informação é captada e o conhecimento é adquirido e transmitido. Tal processo é, cada vez mais, mediado pelas TD. Nesse contexto, Castells (1999) define que o uso das tecnologias da informação e comunicação, surgidas na Terceira Revolução Industrial, passou por três estágios distintos, que incluem automação de tarefas; experiência do uso; e reconfiguração das aplicações. Quanto a eles, o autor ressalta que,

[...] nos dois primeiros estágios, o progresso da inovação tecnológica baseou-se em aprender *usando* [...]. No terceiro estágio, os usuários aprenderam a tecnologia *fazendo*, o que acabou resultando na reconfiguração de redes e na descoberta de novas aplicações [...]. Há, por conseguinte, uma relação muito próxima entre os processos sociais de criação e manipulação de símbolos (a cultura da sociedade) e a capacidade de produzir e distribuir bens e serviços (as forças produtivas). (CASTELLS, 1999, p. 69).

Esse contexto pode definir uma das principais transformações da Terceira Revolução Industrial, pois, “[...] pela primeira vez na história, a mente humana é uma força direta de produção, não apenas um elemento decisivo no sistema produtivo.” (CASTELLS, 1999, p. 69). O indivíduo passa a ser valorizado não apenas como uma força física ou um operador de máquina, mas também como um sujeito dotado de capital intelectual, que apresenta um diferencial no sistema de produção. Além disso, ele passa a ser o seu próprio capital, a partir da noção de capital humano¹². Tal conceito faz referência ao “[...] estoque de conhecimentos valorizáveis economicamente e incorporados aos indivíduos”, que são “as qualificações adquiridas inicialmente, seja no sistema de formação, seja na experiência profissional [...] pode englobar os múltiplos trunfos que o indivíduo pode fazer valer no mercado de trabalho e fazer reconhecer junto aos empregadores.” (LAVAL, 2004, p. 58). Mediante a lógica da Teoria do Capital Humano, o valor do indivíduo inclui desde as competências que este possui até sua aparência física.

Ao passo que o capital intelectual e humano passa a ser mais valorizado, em contrapartida, a “[...] progressiva automatização das indústrias acabou desvalorizando a mão-de-obra operária, desembocando numa crise aguda e estrutural do emprego em nível mundial.” (SIBILIA, 2002, p. 25). Com isso, quero dizer que os sujeitos que não conseguiram acompanhar as mudanças tecnológicas da produção ou investir em si mesmos ficaram para trás.

Em suma, as Revoluções Industriais não modificaram apenas as formas de produção, mas também as formas de vida. Por isso, considero pertinente a compreensão de que “[...] a revolução industrial não foi um episódio com um princípio e um fim. Não tem sentido perguntar quando se ‘completou’, pois sua essência foi a de que a mudança revolucionária se tornou norma deste então.” (HOBBSAWM, 2010, p. 60). Penso que a importância de refletir sobre a Revolução Industrial está em compreender que esse processo desencadeou transformações na forma de

¹² A Teoria do Capital Humano, formalizada por Theodore Schultz (1973), defende que conhecimento que cada indivíduo possui é uma forma de capital. Segundo o economista Theodore Schultz, desenvolvedor dessa Teoria, “embora seja óbvio que as pessoas adquiram capacidades úteis e conhecimentos, não é óbvio que essas capacidades e esses conhecimentos sejam uma forma de capital, que esse capital seja, em parte substancial, um produto do investimento deliberado, que têm-se desenvolvido no seio das sociedades ocidentais a um índice muito mais rápido do que o capital convencional (não-humano), e que o seu crescimento pode muito bem ser a característica mais singular do sistema econômico. Observou-se amplamente que os aumentos ocorridos na produção nacional têm sido amplamente comparados aos acréscimos de terra, de homens-hora e de capital físico reproduzível. O investimento do capital humano talvez seja a explicação mais consentânea para esta assinalada diferença.” (SCHULTZ, 1973, p.31).

realização de tarefas, no cenário das indústrias e na evolução das tecnologias. Hoje já se fala em uma Quarta Revolução Industrial (SCHWAB, 2016), que pode causar rupturas nas tecnologias oriundas da Terceira Revolução Industrial. Encontro uma melhor compreensão dessa Revolução nas palavras de Schwab (2016, p. 16), ao expressar o seguinte:

[...] acredito que hoje estamos no início de uma quarta revolução industrial. Ela teve início na virada do século e baseia-se na revolução digital. É caracterizada por uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornaram mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizagem automática.

O que diferencia, basicamente, essa Revolução da sua anterior é “[...] a fusão de tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos.” (SCHWAB, 2016, p. 16). As TD estão cada vez mais integradas entre si, com dispositivos físicos e com o ser humano. Ao observar o crescimento do potencial da *Internet of Things* (Internet das Coisas), da robótica, da computação móvel, da Inteligência Artificial e de diversas outras inovações tecnológicas que surgem na área da computação, essa integração torna-se mais perceptível.

A Quarta Revolução Industrial é marcada por inovações tecnológicas que surgiram em razão de uma Revolução Digital. As TD, assim como as indústrias, também passaram por transformações e causaram impactos na sociedade. Para contextualizar o modo como as TD geraram mudanças nas formas de fabricação, na próxima subseção, apresento um breve cenário da Revolução Digital.

3.2 Sobre as Revoluções Digitais

Na área da computação, existem duas abordagens principais referentes às tecnologias, que são as analógicas e as digitais. As tecnologias analógicas são aquelas que operam por analogia, isto é, os equipamentos podem imitar o modelo de algum fenômeno físico e calcular os resultados, perante medições no modelo análogo. (ISAACSON, 2014). Os primeiros computadores que surgiram eram conhecidos como computadores analógicos, pois funcionavam por analogia.

De outro modo, as Tecnologias Digitais seguem o modelo de funcionamento digital. O termo digital está relacionado a dígitos numéricos (DIGITAL, 2010), isto é, a

números inteiros de 0 a 10. Nesse contexto, as máquinas digitais são aquelas que calculam os resultados utilizando dígitos, e não analogia.

O nascimento da Revolução Digital ocorre com o surgimento da computação digital. O primeiro computador digital foi o ENIAC, finalizado em novembro de 1945 por Presper Eckert e John Mauchly. (ISAACSON, 2014). Com a evolução da capacidade das TD, a Revolução Digital se desenvolveu, impulsionada principalmente “[...] pelo desenvolvimento dos semicondutores, da computação em *mainframe* (década de 1960), da computação pessoal (década de 1970 e 1980) e da internet (década de 1990).” (SCHWAB, 2016, p. 16). Atualmente, diversas outras TD, além dos computadores, já fazem parte do cotidiano do homem.

Gershenfeld *et al.* (2017) afirmam que, ao longo da metade do último século, duas Revoluções Digitais aconteceram. A primeira delas foi a da comunicação, que evoluiu dos telefones analógicos até a internet; a segunda foi a da computação, que trouxe para o cotidiano das pessoas os computadores pessoais e os *smartphones*. Combinadas, elas potencializaram o surgimento de inúmeras inovações na sociedade. Isso ocorreu porque a computação e a comunicação tiveram o poder de criar novas indústrias, novos setores da economia, novas formas de lazer e novas culturas. (ANDERSON, 2012).

Os avanços das TD, consequência das duas primeiras Revoluções Digitais, demandaram uma capacidade maior de adaptação em todos os níveis da sociedade, a qual envolveu: os indivíduos, que têm suas vidas cada vez mais mediadas pelas TD; as organizações, que precisam acelerar o ritmo para não ficarem obsoletas; e as instituições, como governo e entidades da área de Educação, que precisam manter a estabilidade em meio a constantes mudanças. (GERSHENFELD *et al.*, 2017). As mudanças não se deram igualmente para todos, uma vez que “[...] poucos estavam preparados para os profundos impactos econômicos, sociais e culturais das primeiras duas revoluções digitais” (GERSHENFELD *et al.*, 2017, p. 3, tradução minha). Mais especificamente, ao mesmo tempo em que essas modificações permitiram uma “produtividade sem precedentes, geraram enorme riqueza e catalisaram mudanças notáveis na vida cotidiana”, “muitas pessoas também foram deixadas para trás.” (GERSHENFELD *et al.*, 2017, p. 4, tradução minha).

Mesmo que todos sofram com os impactos da Revolução Digital, ainda vivemos entre dois mundos: embora uma parte da população mundial esteja vivendo em um mundo digital, “[...] o resto da humanidade ainda é vítima do mundo da

escassez física.” (RIFKIN, 2000, p. 11). Muitas pessoas ainda não têm acesso a computadores e internet, enquanto uma parcela reduzida domina os meios de comunicação. Entretanto, a evolução continua, e conforme argumentam Gershenfeld *et al.* (2017, p. 6, tradução minha):

Toda nova tecnologia tem atributos inerentes que afetam os recursos e comportamentos de pessoas que a utilizam. Tecnologias digitais permitem a rápida duplicação, manipulação e propagação de conteúdo. Esta propriedade tem sido central para a transformação de praticamente todos os setores da economia, como gastamos nosso tempo de lazer e como nos conectamos com entre si. Nas últimas décadas, vimos o crescimento econômico e social, impactos positivos e negativos da nossa capacidade de duplicar, modificar, e compartilhar músicas, vídeos, blogs, notícias, e-mails, mensagens de texto e outros materiais digitais, praticamente sem custo adicional. Esta capacidade é inerente à própria natureza da tecnologia.

Essa capacidade de multiplicar os recursos digitais é resultante, em boa parte, do surgimento da internet. Fruto da Revolução Digital, esse recurso potencializou o advento da *World Wide Web* na década de 1990, uma ferramenta que facilitou o acesso à rede. Seu idealizador foi o londrino Tim Berners-Lee, que modificou a forma como a internet poderia ser utilizada (ISAACSON, 2014), uma vez que,

No começo, a internet conectava computadores apenas em universidades e laboratórios científicos, e era muito difícil de ser utilizada. Para encontrar uma informação, você deveria saber onde ela estava, e também saber exatamente quais instruções corretas usar do computador para enviar a informação ao seu computador. (GRAHAM, 2009, p. 28).

Originalmente, a internet foi construída para facilitar a colaboração entre pessoas; e os computadores pessoais eram ferramentas que buscavam permitir a criatividade. Entretanto, foi somente com “a chegada dos modems, dos serviços online e da web” (ISAACSON, 2014, p. 15) que a colaboração e criatividade começaram a andar juntas na era digital.

Geralmente, os termos *internet* e *Web* são utilizados como sinônimos. Entretanto, a internet é a rede que conecta dos computadores, enquanto que a *Web* é a ferramenta que permite que conteúdos disponibilizados pela internet cheguem até o usuário, por meio de navegadores e hiperlinks. (ISAACSON, 2014). Traço essas explicações para mostrar que é a partir do surgimento da *Web* que o usuário passa a interagir na Revolução Digital. A *Web 1.0* era estática, o que implica dizer que os usuários podiam apenas receber conteúdo. Com a evolução da *Web 1.0* para a segunda geração de serviços da internet – a *Web 2.0* –, houve “[...] um maior grau de

interatividade e colaboração na utilização da Internet.” (BRESSAN, 2009, p. 2). Isso significa que os conteúdos da Web se tornaram dinâmicos, e os usuários também passaram a produzi-los. Assim,

Consumidores, produtores, editores e gestores podem desempenhar qualquer papel, acabando com as distinções entre os utilizadores da internet. A essência da Web 2.0 é permitir que os usuários sejam mais que espectadores, tornem-se parte do espetáculo, possibilitando a construção coletiva de conhecimento. (SANTOS; NICOLAU, 2012, p. 6).

É a partir dessa mudança de consumidor passivo para agente ativo na produção e disponibilização de conteúdo na internet que percebo o surgimento de um novo tipo de usuário. Trata-se de um sujeito que deixa de ser apenas espectador e passa a ser também produtor de informações. Não há mais separação entre remetente e destinatário, entre consumidores e produtores, o que gera uma “sociedade de opinião e de informação”. (HAN, 2018, p. 37). Não tenho a intenção específica de adentrar o fato de que os sujeitos estão produzindo informações em massa, mas busco salientar o fato de que eles ‘produzem’, ou seja, ‘fabricam’ algo. Assim, com as possibilidades trazidas pela Web 2.0, os indivíduos podem fabricar e disponibilizar outros tipos de artefatos – só que, dessa vez, em formato digital.

No entanto, parece que, após “revolução da Web 2.0” (SIBILIA, 2016, p. 23), o indivíduo foi além e ultrapassou as barreiras de apenas produzir e disponibilizar conteúdo. Han (2018) apresenta a ideia de um novo sujeito da Revolução Digital, o *homo digitalis*, que possui formas de interação e comunicação diferentes dos sujeitos de outras épocas. Desta forma, muito mais do que permitir a recepção e a transmissão de informações, a Revolução Digital produz um novo modo de ser e estar no mundo.

Nesse cenário, com a constituição de um indivíduo que possui diferentes formas de relação com o mundo, está em vias de acontecer a Terceira Revolução Digital, que consiste na Revolução da Fabricação Digital ou na Fabricação Pessoal. (GERSHENFELD *et al.*, 2017). Seus idealizadores defendem que ela oferecerá aos usuários a possibilidade de fabricar, com ferramentas digitais, diferentes tipos de produtos. As duas primeiras Revoluções foram para os computadores, mas não para as pessoas. Isso significa dizer que as duas primeiras aconteceram no mundo dos *bits* – unidades do universo digital –; já a terceira passa a acontecer também no mundo dos átomos – unidades do universo físico. (ANDERSON, 2012). Seu idealizador define que,

Assim como as comunicações e a computação passaram de analógicas para digital, resultando em computadores pessoais, telefones celulares e na Internet, a digitalização da fabricação oferece a promessa de fabricação pessoal, capacitando indivíduos e comunidades a produzir e compartilhar produtos em demanda, onde e quando algo é necessário. (GERSHENFELD *et al.*, 2017, p. 6).

Isso pode gerar mudanças na forma como as TD são utilizadas e, assim como as demais Revoluções, mudar também aspectos da vida dos indivíduos, uma vez que o “[...] acesso generalizado a estas tecnologias desafiará os modelos tradicionais de negócios, cooperação internacional e educação.” (GERSHENFELD, 2012, p. 10). Nessa próxima fase da Revolução Digital, é presumido que “[...] a expansão terá um impacto de longo alcance e, para reconhecer todas as suas implicações, devemos pensar na fabricação nos termos mais amplos e em termos de impacto.” (MIKHAK *et al.*, 2002, p. 1). Deste modo, considero que o melhor momento para pensar nos impactos da Terceira Revolução Digital é o mais imediatamente possível, uma vez que ela ainda está em seus estágios iniciais: a definição das prioridades está em processo de formulação; as principais tecnologias estão em fase de desenvolvimento; e as estratégias para disseminar e instruir o uso da FD ainda estão surgindo. (GERSHENFELD *et al.*, 2017).

Para tornar mais claro do que se trata a Revolução da Fabricação Digital, nas próximas seções, trago os conceitos de FD, Movimento *Maker* e Fab Labs, que considero serem os principais elos que conectam os fios da Terceira Revolução Digital.

3.3 Sobre a Fabricação Digital e a Fabricação Pessoal

O termo Fabricação Digital se refere aos processos que utilizam ferramentas controladas por computador para confeccionar diferentes tipos de artefatos, que Gershenfeld (2012) afirma serem descendentes da máquina de controle numérico. Essa máquina foi criada em 1952, quando pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) ligaram, pela primeira vez, um computador digital a uma fresadora. Em 1980, surgiram processos que adicionavam materiais em vez de removê-los, chamados de manufatura aditiva. (GERSHENFELD, 2012). A manufatura ou fabricação aditiva é mais conhecida nos dias de hoje pelos sistemas de impressão 3D, que “[...] consistem na criação de um objeto físico por impressão, camada sobre camada, de um modelo ou desenho digital em 3D.” (SCHWAB, 2016, p. 148). Esse tipo de impressão possibilita, principalmente, a criação de produtos personalizados.

A FD também engloba outras TD além das impressoras 3D, tais como máquina de corte a *laser*, que pode produzir objetos em madeira; máquina de corte de vinil, que pode fabricar de adesivos a circuitos flexíveis; e fresadora de alta resolução para fabricar peças grandes. Esses dispositivos são controlados por *softwares* que possibilitam a concepção do objeto e realizam a interação entre o computador e a máquina de fabricação. (EYCHENNE; NEVES, 2013).

Desse modo, a FD é resultado de um “[...] processo contínuo de inserção das tecnologias digitais não só em produtos, mas também em processos de automação da indústria ao longo da segunda metade do século XX e, agora, no século XXI.” (CAMPOS; DIAS, 2018, p. 37). Mas o formato de indústria do século XXI será muito diferente daquele que preponderou no século XX, pois, “[...] em vez da inovação de cima para baixo, conduzida por algumas das maiores empresas do mundo, estamos assistindo à inovação de baixo para cima, promovida por inúmeros indivíduos, abrangendo amadores, empreendedores e profissionais.” (ANDERSON, 2012, p. 35). Nesse contexto, percebo que as transformações digitais que ocorrem na fabricação de produtos não se limitam apenas ao terreno industrial, uma vez que a FD possibilita também que indivíduos possam fabricar objetos sem estar inseridos em uma indústria. Assim, a FD pode ser também chamada de fabricação pessoal. (GERSHENFELD *et al.*, 2017).

Para Gershenfeld (2012, p. 49, tradução minha), “[...] o objetivo da fabricação pessoal não é fazer o que você pode comprar nas lojas, mas fazer o que você não pode comprar.” Ela permite aos indivíduos não apenas construir objetos utilizando TD controladas por computador, mas também materializar suas próprias construções.

Contudo, a ideia de fabricar os próprios objetos não surge a partir do advento da FD. A história da humanidade pode ser considerada “como uma história da fabricação” que passou por diferentes períodos: “[...] o das mãos, das ferramentas, o das máquinas e dos aparelhos eletrônicos.” (FLUSSER, 2013, p. 36). Parte dessa fabricação tinha como intuito produzir objetos para uso próprio. Nesse âmbito, o *homo faber* já exercia a fabricação pessoal, por meio do trabalho de suas próprias mãos. No entanto, o caráter do *homo faber* é mais impessoal do que o do artífice. Este último se preocupa com a arte pela arte, com a satisfação de fazer algo com excelência. Em suma, sempre houve a fabricação pessoal; mas, com o tempo, o trabalho manual, feito com as mãos pelo próprio indivíduo, perdeu parte de seu valor. Além disso, no

período de transição da manufatura para as ferramentas, e depois para máquinas e aparelhos, o papel do fabricante foi reduzido.

Nas últimas duas décadas, surgiu o Movimento *Maker*, que se apresenta como uma reafirmação das ideias da fabricação pessoal e manual. Esse movimento defende, essencialmente, a ideia do indivíduo como protagonista do processo de criação de artefatos, digitais ou não, bem como a utilização da criatividade na fabricação de objetos. Na subseção seguinte, esclareço mais os conceitos vinculados ao Movimento *Maker*.

3.3.1 O Movimento *Maker* e a cultura do Faça Você Mesmo

A invenção do microcomputador e a expansão da computação para uso pessoal, em meados das décadas de 1970 a 1980 no Vale do Silício, abriu as portas para novas utilizações da informática, dentre elas o começo da cultura *Maker*. (MARTINEZ; STAGER, 2013). Em 1985, Nicholas Negroponte, juntamente com Jerome Wiesner, Seymour Papert e Marvin Minsky, criou o MIT Media Lab¹³, com a intenção de convergir tecnologia, comunicação, multimídia e *design*. (MARTINEZ; STAGER, 2013). Isso auxiliou no nascimento de ideais e materiais que são até hoje difundidos no Movimento *Maker*. Alguns acontecimentos marcaram o seu surgimento (ANDERSON, 2012), como o lançamento da *Make Magazine*¹⁴ em 2005; da primeira *Maker Faire*¹⁵ no vale do Silício, que até hoje é um dos maiores eventos *Makers* do mundo; e do lançamento, em 2007, da *RepRap*, a primeira impressora 3D para *desktop*.

O Movimento *Maker* baseia-se na proposta do Faça Você Mesmo (FVM), na qual qualquer pessoa pode prototipar¹⁶, criar, vender ou distribuir o que desejar, tendo como bases principais a autonomia e a criatividade. (MARTINEZ; STAGER, 2013). Nesse sentido, qualquer indivíduo que siga os princípios do FVM, ou seja, pratique o

¹³ Informações no site: <https://www.media.mit.edu/>.

¹⁴ A *Make Magazine* foi fundada em 2005 por Dale Dougherty (co-fundador do O'Reilly Media) e trouxe como inspiração publicações para ajudar as pessoas a iniciar um passatempo ou aprender novas habilidades. Atualmente, a revista é considerada referência para a comunidade *Maker*. Mais informações disponíveis em: <https://makezine.com>.

¹⁵ *Maker Faire* é um evento para celebração da comunidade *Maker*, um espaço para compartilhamento de ideias e vitrine para inovação. A primeira *Maker Faire* ocorreu em 2006 na Califórnia, um ano após o lançamento da *Make Magazine*. (ANDERSON, 2012).

¹⁶ O termo 'prototipar' é utilizado na área da computação como referência à ação de criar um protótipo, que consiste em um modelo para seguir como padrão. (PROTOTIPAR, 2010).

‘mão na massa’ ao pôr algum projeto em prática, criar ou compartilhar novos produtos, pode ser considerado um *Maker*. Assim, na visão da cultura *Maker*,

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 nos passatempos e paixões. Não se trata apenas de oficinas e garagens ou dos tradicionais esconderijos dos homens, nos porões e sótãos. Quem adora cozinhar é *Maker* culinário e faz do fogão sua bancada de trabalho (comida feita em casa é melhor, certo?). Quem adora jardinagem, é *Maker* botânico. Tricô e costura, livros de recortes, bijuteria e tapeçaria - todos que se dedicam a essas atividades são *Makers*, tudo é criação. (ANDERSON, 2012, p. 14).

Apesar da ideia de Anderson (2012) de que todos somos e nascemos *Makers*, existem alguns ideais seguidos pelos adeptos a esse movimento, apresentados no *Maker Movement Manifest* (Manifesto do Movimento *Maker*). Esses ideais são representados por meio de ações a serem seguidas pelos indivíduos, definidas como: faça, compartilhe, presenteie, aprenda, equipe-se, jogue, participe, apoie e mude. (HATCH, 2014). No Anexo A, apresento na íntegra a descrição dessas ações defendidas no Manifesto do Movimento *Maker*. Considero tal manifesto como um guia para compreender as práticas defendidas por essa cultura.

Com o aumento da popularidade do Movimento *Maker*, ocorre também sua introdução em diferentes espaços, além daqueles destinados à fabricação. Mais especificamente na Educação, de acordo com Borges *et al.* (2010, p. 24), o Movimento *Maker*

[...] promove a cooperação, a interdisciplinaridade, a autonomia, os processos de auto-regulação da aprendizagem, a criatividade, a autoestima e o compartilhamento do conhecimento [...] Além disso, os envolvidos nas atividades de criação aprendem também a lidar com os erros, as incertezas e as decepções, aprendem a valorizar as diferentes culturas e o conhecimento dos mais velhos. (BORGES *et al.*, 2010, p. 24).

Assim, por ser considerado como uma estratégia que pode apoiar o processo de aprendizagem, existem iniciativas educacionais com propostas *Makers*, como as descritas nas produções de Angelo (2015), Silva (2017), Borges (2018) e Monezi (2018) acerca do tema FD na Educação¹⁷. Além dessas, também encontrei referências sobre projetos de educação *Maker* em outras produções que compõem

¹⁷ Ao me referir à FD na educação, incluo os projetos de educação *Maker* também. Esses projetos educacionais são apresentados na seção 3.3.3.

o conjunto de materiais de pesquisa que utilizo nesta dissertação, descritos no segundo capítulo, na seção 2.2.

Para reforçarem a ideia de coletividade e seguirem princípios semelhantes, que podem ser atribuídos às práticas de fabricação e/ou educação, os indivíduos inseridos no Movimento *Maker* geralmente realizam algumas tarefas e possuem características em comum, que são as seguintes:

1. Uso de ferramentas digitais desktop para o desenvolvimento e prototipagem de projetos de novos produtos ("FVM Digital").
2. Cultura de compartilhamento de projetos e de colaboração em comunidades on-line.
3. Adoção de formatos comuns de arquivos de 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. (ANDERSON, 2012, p. 24).

Nesse cenário, os *Makers* individuais produzem e compartilham conteúdos entre si, o que fomenta o crescimento do movimento. É possível perceber isso com a popularidade da já mencionada *Maker Faire*, feira mundial que reúne a comunidade *Maker* para expor seus projetos e trocar ideias. (DOUGHERTY, 2012). Outro aspecto que gera esse crescimento é a “popularização e redução de custos dos equipamentos eletrônicos”, que permitem que “[...] soluções sejam criadas fora dos grandes centros de desenvolvimento.” (PERES *et al.*, 2015, p. 898). Esses fatores potencializaram a ampliação de espaços para a expansão da cultura do FVM, bem como o aumento de seus seguidores. Desta forma, houve o surgimento de diferentes formatos de ambientes que permitem pôr em prática os ideais do Movimento *Maker* para projetar e fabricar objetos. Tais ambientes podem ser categorizados como

[...] espaços de colaboração denominados *makerspaces* (espaços para a criação de qualquer tipo de objeto, tecnológico ou não); *hackerspaces* (com foco mais voltado para a tecnologia); e *fab labs* (laboratórios com objetivos e equipamentos comuns, conectados em uma rede mundial de labs). (PERES *et al.*, 2015, p. 898).

Neste trabalho, apesar do aparecimento dos termos *makerspaces* e *hackerspaces*, o foco recai mais especificamente sobre os Laboratórios de Fabricação Digital (Fab Labs), pois são os espaços de maior destaque na FD, por “[...] democratizar o acesso aos meios modernos de fabricar coisas.” (GERSHENFELD, 2012, p. 48, tradução minha). Na próxima subseção, apresento os conceitos relacionados a esses tipos de laboratório. Entretanto, quero pontuar que, quando

menciono o termo ‘espaços de FD’, refiro-me a todos ambientes que praticam algum tipo de atividade *Maker* e seguem as filosofias do FVM.

3.3.2 Fab Labs – laboratórios que possibilitam a fabricação pessoal

Os Laboratórios de Fabricação Digital (Fab Labs) foram idealizados em 2003 por Neil Gershenfeld no *Center of Bit and Atoms* (CBA) do MIT, durante um curso que o pesquisador ministrou, chamado *How to Make (Almost) Anything*¹⁸. (ANDERSON, 2012). Em dezembro do mesmo ano, uma equipe liderada por Sherry Lassiter montou o primeiro Fab Lab no South End Technology Center, em Boston. O segundo Fab Lab foi construído na cidade de Sekondi-Takoradi, na costa de Gana. (GERSHENFELD, 2012). Esses locais foram se espalhando pelo mundo e hoje constituem uma rede. No Brasil, o primeiro Fab Lab foi criado na Universidade de São Paulo (USP) em 2011, pelo professor Paulo Fonseca de Campos. (SILVA; MERKLE; 2016). Até o mês de agosto de 2019, estavam registrados no site oficial da rede Fab Lab¹⁹ 98 laboratórios, espalhados por diversas regiões brasileiras. Mais especificamente, localizam-se 39 Estado de São Paulo; 10 no Estado do Rio de Janeiro; 10 em Minas Gerais; 9 no Rio Grande do Sul; e 8 em Santa Catarina. Além disso, Paraná, Bahia e Ceará possuem 3 laboratórios; Pará, Pernambuco e Goiás contam com 2; e Sergipe, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Amazonas, Paraíba, Piauí e o Distrito Federal possuem um laboratório cada.

Os Fab Labs podem ser compreendidos como espaços onde os indivíduos têm acesso às ferramentas de prototipação e FD. Eles seguem a proposta de que um projeto desenvolvido em um determinado Fab Lab possa ser reproduzido em qualquer outro. (GERSHENFELD, 2012). Um de seus principais fundamentos está no conceito de compartilhamento, que implica a “[...] abertura desta tecnologia a todos os usuários e no cruzamento de informações entre esses diferentes públicos.” (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 27). Em outras palavras, os usuários compartilham os arquivos entre si, geralmente por meio de sites como o *Thingiverse*²⁰, no qual é possível acessar o *design* de projetos de FD e também enviar o seu.

¹⁸ Tradução livre: como fazer (quase) qualquer coisa.

¹⁹ Disponível em: <https://www.fablabs.io/>.

²⁰ Mais informações disponíveis no site: <https://www.thingiverse.com/>.

Para tornar possíveis esses ideais, pensou-se em uma padronização de máquinas para os laboratórios da rede Fab Lab. Desta forma, os espaços são, atualmente, compostos por um conjunto de equipamentos básicos, que incluem impressora 3D, cortadora a *laser*, fresadora de precisão, cortadora de vinil e fresadora de grande porte. (EYCHENNE; NEVES, 2013). Para que um laboratório seja considerado integrante da rede Fab Lab, ele precisa atender a alguns critérios. Primeiramente, é preciso seguir a *Fab Charter*²¹, que é uma carta escrita pelo CBA, com orientações que o Fab Lab deve seguir. (EYCHENNE; NEVES, 2013). Além disso, o laboratório tem de estar vinculado à Fab Foundation, uma organização sem fins lucrativos que oferece suporte aos Fab Labs. (MONEZI, 2018). Existem também alguns pontos desenvolvidos pela rede mundial Fab Lab que orientam as práticas do ambiente. O mais importante se refere à abertura ao público, posto que “[...] o Fab Lab deve ser aberto ao público, gratuitamente ou em troca de serviços (auxílio nas rotinas diárias, formação, palestras, workshops etc.), ao menos uma parte da semana.” (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 15). Essa parte da semana é chamada de *Open Day*, que se refere a um dia em específico em que qualquer pessoa pode utilizar o laboratório.

Apesar de serem relativamente recentes na área das TD, os Fab Labs ganham importância fundamental pela disponibilização desses equipamentos em um “[...] espaço de criação colaborativo para que seus usuários (os makers) possam trocar conhecimento, capacitarem-se e construam juntos novas soluções.” (PERES et al., 2015, p. 899). Desta maneira, é possível que indivíduos que não sejam especialistas em FD possam criar seus projetos, pois “[...] não se espera que o usuário de um *FabLab* tenha formação em engenharia para poder utilizar o espaço, mas sim que, ao final do seu projeto, ele tenha aprendido várias coisas sobre engenharia, design, computação, entre outros.” (BORGES, 2018, p. 35). Assim, a idealização é de que sempre exista alguém no laboratório disposto a auxiliar quem quer começar, explicando como tudo funciona.

Uma das primeiras iniciativas públicas de FD foi a criação do Fab Lab Livre SP, em 2015. Trata-se de um conjunto de 12 laboratórios que integram a Rede Pública de Fab Labs, abrangendo diversas regiões do município de São Paulo. Os laboratórios são “frutos de uma parceria entre a Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia da Prefeitura Municipal de São Paulo e o Instituto de Tecnologia Social -

²¹ Os detalhes da Fab Charter encontram-se no site: <http://fab.cba.mit.edu/about/charter/>.

ITS BRASIL”, e “[...] são abertos e acessíveis a todas as pessoas que tenham interesse em aprender, desenvolver e construir projetos coletivos ou pessoais, envolvendo tecnologia de fabricação digital, eletrônica, técnicas tradicionais e práticas artísticas.” (ITS BRASIL, 2019). Em março de 2019, a prefeitura de Curitiba inaugurou o Fab Lab Cidadania Cajuru, primeiro Fab Lab público da cidade, que tem realizado projetos com objetivos que vão “[...] desde capacitar pessoas para uso das máquinas, até criar protótipos de produtos idealizados pelos participantes.” (FAS, 2019). Até o presente momento desta pesquisa, o Fab Lab Livre SP e o Fab Lab Cidadania Cajuru são os únicos totalmente públicos. Em sua grande maioria, os Fab Labs existentes são universitários ou privados.

A FD e os Fab Labs têm sido considerados como uma importante ferramenta para a educação, por permitir que as crianças possam entrar nos laboratórios e utilizar as ferramentas para construir projetos de seu interesse. (GERSHENFELD, 2012). Dessa forma, “[...] a fabricação digital e o ‘making’ podem ser um novo e importante capítulo no processo de trazer ideias poderosas, instrução e ferramentas expressivas para as crianças.” (BLIKSTEIN, 2013, p. 2, tradução minha). Entretanto, no Brasil, existem poucos Fab Labs que desenvolvem projetos educacionais, ou que visam a outros objetivos além da capacitação e do uso das próprias ferramentas dos laboratórios. (BORGES *et al.*, 2010). Na próxima subseção, apresento alguns desses Fab Labs e projetos aplicados à Educação.

3.3.3 Sobre os projetos de Fabricação Digital na Educação

Na esteira dos conceitos que relacionam a FD com a educação, existe o *FabLearn*, que se constitui em uma rede de laboratórios focada na educação de crianças. (BORGES, 2018). Essa rede “[...] trata-se de uma iniciativa transnacional de pesquisa, divulgação e prática de atividades de construção digital em ambientes educacionais.” (SILVA, 2017, p. 176). A iniciativa é baseada no trabalho do professor Paulo Blikstein, juntamente com o grupo acadêmico de estudos em Educação da Universidade de Stanford. A rede *FabLearn* é composta por um laboratório de pesquisas de aprendizagem *Maker*, por eventos científicos chamados de *FabLearn Conferences* e pelo grupo *FabLearn Fellows*, do qual professores participam, fazendo

relatos de suas atividades docentes. (BORGES, 2018; SILVA, 2017). As atividades desenvolvidas pela rede estão disponíveis no site *FabLearn Fellows*²².

Em 2016, ocorreu a 1ª edição do *FabLearn Conference Brasil*, na Universidade de São Paulo, na qual estudantes, pesquisadores e educadores compartilharam experiências sobre FD e ações *Maker* na Educação. Além da apresentação de projetos, algumas oficinas foram ministradas, que “funcionaram como uma apresentação de práticas e ideias maker para as pessoas participantes da conferência” (SILVA, 2017, p. 176) e também serviram como introdução a práticas de construção digital para muitas das pessoas participantes. Foi o caso da oficina “Robótica Educacional com Gogo Board”, que teve como público-alvo docentes do ensino fundamental, médio e superior, e lhes ensinou como mexer na interface Gogo Board para o trabalho com robótica. (SILVA, 2017). Dos projetos apresentados na *FabLearn Conference Brasil*, destaco o Educação Maker SESI-SC (CORDOVA; VARGAS, 2016) e o Sagui Lab (CABEZA *et al.*, 2016), que fazem parte do material empírico desta pesquisa. Ambos estavam em funcionamento até o presente momento em que esta dissertação foi escrita.

O projeto Educação Maker SESI-SC foi idealizado pela Rede SESI de Educação Básica e Continuada, no ano de 2015. Trata-se da constituição de um espaço baseado em uma proposta de educação *Maker*, com vistas a integrar diferentes áreas do conhecimento, onde as pessoas são incentivadas a criar e executar seus projetos. (CORDOVA; VARGAS, 2016). De acordo com a rede, a Educação Maker do SESI “[...] pratica a aprendizagem baseada em resolução de problemas e em projetos, com metodologias ativas que dão significado ao aprendizado, estimulam a pesquisa, o trabalho em equipe e a socialização do conhecimento.” (SESI, 2018). Nos espaços que foram concretizados a partir desse projeto, atualmente ocorrem oficinas para crianças e jovens de sete a dezessete anos, no contraturno escolar, uma vez por semana. As oficinas são ofertadas em diversas cidades do Estado de Santa Catarina.

O Sagui Lab é um projeto de extensão da Universidade Estadual de São Paulo, que iniciou em 2013. (CABEZA *et al.*, 2016). No projeto, são realizadas atividades e oficinas de “fabricação digital de mobiliário”, “prototipagem eletrônica com Arduino”, “feiras *maker*” e “construção de impressoras 3D”, com o objetivo de

²² Mais informações estão disponíveis no site da FabLearn Fellows: <http://fablearn.stanford.edu/fellows>.

“[...] promover práticas de criação colaborativa, a multidisciplinaridade, o uso de espaço compartilhado, técnicas de fabricação digital e analógicas e o desenvolvimento de projetos inovadores em multiplataforma digital.” (CABEZA *et al.*, 2016, p. 2). Nesse projeto, também foram aplicadas atividades em sala de aula, com uma turma da própria Universidade Estadual de São Paulo – atividades que foram vistas como uma “[...] oportunidade para oferecer aos alunos ferramentas práticas e conceituais para entender a dinâmica da nova revolução tecnológica.” (CABEZA *et al.*, 2016, p. 4). Atualmente, o projeto é mantido pelo departamento de Design do Campus Bauru da Universidade Estadual de São Paulo e ainda promove diferentes tipos de atividades *Makers*.

Nessa rede de laboratórios Fab Lab Livre SP, alguns projetos educacionais também são desenvolvidos. Destaco o “Clube de Fabricação Digital”, que tem por objetivo “desenvolver projetos utilizando software de desenho, diversos tipos de materiais, técnicas e máquinas”; e o “Grupo de Estudos: Fabricação Digital”, uma atividade desenvolvida em parceria com uma escola técnica da região paulista, “[...] com ênfase em pesquisa e desenvolvimento de um Drone para estudo da região da escola.” (ITS BRASIL, 2019). Ambos têm ênfase no conhecimento colaborativo e aprendizagem.

Já o projeto LabTEC@ foi desenvolvido no Instituto Federal do Alagoas (IFAL) e trata-se de um espaço físico, situado no Campus Maceió do IFAL, caracterizado como “[...] um ambiente de ensino e aprendizagem híbrido que oscila entre o espaço da instituição oficial de ensino, o espaço virtual e o espaço onde o aluno efetivamente conduz seu projeto.” (CORRÊA; BECK, 2015, p. 894). Considerarei esse projeto como uma iniciativa educacional *Maker*, pois ele se desenvolve junto aos participantes, incluindo práticas de FVM, compartilhamento de arquivos e trabalhos colaborativos, que se aproximam das práticas defendidas pelo movimento *Maker*.

Na mesma perspectiva, o projeto Fab Lab Kids é realizado pela rede Fab Lab em diversos países, tais como Peru, Espanha e Costa Rica. No Brasil, a iniciativa é coordenada pela Associação Fab Lab Brasil; as suas primeiras edições ocorreram em 2011 e 2012, em parceria com a Prefeitura Municipal de Guarulhos, no formato de oficinas com crianças de escolas públicas. (ANGELO, 2015). A proposta do Fab Lab Kids Brasil é “[...] possibilitar às crianças um espaço onde possam colocar suas ideias em prática, fabricando seus brinquedos, mobiliários, instrumentos musicais, além de programá-los e dotá-los de inteligência.” (ANGELO *et al.*, 2012, p. 384). Entre os objetivos do projeto, além de “ensinar as técnicas e ferramentas necessárias para a

fabricação digital”, encontram-se as intenções de “ensinar a inventar através da estimulação do pensamento”, “estimular as habilidades individuais”, “desenvolver a inteligência emocional”, “estimular o pensamento criativo”, “fomentar a autossuficiência” e “despertar a consciência social”. (ANGELO *et al.*, 2012, p. 384). Nas oficinas do Fab Lab Kids Brasil, as crianças têm acesso às ferramentas de FD, bem como realizam os desenhos dos projetos que desejam construir. Basicamente, os temas dos projetos são voltados à resolução de problemas da área socioambiental.

Por sua vez, o Garagem Fab Lab, da cidade de São Paulo, é considerado uma associação sem fins lucrativos, que desenvolve projetos, oficinas e também comercializa o uso de suas máquinas, com o “[...] objetivo de disseminar a tecnologia ao alcance de todos.” (MONEZI, 2018, p. 65). Uma das principais finalidades desse Fab Lab é oportunizar que microempreendedores possam criar projetos e produtos à parte de uma indústria maior. Entretanto, cerca de 30% dos projetos realizados no Garagem Fab Lab são de âmbito social. (MONEZI, 2018). Com esse direcionamento mais social, no ano de 2016, em parceria com a TV Globo na série “Fab Lab, Faça Você Mesmo”, o Garagem Fab Lab desenvolveu o projeto Laboratório de Ciências, no qual construiu um laboratório completo para os alunos de uma escola pública de São Paulo, que incluía microscópio, centrífuga e incubadora. (GARAGEM FAB LAB, 2016). Com base nas filosofias de “aprender e compartilhar”, “fazer e criar” (GARAGEM FAB LAB, 2016), o Garagem Fab Lab desenvolve projetos de cunho social e educacional, proporcionando um ambiente *Maker* para integrar novos indivíduos à filosofia do FVM.

Por fim, o POALab é um programa de extensão que ocorre desde 2015 e está inserido no campus Porto Alegre do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), instituição na qual realizo esta pesquisa de mestrado. Conectado à rede Fab Lab e coordenado pelo professor André Peres, o POALab tem por objetivos “servir como espaço interdisciplinar de aprendizagem, invenção e inovação” (BORGES, 2018, p. 36) e “disseminar conhecimento [...] com a missão de popularizar o acesso e letramento na fabricação digital.” (POALAB, 2018). Entre os projetos e oficinas desenvolvidos no POALab, estão as “Oficinas de Criatividade, Oficina de Robótica para Adolescentes e a Oficina de Cultura Maker para Educadores”, bem como a realização dos eventos “Arduíno Day, Scratch Day e a Hora do Código”. (BORGES, 2018, p. 36). Durante o andamento desta pesquisa, tive a oportunidade de frequentar o POALab, conhecer as máquinas que compõem o laboratório e compreender como funciona a FD na prática.

A partir do levantamento dos projetos educacionais aqui descritos e do conhecimento acerca do funcionamento da FD que ocorreu nas dependências do POALab, compreendi que a FD pode ter potencial para a aprendizagem. Entretanto, considere necessário analisar e problematizar narrativas tomadas como verdade pela comunidade *Maker*. No próximo capítulo, apresento alguns tensionamentos realizados a partir das análises empreendidas no material desta pesquisa.

4 A FABRICAÇÃO DE UMA ANÁLISE

Um Fab Lab tem como objetivo democratizar o acesso às ferramentas e máquinas para permitir a invenção e as expressões pessoais. O Fab Lab deve ser aberto ao público, gratuitamente ou em troca de serviços (auxílio nas rotinas diárias, formação, palestras, workshops etc.), ao menos uma parte da semana, um dos pontos verdadeiramente essenciais.

(NEVES, 2014, p. 137).

O objetivo, inerente aos processos do Makers, consistia em compartilhar conhecimento, o que vai muito além da noção de apenas “fornecer” conhecimento. Era possível vivenciar relações de colaboração no espaço, mas não de prestação de serviços, pois a proposta não consistia em fazer algo para as pessoas, mas construir algo com as pessoas.

(BURTET, 2014, p. 132, grifos do autor).

Um estudante que busca por conta própria aprender conteúdos, como os ensinados na escola, de forma a conseguir criar objetos com a impressora 3D, não é apenas um construtor, um maker, ele também é um aprendiz. O ato de construir esses objetos deixa de ser simplesmente uma situação do tipo “Do-It-Yourself” (faça-você-mesmo) para se tornar uma situação “Learn-It-Yourself” (aprenda-você-mesmo).

(AGUIAR, 2016, p. 189, grifos do autor).

Os excertos que abrem este capítulo compõem o *corpus analítico*²³ desta pesquisa e visam a dar o tom das reflexões que pretendo aqui desenvolver. Conforme detalhei no Capítulo 2, acerca do percurso metodológico, passei por diversas fases e categorizações dos excertos de textos para tentar compreender como as tecnologias de FD estão inseridas em contextos educacionais. A partir do refinamento desses textos, cheguei a três temas que representam os enfoques principais relacionados

²³ Alguns autores que utilizei como referencial teórico para apresentar os conceitos que envolvem a FD também estão presentes no *corpus analítico* desta pesquisa, tais como Gershenfeld, Anderson, Neves e Silva. Quando utilizo excertos de suas falas para exercício analítico da FD, apresento-as dentro de quadros. Desta maneira, é possível diferenciar a utilização de seus trabalhos na teorização de algo da sua utilização no exercício analítico desta pesquisa.

com a utilização da FD na Educação, quais sejam: disseminação e democratização das TD por meio da FD; cooperação na FD e compartilhamento de arquivos e conhecimentos; e aprendizagem potencializada pela FD. Ao analisar melhor cada um deles, percebi que estavam relacionados com as defesas do Manifesto do Movimento *Maker*, apresentado na seção 3.3.1 e no Anexo A. Por isso, cada seção a seguir é referente a um dos enfoques encontrados nas minhas análises e tem em seu título um trecho presente no Manifesto do Movimento *Maker*. Para tornar mais clara essa associação, no Quadro 4, apresento novamente cada enfoque e o respectivo princípio do Manifesto ao qual o relacionei.

Quadro 4 - Enfoques principais da Fabricação Digital na educação

Enfoque	Princípio do Manifesto
Disseminação e democratização das TD por meio da FD	<p style="text-align: center;">Equipe-se</p> <p>Você deve ter acesso às ferramentas adequadas para os seus projetos. Investir e desenvolver acesso local a todas as ferramentas que você precisa para fazer o que você deseja fazer. As ferramentas nunca foram tão baratas, acessíveis, fáceis de usar e poderosas.</p>
Cooperação na FD e compartilhamento de arquivos e conhecimentos	<p style="text-align: center;">Compartilhe</p> <p>Compartilhando o que você faz e o que você aprendeu sobre o que fez é a forma pela qual esta satisfação de fazer é percebida. Você não pode fazer e não compartilhar. Fica sem graça e sem sentido!</p>
Aprendizagem potencializada pela FD	<p style="text-align: center;">Aprenda</p> <p>Você deve aprender para fazer o melhor possível. Você deve sempre buscar aprender mais sobre os seus feitos. Mesmo que você já seja um especialista ou um artesão experiente você ainda precisará aprender, querer aprender, e forçar-se a buscar novas técnicas, materiais e processos. Construir um caminho de aprendizagem ao longo da sua vida garante uma existência produtiva, e feliz.</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

A organização dos quadros de excertos em três enfoques se deu pela condução das ideias que cada um deles desencadeou, bem como pela busca de respostas a questionamentos que surgiram ao longo das análises. Embora o problema orientador desta pesquisa seja *como as tecnologias de Fabricação Digital estão inseridas em contextos educacionais?*, no exercício analítico de cada enfoque, surgiram questionamentos menores, que guiaram a minha leitura a partir de pistas que encontrei ao longo do caminho. Assim, ao longo deste capítulo, apresento as compreensões e considerações concebidas acerca de cada um dos enfoques.

Em síntese, o primeiro enfoque demonstra que a disseminação de TD por meio da FD tem uma relação bastante estreita com a preparação do indivíduo para resolver

problemas individuais e coletivos, bem como para manter sua empregabilidade. O segundo enfoque demonstra o quanto os ideais de FD cultuam a cooperação entre os sujeitos, para que estes possam construir projetos juntos e compartilhar os respectivos arquivos, mas ainda no sentido de superação individual de dificuldades. O último enfoque demonstra que, por meio do acesso à FD e do compartilhamento de conhecimentos que ocorre com a cultura de cooperação, a aprendizagem pode ser potencializada, embora fundamentada, principalmente, nos interesses individuais e na autonomia e responsabilidade de cada sujeito para conduzir a própria aprendizagem.

O encadeamento das ideias que emergiram nos três enfoques me permitiu delinear, principalmente, a relação entre aprendizagem e criação, vinculada ao Movimento *Maker* e aos espaços de FD. Nessa relação, percebo que a aprendizagem defendida pelo Movimento *Maker* estimula que os sujeitos exerçam o Faça Você Mesmo (FVM) e a sua criatividade no processo de criação de objetos. Entretanto, algumas práticas de FD, como o compartilhamento de arquivos, implicam mais a reprodução de projetos do que a sua criação. Nesse cenário, o produto final parece ser mais importante do que o processo, e o trabalho criativo dos indivíduos é reduzido. A diferença entre criação e reprodução de objetos acaba por gerar, assim, uma contradição entre a FD e o Movimento *Maker*. Nas próximas seções, abordo com mais detalhes essa relação e as problematizações que emergem de cada um dos três enfoques da FD.

4.1 Você deve ter acesso às ferramentas adequadas

Uma das mudanças que acontece com a Revolução Digital e a constituição do *homo digitalis* está na relação dos sujeitos com os bens de consumo. Em um mundo cada vez mais tecnológico, “a noção de propriedade está sendo substituída rapidamente pelo acesso” (RIFKIN, 2000, p. 4), e “[...] cada vez mais o que conta não é tanto a posse dos bens, mas a capacidade de acesso e utilização desses bens.” (SIBILIA, 2002, p. 27). As principais mudanças ocorrem no sentido de que as pessoas já não necessitam tanto ter bens materiais, mas possuir o acesso a eles. Os sistemas digitais, por sua vez, representam uma forma de possibilitar esse acesso. Afinal, em um mundo onde “tudo se torna quase imediatamente desatualizado” (RIFKIN, 2000, p. 5), faz mais sentido ser usuário do que proprietário.

Nessa rápida desatualização das coisas, consolida-se um tempo em que “[...] a circulação de estímulos se torna tão veloz e intensa, o desafio [...] não consiste em tentar se livrar da opressão, mas em gerar formas de ‘se prender a algo’ que lhes permita se constituir e incorporar a experiência” (SIBILIA, 2012, p. 121). Para tanto, é necessário engendrar formas de os indivíduos terem possibilidades de acesso, seja a bens materiais, informações ou conhecimentos. Nesse sentido, ter acesso tornou-se um bilhete de ingresso para as coisas tangíveis e intangíveis do mundo. (RIFKIN, 2000). Trata-se de conseguir (ou não) alcançar aquilo que é considerado necessário para manter as relações entre os sujeitos e com o seu meio. Assim, é possível afirmar que ter acesso a diferentes espaços, bens e serviços significa fazer parte do jogo do neoliberalismo²⁴. Lopes (2009) aponta que uma das regras do neoliberalismo, enquanto forma de vida do presente, é que todos devem estar incluídos, mesmo que em níveis diferentes de participação: o que importa é que ninguém fique fora do jogo. Assim, no neoliberalismo,

[...] certas normas são instituídas não só com a finalidade de posicionar os sujeitos dentro de uma rede de saberes, como também de criar e conservar o interesse em cada um em particular, para que se mantenha presente em redes sociais e de mercado. Todos estamos, de uma maneira sendo conduzidos por determinadas práticas e regras implícitas que nos levam a entrar e permanecer no jogo econômico do neoliberalismo. (LOPES, 2009, p. 155).

Como nem todos poderão entrar no jogo por conta própria, são criadas estratégias, como “a implantação do fab lab dentro da universidade” (QUINTELA *et al.*, 2016, p. 4), ou então “levar uma infraestrutura (minilaboratório Fab Lab de fabricação digital) [...] para dentro da comunidade.” (ANGELO, 2015, p. 107). Tais estratégias parecem ter o intuito de disseminar o acesso às inovações tecnológicas e possibilitar a inserção dos indivíduos na Era Digital. Isso ocorre porque

No século XXI estar incluído digitalmente é condição mínima para que estejamos conectados a outras formas de trabalho, de relacionamento, de participação política, social, cultural, econômica; é condição mínima para

²⁴ O neoliberalismo é um sistema normativo que surgiu a partir da metade do século XX e transformou o capitalismo, estendendo sua lógica a todas relações sociais e demais esferas da vida. (DARDOT; LAVAL, 2016). No neoliberalismo, a ênfase passa a ser na competição e no consumo. (SARAIVA; VEIGA-NETO, 2009). Isso ocorre porque, “[...] enquanto no liberalismo a liberdade de mercado era entendida como algo natural, espontâneo, no sistema neoliberal a liberdade deve ser continuamente produzida e exercitada sob a forma de competição.” (VEIGA-NETO, 2011, p. 38). Portanto, o princípio condutor do neoliberalismo é a competição.

participação em uma sociedade que está conectada em rede. (LOUREIRO, 2014, p. 2).

Na atualidade, em que estar incluído no mundo digital é condição necessária, mas não suficiente, para participar dos modos de ser e estar da sociedade, percebo que a disseminação e a democratização das TD se constituem em um dos enfoques da sua utilização na Educação. Assim, compreendo os atos de disseminar e democratizar a FD como tentativas de introduzir a cultura *Maker* e popularizar o acesso das tecnologias para fabricação de produtos a todos indivíduos. Nos excertos do Quadro 5, demonstro as afirmações que faço aqui:

Quadro 5 - Disseminação e democratização da Fabricação Digital

Esta pesquisa propôs adotar a ideia '*fab lab is the new lanhous*' [...] e investigou formas de introduzir a cultura *maker* como atividade educativa. Procurou-se estratégias que fossem rápidas, baratas, igualitárias e adaptáveis para inserir a tecnologia no ensino básico e médio, a fim de democratizar seu acesso e disseminar seus usos. (PACINI *et al.*, 2017, p. 3).

A implantação do fab lab dentro da universidade, conforme exposto, vem democratizar o acesso às tecnologias de fabricação digital, possibilitando o desenvolvimento de pesquisas aplicadas na solução de problemas e questões locais. (QUINTELA *et al.*, 2016, p. 4).

O objetivo do Garagem *Fab Lab* é disseminar a tecnologia ao alcance de todos e as vantagens da cultura *Maker* sintetizam na experimentação e prototipação imediatas. (MONEZI, 2018, p. 65).

Em todos os trabalhos de campo, houve a ação intencional de levar uma infraestrutura (minilaboratório Fab Lab de fabricação digital) para próximo do público alvo, ou seja, para dentro da comunidade. (ANGELO, 2015, p. 107).

Fabricação digital vai muito além do uso de máquinas como a impressora 3D ou a fresadora CNC. O potencial desses ambientes é grande e significativo no atual contexto de educação, produção e consumo. Muito além do domínio da técnica, esses espaços têm papel importante na disseminação da tecnologia de ponta e do consumo consciente, sendo uma poderosa ferramenta social e intelectual. (PACINI *et al.*, 2017, p. 8).

[...] embora as máquinas de fabricação digital de hoje ainda estejam em sua infância, elas já podem ser usadas para fazer (quase) qualquer coisa, em qualquer lugar. Isso muda tudo. (GERSHENFELD, 2012, p. 46, tradução minha).

Fonte: Elaborado pela autora.

O propósito de popularização praticado nos espaços de FD, conforme observado no Quadro 5, ocorre para “democratizar o acesso às tecnologias de fabricação digital” (QUINTELA *et al.*, 2016, p. 4). Isso envolve desde a implantação de Fab Labs em universidades até a sua inserção dentro de comunidades locais, com base na “ação intencional de levar uma infraestrutura [...] para próximo do público-alvo.” (ANGELO, 2015, p. 107). Nesse sentido, percebo tanto a intenção de

democratizar a FD quanto a de disseminar as TD de modo geral, pois, como argumentam Pacini *et al.* (2017, p. 8), “[...] muito além do domínio da técnica, esses espaços têm papel importante na disseminação da tecnologia de ponta”. Entretanto, enquanto democratizar a FD é uma estratégia recente, os investimentos em disseminar TD são anteriores às iniciativas com FD analisadas neste trabalho.

Ações para disseminar TD existem há mais tempo do que os espaços formados para a FD, pois “[...] desde 1980 de forma crescente até os dias atuais, o Estado brasileiro tem investido na massificação do uso das TD, bem como na criação de uma cultura digital.” (LOUREIRO, 2014, p. 3). Assim como ocorreu com os investimentos em programas educacionais para a democratização do acesso às TD e à conexão em rede (LOUREIRO; LOPES, 2019), gradativamente, também surgem iniciativas governamentais para a disseminação da FD, conforme apresentei no Capítulo 3, subseção 3.3.2, como o Clube de Fabricação Digital e o Grupo de Estudos em Fabricação Digital; o Laboratório de Inovação Maker; o Fab Lab Cidadania Cajuru; e o Fab Lab Kids. A diferença destes para os programas²⁵ analisados por Loureiro e Lopes (2019) é que não se trata de programas desenvolvidos pelo governo e disseminados em todas as escolas, pois são desenvolvidos em parcerias com órgãos públicos e proporcionam acesso gratuito à FD.

Entre as ações para disseminar a FD, observo que também existe uma preocupação em deixar os equipamentos mais disponíveis ao público em geral e às escolas. Isso ocorre, na maioria das vezes, por meio de projetos como os desenvolvidos pelo “Garagem Fab Lab”, cujo objetivo “[...] é disseminar a tecnologia ao alcance de todos.” (MONEZI, 2018, p. 65). Esses projetos geralmente têm um tempo previsto de duração. Algumas vezes são levados às comunidades; em outras, os indivíduos participantes são levados até os laboratórios de fabricação. Nesse ponto, percebo que projetos de FD como o Fab!It: Pavilhão itinerante, que busca estratégias “rápidas, baratas, igualitárias e adaptáveis para inserir a tecnologia no ensino básico e médio, a fim de democratizar seu acesso e disseminar seus usos” (PACINI *et al.*, 2017, p. 3), enfocam a escola como ambiente para a disseminação tecnológica.

Iniciativas para introduzir as TD nas instituições escolares amparam-se na noção de desconexão entre os alunos do século XXI e a escola. Desta forma, “[...]”

²⁵ Programa Nacional de Informática Educativa (1989), Programa Nacional de Informática na Educação (1997), Programa Um Computador por Aluno (2010) e Programa Inovação Educação Conectada (2017).

equipar os colégios e seus habitantes com tecnologia de ponta parece ser o primeiro passo para tentar vedar essa brecha.” (SIBILIA, 2012, p. 181). Contudo, percebo que ainda falta o entendimento de como as TD podem ser utilizadas para fins educacionais. Em outras palavras, noto que a finalidade da implantação da FD na escola está mais focada na disseminação desse tipo de cultura do que na sua utilização como um meio para atingir propósitos educacionais. Isso ocorre porque as ferramentas digitais ainda são consideradas como “um mero instrumento a ser incorporado nas práticas escolares” (SIBILIA, 2012, p. 182), a fim de diminuir o distanciamento entre os alunos nascidos no século XXI e escola. As TD, nesse sentido, são vistas pela sociedade como “a eterna solução para o sistema educacional” (SILVA, 2017, p. 121).

Diante disso, compreendo que o objetivo do uso das TD na educação não deve ficar restrito somente ao seu acesso. Como ferramenta, deve funcionar como um meio para potencializar as práticas pedagógicas. Desse modo,

Acreditar que, por exemplo, um FabLearn revolucionaria as práticas em uma escola incorre no mesmo erro de colocar computadores, *tablets* e outros equipamentos nas mãos de estudantes sem uma fundação teórica e prática das pessoas que poderão orientá-los no processo de descoberta de conhecimentos com estas tecnologias. (SILVA, 2017, p. 227).

Considero que o uso de uma determinada TD não mostra, por si só, indicativo de aprendizagem, nem garantias de uma prática pedagógica inovadora. O papel das TD inseridas no ambiente escolar devem estar para além da ideia de modernização da escola, mas necessitam de intencionalidade em seu uso. A necessidade de certa intencionalidade, evidencia a importância do papel do professor para conduzir o processo de ensino e aprendizagem mediados pelas TD, e não a substituição deste por tais TD. A discussão a respeito da educação escolarizada é retomada na seção 4.3 deste capítulo. Por ora, observo que, apesar da semelhança em utilizar a escola para democratização das TD, a principal diferença que percebo entre os programas governamentais, especialmente aqueles desenvolvidos nas décadas de 1990 e 2000, e os projetos públicos atuais, como o Fab Lab Kids, é que o propósito não é mais apenas permitir o acesso a *softwares* ou computadores, mas sim fabricar objetos pessoais. Chego a esse entendimento a partir de Gershenfeld (2012, p. 46, tradução minha), que assume que, “[...] embora as máquinas de fabricação digital de hoje ainda estejam em sua infância, elas já podem ser usadas para fazer (quase) qualquer coisa,

em qualquer lugar”. A ideia de que a aprendizagem pode se dar em qualquer tempo e espaço, problematizada por Loureiro (2015), agora parece estar relacionada à possibilidade de fabricar algo. Deste modo, “permanecer no jogo” (LOPES, 2009, p. 155), em breve, poderá significar aos indivíduos ter acesso à FD.

A partir da ideia de que não se pretende mais disseminar a computação, mas a fabricação pessoal, criei o Quadro 6, por meio do qual tenciono mostrar que, além de possibilitar que as pessoas fabriquem objetos, a disseminação da FD tem objetivos outros, que se constituem principalmente na ideia de “desenvolver e produzir soluções tecnológicas para problemas locais” (GERSHENFELD, 2008, p. 19, tradução minha), sejam estes coletivos ou individuais.

Quadro 6 - Objetivos da disseminação da Fabricação Digital

A combinação do acesso a máquinas e ferramentas complexas e difusão da informação por meio da internet tornou-se ilustre subsídio à instalação do movimento Maker. Este promove que usuários comuns se conectem, em rede, e requeiram soluções de dificuldades individuais ou coletivas, prescindivelmente sem dispor de conhecimento técnicos específicos para a função. (MONEZI, 2018, p. 27).

Por meio da fabricação personalizada, as comunidades poderiam fabricar suas próprias ferramentas para solucionar seus problemas locais. (ANGELO, 2015, p. 79).

Meninas (e meninos) cada vez mais podem fazer qualquer coisa. Seus futuros estão literalmente em suas próprias mãos. As suas necessidades e, assim, os seus projetos, não são as mesmas que as dos engenheiros comuns, mas as ferramentas e habilidades que eles estão usando são praticamente as mesmas. Ao dominar estes meios emergentes para fabricação pessoal, eles estão ajudando a trazer a expressão individual de volta para a produção em massa. (GERSHENFELD, 2008, p. 33-34, tradução minha).

[...] a interação do Fab Lab com a comunidade é uma forma de fortalecer a participação cidadã e promover a inclusão social, uma vez que promove a igualdade em oportunidade para todos” (AMARAL *et al.*, 2018, p. 6).

em vez de trazer a tecnologia da informação (TI) para as massas, os fab labs mostram que é possível trazer as ferramentas para o desenvolvimento de TI, a fim de desenvolver e produzir soluções tecnológicas para problemas locais (GERSHENFELD, 2008, p. 19, tradução minha).

Fonte: Elaborado pela autora.

Com os excertos que destaco nesse quadro, viso a mostrar o potencial atribuído à FD para promover a resolução de problemas de diversas naturezas. Desde iniciativas governamentais anteriores, como o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO) de 1997, já existia uma ênfase no desejo de que a “[...] maioria dos indivíduos saiba operar com as novas tecnologias da informação e valer-se destas

para resolver problemas, tomar iniciativa e se comunicar.” (PROINFO, 1997, p. 2). Agora, o discurso atribuído à FD defende que sua prática “promove que usuários comuns se conectem, em rede, e requeiram soluções de dificuldades individuais ou coletivas” (MONEZI, 2018, p. 27), o que destaca o potencial autônomo dos indivíduos.

Tal destaque, no caso da FD, parece estar relacionado às práticas do FVM, por meio do qual qualquer indivíduo pode, por conta própria, desenvolver produtos e soluções. Percebo que um dos interesses expressos por meio da ideia de disseminação, como argumenta Angelo (2015, p. 79), está na possibilidade de resolução de questões sociais, pois, “[...] por meio da fabricação personalizada, as comunidades poderiam fabricar suas próprias ferramentas para solucionar seus problemas locais”. Para tanto, cabe ao indivíduo ter as características necessárias para promover essa resolução de problemas – características estas que parecem ser diferentes das esperadas dos sujeitos em outras épocas.

É típica dos discursos da atualidade a reivindicação por “[...] valores como a autonomia, a flexibilização a iniciativa e a motivação, a superação e a responsabilidade individuais.” (SIBILIA, 2012, p. 126). Isso ocorre porque, no neoliberalismo, compreendido como “modo de vida, como *ethos*, como maneira de ser e estar no mundo” (VEIGA-NETO, 2011, p. 38, grifos do autor), outros tipos de relações sociais entre os indivíduos são produzidos – dentre eles, a ideia de conectar os sujeitos em rede, para que possam “[...] dominar estes meios emergentes para fabricação pessoal.” (GERSHENFELD, 2008, p. 33-34, tradução minha). Deste modo,

[...] o que está em jogo é nada mais nada menos que a forma de nossa existência, isto é, a forma como somos levados a nos comportar, a nos relacionar com os outros e com nós mesmos. O neoliberalismo define certa norma de vida [...] ordena as relações sociais segundo o modelo do mercado, obriga a justificar desigualdades cada vez mais profundas, muda até o indivíduo que é instado a conceber a si mesmo e a comportar-se como uma empresa. (DARDOT; LAVAL, 2016, p. 16).

Por esse viés, compreendo que a resolução de problemas que aparece nos discursos da FD, como forma de aproximação e integração entre o sujeito e a sua comunidade, também pode ser compreendida como uma estratégia para diminuir a participação do Estado como provedor das necessidades básicas dos sujeitos. Para potencializar essa diminuição da participação do Estado, é cultivada a ideia de que os sujeitos podem agir por si próprios. Nesse sentido, para a racionalidade neoliberal, o estímulo à participação nas relações de mercado conduz o sujeito não somente a

resolver problemas locais, mas também a administrar sua vida, “[...] otimizando seus próprios recursos e minimizando a necessidade de intervenção pública.” (SIBILIA, 2012, p. 139). Assim, ele passa a conduzir a si mesmo como a uma empresa, tornando-se um empresário de si mesmo.

O empresário de si mesmo é um sujeito a quem compete fazer escolhas e se responsabilizar por elas. (BALL, 2013). Isso inclui realizar constantes investimentos em si mesmo e tomar a si como seu próprio capital, o que implica dizer que “cada indivíduo deve ser um sujeito ‘ativo’ e ‘autônomo’ na e pela ação que ele deve operar sobre si mesmo.” (DARDOT; LAVAL, 2016, p. 337, grifos dos autores). Nessa perspectiva, é preciso aprender a solucionar os problemas que podem surgir. Para tanto, fazer investimentos no seu próprio capital humano é fundamental, pois isso coloca o sujeito em condições de empregabilidade.

Investir em capital humano significa ampliar suas capacidades, conhecimentos e cultura, uma vez que “[...] a aquisição, o desenvolvimento e a ‘atualização’ das habilidades e competências torna-se responsabilidade do indivíduo trabalhador.” (BALL, 2013, p. 146). Assim, empreender a si mesmo inclui também “assumir para si a responsabilidade por seu aprendizado” (LOUREIRO, 2017, p. 179), que deve ocorrer em um processo constante e ao longo da vida do sujeito, conforme apresento com mais detalhes no enfoque sobre a aprendizagem na FD. Em suma, na esteira dos discursos acerca do empresário de si mesmo, vincula-se a ideia de que o sucesso ou fracasso do indivíduo é atribuído mais a ele mesmo do que às políticas do Estado, pois concerne ao sujeito como encarregado de seu presente e futuro.

Na minha concepção, tal responsabilização que compõe a ideia do empresário de si precisa ser questionada no sentido de que são os próprios indivíduos que se tornam os responsáveis pelos investimentos a serem feitos no seu desenvolvimento pessoal com vistas a aumentar o seu capital de empregabilidade. Nesse sentido, o sucesso, ou o insucesso, dos sujeitos passa a ser responsabilidade de cada um, individualmente. Desta forma, são reforçadas as diferenças entre aqueles que possuem melhores condições de concorrer. Aqueles que conseguem fazer melhores investimentos em si mesmo, no seu capital humano, têm aumentadas as suas chances de alcançarem melhores postos de trabalho e de alcançar o protagonismo requerido pela lógica neoliberal.

No contexto da FD, entendo que a responsabilização individual do sujeito é reforçada pela ideia de que os indivíduos “cada vez mais podem fazer qualquer coisa”,

uma vez que “seus futuros estão literalmente em suas próprias mãos” (GERSHENFELD, 2008, p. 33, tradução minha). Percebo que a ênfase dada ao potencial dos sujeitos também está atrelada à ideia de que estes estão “[...] ajudando a trazer a expressão individual de volta para a produção em massa.” (GERSHENFELD, 2008, p. 33-34, tradução minha). Compreendo tal aspecto como uma forma de destacar os sujeitos como atores principais do processo de fabricação e, com isso, estimular sua responsabilização por ela.

Considerando a noção de responsabilização individual e de que os indivíduos são os principais atores na fabricação pessoal, que é potencializada pela FD, fiz outros questionamentos no processo de análise do material de pesquisa, a fim de guiar a minha leitura. A partir disso, compus o Quadro 7, em que destaco o tipo de sujeito característico da FD.

Quadro 7 - O sujeito da Fabricação Digital

Esse é o poder da democratização: põe as ferramentas nas mãos de quem sabe usá-las melhor. Todos temos nossas necessidades, nossas habilidades e nossas ideias. Se todos tivermos a capacidade de usar ferramentas para atender a essas necessidades ou para modificá-las com nossas ideias, exploraremos, em conjunto, toda a extensão do que a ferramenta é capaz de produzir. (ANDERSON, 2012, p. 72).

Nas comunidades de inovação aberta, os participantes se auto selecionam. São atraídos para projetos fascinantes e para pessoas inteligentes, e quando o trabalho é aberto e atraente, os melhores e mais brilhantes o procuram. (ANDERSON, 2012, p. 165-166).

Os maquinários de ponta, de fabricação digital, continuam nas mãos de poucos agentes, pois os usuários comuns, não possuem acesso a estas máquinas, tornando-se reféns da disponibilidade limitada (horários, materiais, etc) dos Fab Labs, mesmo sob a forma de clientes, não experimentam plenamente as todas as potencialidades desta tecnologia. (MONEZI, 2018, p. 105).

[...] o maior impedimento para fabricação pessoal não é técnica; já é possível fazê-lo de forma eficaz. E não é formação; o modelo baseado no projeto just-in-time peer-to-peer funciona tão bem no campo como no MIT. Em vez disso, a maior limitação é simplesmente a falta de conhecimento de que esta é mesmo possível. (GERSHENFELD, 2008, p. 22, tradução minha).

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir dos excertos do Quadro 7, pude notar que existem algumas características atribuídas aos sujeitos que estão habitando os espaços de FD. Uma delas denota que, nas comunidades de FD, “os participantes se auto selecionam”, de modo a serem “atraídos para projetos fascinantes e para pessoas inteligentes.” (ANDERSON, 2012, p. 165-166). A ênfase na importância da qualidade dos projetos e na inteligência dos indivíduos me leva ao entendimento de que os sujeitos da FD podem ser aqueles que conseguem realizar maiores investimentos em seu capital

humano e, com isso, apresentar um melhor desempenho. Observo que diferentes indivíduos podem estar inseridos nos espaços de FD e desenvolver projetos variados; mas, como argumenta Anderson (2012, p. 165-166), “quando o trabalho é aberto e atraente, os melhores e mais brilhantes o procuram”. Neste sentido, percebo que o reforço nos ‘melhores’, ‘mais brilhantes’ e ‘mais inteligentes’ pode fornecer elementos para ocasionar uma separação entre os sujeitos da FD.

A separação dos sujeitos em diferentes posições de existência, no âmbito da Era Digital, ocorre à medida em que “[...] a migração do comércio humano e da vida social para o ciberespaço isola uma parte da população humana do restante de maneiras nunca imaginadas.” (RIFKIN, 2000, p. 12). Com isso,

A separação da humanidade em duas esferas diferentes de existência – a chamada divisão digital – representa um momento decisivo na história [...] a grande divisão na próxima era, é entre aqueles cujas vidas são cada vez mais levadas para o ciberespaço e aqueles que nunca terão acesso a esse novo e poderoso âmbito da vida humana. (RIFKIN, 2000, p. 12).

No contexto da Revolução da FD, é possível dizer que uma divisão digital pode ocorrer entre aqueles que têm ou não têm condições de fabricar seus próprios objetos. No cenário atual, existem práticas, como nos projetos apresentados no Capítulo 3, que permitem o acesso dos indivíduos aos laboratórios, ou que levam esses espaços para dentro das escolas e comunidades. Existem também regras impostas para os Fab Labs, como a do *open day*, que define que, pelo menos num dia da semana, o laboratório deve estar aberto ao público (PERES *et al.*, 2015). Por mais que tais práticas tenham como propósito tornar a FD acessível a todos, “[...] os maquinários de ponta, de fabricação digital, continuam nas mãos de poucos agentes, pois os usuários comuns, não possuem acesso a estas máquinas, tornando-se reféns da disponibilidade limitada [...] dos Fab Labs.” (MONEZI, 2018, p. 105). Se os usuários não possuem as máquinas ou têm acesso restrito a elas, seus direitos sobre tais recursos também são limitados, pois cabe a eles apenas o direito de uso.

O direito de uso, um dos tipos de direito de propriedade, conforme desenvolvido por Dardot e Laval (2017, p. 500), concerne ao direito de utilização pessoal das coisas. Isso permite que o sujeito possa utilizar algo que não possui, desde que não se aproprie de tal bem. Em outras palavras, o direito de uso pode ser limitado e conter regras definidas para a utilização das coisas. Isso ocorre porque os diferentes direitos de propriedade representam uma “[...] certa forma de hierarquização que não pode

ser considerada indiferente ou secundária.” (DARDOT; LAVAL, 2017. p. 501). Incorporado nessa perspectiva, o direito de uso

[...] é então um direito inofensivo de consumir uma parte individual de um “bem” cujo destino depende acima de tudo da boa vontade do(s) proprietário(s) ou, na melhor das hipóteses, um direito de “gerir” um “recurso” controlado por uma instância que é a única habilitada a tomar decisões. (DARDOT; LAVAL, 2017. p. 504).

Nessas circunstâncias, o direito de uso de um Fab Lab permitirá ao indivíduo ter o acesso, mas dentro de limitações impostas pelas instâncias que o coordenam. Mesmo os que são considerados públicos possuem organizações que os controlam e definem suas diretrizes, tais como a Fab Foundation, a Rede Fab Lab e os próprios coordenadores dos laboratórios. Percebo, então, que o direito de uso, vinculado aos ideais de disseminação da TD, visa a que ‘todos participem do jogo’, mesmo que de forma restrita.

Com base na noção de que uma das regras do neoliberalismo determina que todos participem do jogo, “[...] minimizar as desigualdades é condição *sine qua non* para que possamos falar de desenvolvimento econômico, político, social, tecnológico-digital, etc.”. (LOUREIRO; LOPES, 2019, p. 92). Entretanto, “[...] colocar todos no jogo não significa colocar todos nas mesmas condições” (SARAIVA, 2016, p. 929), porque a inserção dos indivíduos em determinados espaços ocorre “[...] diante de gradientes de participação criados cotidianamente pelos próprios grupos sociais.” (LOPES; RECH, 2016, p. 211-212). Com isso, quero dizer que, por mais que seja viabilizado o acesso às tecnologias de FD, elas podem não representar as mesmas oportunidades a todos. Afirmando isso com base na percepção de que, por um ângulo, existe a convicção de que “[...] a interação do Fab Lab com a comunidade [...] promove a igualdade em oportunidade para todos.” (AMARAL *et al.*, 2018, p. 6). Mas, por outro ângulo, o discurso defende que o acesso “[...] põe as ferramentas nas mãos de quem sabe usá-las melhor.” (ANDERSON, 2012, p. 72). Entendo que existe um desequilíbrio entre o conjunto formado por ‘todos’ e o conjunto formado por ‘quem sabe usá-las melhor’. Isso pode se refletir na definição de quem terá mais ou menos destaque nos espaços de FD.

A disparidade entre os gradientes de participação na FD é enfatizada nas palavras de Blikstein, expressas por Silva (2017), ao mostrar a existência de diferenças nas possibilidades de acesso a ela, conforme demonstro com os excertos do Quadro 8.

Blikstein faz uma crítica importante: “a maioria das inovações em educação, e das inovações principalmente usando tecnologias, infelizmente aprofundam diferenças muito mais do que as eliminam”. Expõe que escolas de elite e escolas particulares sempre terão melhores equipamentos se comparado ao padrão das escolas públicas, “então muitas das inovações nos últimos 10, 20 anos acabam privilegiando mais os alunos que já são privilegiados”. (SILVA, 2017, p. 196-197).

Para Blikstein, muitas feiras e oportunidades na cultura maker são frequentadas por famílias altamente educadas ou com renda disponível. Por outro lado, crianças em famílias com poucos recursos podem ter pais sem condições de levá-las a essas atividades ou que não entendem a importância de “fazer” ou de “espaços de fazer”, ou até mesmo não têm condições de suportar os custos associados às atividades. Blikstein, de acordo com as reportagens, aponta que escolas de alta renda têm orçamento e acesso fácil à ferramentas de construção, enquanto escolas de baixa renda nem sempre têm a mesma oportunidade. (SILVA, 2017, p. 125).

Fonte: Elaborado pela autora.

Com base na ideia de que “muitas feiras e oportunidades na cultura Maker frequentadas por famílias altamente educadas ou com renda disponível” e que “por outro lado, crianças em famílias com poucos recursos podem ter pais sem condições de levá-las a essas atividades ou que não entendem a importância de ‘fazer’ ou de ‘espaços de fazer’” (SILVA, 2017, p. 125), compreendo que os sujeitos com mais destaque na FD serão aqueles que possuem mais oportunidades, melhores condições de vida, de renda e de educação. Mesmo que existam projetos para disseminar as tecnologias de FD tanto para escolas públicas quanto particulares, é evidente que “[...] escolas de elite e escolas particulares sempre terão melhores equipamentos se comparado ao padrão das escolas públicas.” (SILVA, 2017, p. 196-197). Apesar dos esforços para disseminação de TD na Educação, as escolas frequentadas pelos alunos de classe alta ainda dispõem das melhores condições de acesso a tais tecnologias. Isso, para Blikstein (*apud* SILVA, 2017, p. 196-197), contribui para o fato de que “[...] muitas das inovações nos últimos 10, 20 anos acabam privilegiando mais os alunos que já são privilegiados”. Essas diferenças no acesso à FD, no meu entendimento, podem ampliar a divisão entre os sujeitos em tal contexto.

Saliento que as diferenças no acesso que podem gerar a distinção entre os sujeitos da FD, problematizadas ao longo desta seção, não são reconhecidas por Gershenfeld (2008), quando assume que “[...] o maior impedimento para fabricação pessoal não é técnica; já é possível fazê-lo de forma eficaz. E não é formação [...]. Em vez disso, a maior limitação é *simplesmente* a falta de conhecimento de que esta é mesmo possível.” (p. 22, tradução minha, grifos meus). Essa concepção de Gershenfeld (2008) parece estar atrelada às práticas que reforçam o empresariamento do sujeito, mencionadas anteriormente. Na lógica do empresário de si mesmo, “[...] se dissemina

uma ideologia da autossuperação e uma busca pela elevação de rendimentos.” (SIBILIA, 2012, p. 46). Incorporados a essa ideia, os argumentos de Anderson (2012, p. 72), vinculados à capacidade dos sujeitos da FD, expressam que

Todos temos nossas necessidades, nossas habilidades e nossas ideias. Se todos tivermos a capacidade de usar ferramentas para atender a essas necessidades ou para modificá-las com nossas ideias, exploraremos, em conjunto, toda a extensão do que a ferramenta é capaz de produzir.

A partir dessa citação, quero mostrar que percebo, nos discursos da atualidade sobre FD, uma ênfase na ideia de que há no mundo um conjunto de possibilidades a serem alcançadas por meio das ferramentas e técnicas digitais de fabricação. Nesse contexto, compete, principalmente aos sujeitos, a tarefa de explorar “[...] toda a extensão do que a ferramenta é capaz de produzir.” (ANDERSON, 2012, p. 72). Deste modo, as alegações de Anderson (2012, p. 72) indicam que, por meio da combinação das “nossas necessidades, nossas habilidades e nossas ideias” com a “capacidade de usar ferramentas para atender a essas necessidades”, torna-se possível alcançar as metas desejadas. Em suma, percebo que esses argumentos denotam que, para atingir os objetivos da FD, tais como potencializar nos indivíduos a resolução de problemas e a fabricação pessoal, os sujeitos da FD necessitam se equipar de um conjunto de habilidades, capacidades e competências.

A capacidade pode ser definida como um comportamento que o indivíduo incorpora e passa a fazer instintivamente²⁶, isto é, entra na sua rotina de forma que não é mais necessário pensar sobre o ato ao executá-lo. (SENNETT, 2015). Assim, entendo que, quando o indivíduo consegue realizar as tarefas de um modo instintivo, diz-se que ele possui uma determinada capacidade ou habilidade para fazer algo. Por sua vez, a competência, para Laval (2003, p. 55), é definida como a “[...] capacidade em realizar uma tarefa com ajuda de ferramentas, materiais e/ou instrumentos intelectuais”. Por exemplo, “Um operador, um técnico, um homem de arte possuem competências profissionais. Nesse sentido, a competência é aquilo pelo qual o indivíduo é útil numa organização produtiva.” (LAVAL, 2003, p. 55). Diante disso, Anderson (2012) reforça a responsabilização individual de cada sujeito empreendedor de si mesmo em aliar habilidades e competências em prol da sua capitalização e do seu sucesso.

²⁶ O termo instintivamente é utilizado pelo próprio Sennett (2015) em seu livro *O Artífice*.

A compreensão do termo habilidade no contexto do empreendedorismo difere-se daquela própria das funções desempenhadas pelo artesão artífice, conforme problematizado por Sennet (2015). As habilidades esperadas de um artífice, para esse autor, abrangem tanto dominar o entendimento técnico para o exercício de seus ofícios quanto compreender como as coisas são feitas. Tais habilidades envolvem um engajamento das aptidões técnicas do indivíduo com a sua imaginação. Os artífices, nesse sentido, possuem habilidades próprias, que outros não conseguem reproduzir. (SENNETT, 2015). Entretanto, com as transformações ocasionadas pela Revolução Industrial, como procurei descrever no Capítulo 3, tanto as habilidades esperadas dos indivíduos quanto as suas próprias características perderam parte do caráter pessoal e passaram a ser mais próximas daquelas exigidas pelas indústrias e pelo mercado.

Ao fazer uma crítica à aproximação entre empreendedorismo e educação escolar, Laval (2003, p. 19) coloca que “[...] o valor social dos indivíduos corre o risco de depender, cada vez mais estreitamente, das competências pessoais que o mercado de trabalho sancionará”. Esse risco passou a ficar cada vez mais próximo de ser concretizado, pois, ao longo da última década, tem aumentado a aproximação entre as demandas do mercado e as habilidades que se esperam dos sujeitos – como é possível observar em documentos como os relatórios do Fórum Econômico Mundial²⁷, que analisam o futuro do trabalho.

Os relatórios produzidos pelo Fórum Econômico Mundial em 2016 e 2018 apresentam as habilidades que se espera dos trabalhadores para os próximos anos. Mais especificamente, o relatório de 2018 lista as dez habilidades que serão necessárias para se manter no mercado de trabalho até 2022 (WEF, 2018), que incluem pensamento inovador e analítico; criatividade, originalidade e iniciativa; tecnologia, *design* e programação; análise e avaliação de sistemas; raciocínio, resolução de problemas e ideação; pensamento crítico e analítico; solução de problemas complexos; liderança e influência social; resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade; e inteligência emocional. (WEF, 2018). Elas partem da defesa de que “[...] os trabalhadores precisarão ter as habilidades apropriadas para que possam prosperar no local de trabalho do futuro e a capacidade de continuar treinando essas habilidades ao longo de suas vidas.” (WEF, 2018, p. IX, tradução minha). A expectativa levantada pelo Fórum aponta que, entre 2018 e 2022, pelo menos 54% dos funcionários das empresas necessitarão de

²⁷ Traduzido livremente do inglês World Economic Forum.

requalificação e aprimoramento de suas funções. A fim de evitar um cenário de desemprego em massa, mobilizado por mudanças tecnológicas, e para atingir as habilidades que se esperam dos trabalhadores, o comitê considera que

[...] é fundamental que as empresas assumam um papel ativo no apoio às suas forças de trabalho, que os indivíduos adotem uma abordagem proativa para seu aprendizado ao longo da vida e que os governos criem um ambiente propício para facilitar essa transformação. (WEF, 2018, p. v, tradução minha).

O investimento que o sujeito deve fazer para resolver problemas da comunidade, neste caso, inclui também investir no seu trabalho. Isso implica tomar para si a responsabilidade por adquirir as habilidades, competências e capacidades necessárias para estar atualizado conforme o mercado e mundo do trabalho esperam. Antunes e Pinto (2017) sugerem que capacidades como atuar em equipes, trabalhar em projetos e atingir metas, ter proatividade para se manter atualizado continuamente e, principalmente, estar envolvido com os objetivos da empresa passaram a ser requisitos cada vez mais procurados e incentivados aos trabalhadores. Em suma, espera-se que o trabalhador torne-se um sujeito autônomo, flexível e empresário de si mesmo, que possa agregar a sua capacidade diferencial dentro de uma organização produtiva.

Mesmo que a capacidade diferencial de cada indivíduo pareça ser o fator principal para se manter atualizado e inserido no mercado de trabalho, Loureiro e Lopes (2019, p. 96) problematizam que os discursos da atualidade remetem ao entendimento de que “investimentos individuais não são suficientes”, pois “[...] a formação de públicos se faz fundamental, e, para tanto, importa fomentar as ações entre os indivíduos, no sentido daquilo que estes são capazes de criar juntos”. Isso ocorre porque “[...] no mundo da alta tecnologia são as empresas que permitem a cooperação que alcançaram resultados de alta qualidade.” (SENNETT, 2015, p. 64). Assim, além do reforço nas habilidades individuais que cada sujeito deve atingir, “[...] na lógica neoliberal também se faz fundamental que o indivíduo aprenda, para habitar a rede, a colaborar, a interagir, a criar outra coisa a partir do que já existe.” (LOUREIRO; LOPES, 2019, p. 98). Estes elementos me permitem identificar o enfoque nos discursos da atualidade que reforçam a necessidade do caráter da cooperação nas relações entre os indivíduos.

Essa é uma das vertentes defendidas no âmbito da FD: a importância da cooperação entre os sujeitos é apontada como uma estratégia para equilibrar as diferenças entre acesso, conhecimentos e oportunidades. A abertura de um espaço

no qual os indivíduos possam cooperar, trabalhar juntos, compartilhar conhecimentos, ideias e projetos é o segundo enfoque percebido a partir das análises realizadas no material de pesquisa. Assim, a próxima seção é destinada a tratar da cooperação na FD e do compartilhamento de arquivos e conhecimentos.

4.2 Você não pode fazer e não compartilhar

Na esteira das práticas mais defendidas na comunidade de FD, estão a colaboração e a cooperação²⁸. Nos Fab Labs, “[...] após a definição e fabricação, é realizada a publicação do projeto do objeto, tornando possível que qualquer pessoa com acesso a estes recursos tecnológicos seja capaz de estudar e reconstruir os objetos de aprendizagem desenvolvidos.” (PERES *et al.*, 2015, p. 900). Tornar possível que qualquer pessoa possa desenvolver o mesmo objeto projetado por outra é uma das regras que os *Makers* seguem dentro dos laboratórios. Por meio de práticas colaborativas, “[...] as soluções vão sendo construídas através da interação, da troca de informações e da construção de novos conhecimentos a partir das contribuições dos envolvidos, sejam eles da mesma área ou de áreas de conhecimento diferentes.” (BORGES, 2018, p. 38). A colaboração entre membros do grupo deve ocorrer para potencializar tanto a fabricação quanto a aprendizagem.

O caráter cooperativo dos Fab Labs, que percebo a partir dos excertos do Quadro 9, não é exclusivo da comunidade *Maker*, visto que “[...] em princípio toda organização moderna é favorável à cooperação” (SENNETT, 2012, p. 18), que pode ser considerada “[...] o fundamento do desenvolvimento humano, na medida em que aprendemos como estar juntos antes de aprender como nos manter à parte.” (SENNETT, 2012, p. 24). Construir artefatos, conhecimentos e regras em conjunto com os outros é uma prática intrínseca aos indivíduos; além disso, de acordo com Sennett (2012), os indivíduos aprendem desde cedo a colaborar.

O verbo colaborar tem sua origem no latim *collabōrāre*, com o sentido de “cooperar”, “trabalhar na mesma obra” (COLABORAR, 2012, p. 190). Colaboração é a ação de colaborar (colabor + ação), que representa o ato de trabalhar com alguém em uma mesma tarefa. Também pode significar participar de uma tarefa ou trabalho e ter

²⁸ Neste trabalho, utilizo os termos cooperação e colaboração como sinônimos.

parte no resultado. (COLABORAR, 2010). O trabalho humano, nesse sentido, ocorre em conjunto com outros indivíduos e pode se dar em diversos espaços da sociedade.

À medida que “trabalhamos sempre *com* os outros [...], mas também trabalhamos *pelos* outros” (DARDOT; LAVAL, 2017. p. 513), penso que a colaboração pode ser vista sob duas óticas distintas. Uma delas envolve ajudar outro, em prol do seu benefício, o que representa uma dimensão mais altruísta da cooperação. A outra ótica envolve não apenas trabalhar com o outro, dividir as tarefas, mas também compartilhar os resultados. Neste último sentido, a cooperação é praticada “[...] como uma troca em que as partes se beneficiam.” (SENNETT, 2012, p. 15). Os indivíduos cooperam, então, para compensar o que lhes falta individualmente e alcançar aquilo que não conseguem sozinhos, ou que se torna mais fácil se realizado conjuntamente. No Quadro 9, reúno excertos que demonstram o caráter colaborativo da FD.

Quadro 9 - O caráter colaborativo da Fabricação Digital

Estimula-se o compartilhamento de ideias entre os frequentadores, interagindo e indicando quem seria apto a colaborar num determinado plano. Desfruta intenção de captar empresas que financiem ações em prol da coletividade, numa estratégia futura. (MONEZI, 2018, p. 65).

Há sempre as trocas entre os envolvidos, gerando soluções para os projetos e compartilhamento de conhecimentos, tornando o ambiente colaborativo [...] que caracterizam um Fab Lab como um lugar que permite tanto as pessoas, quanto os projetos, sejam colaborativos, compartilhando suas experiências e conhecimentos, mesmo que de áreas completamente diferentes, para um objetivo em comum. (AMARAL et al., 2018, p. 5).

O objetivo, inerente aos processos do Matehackers, consistia em compartilhar conhecimento, o que vai muito além da noção de apenas ‘fornecer’ conhecimento. Era possível vivenciar relações de colaboração no espaço, mas não de prestação de serviços, pois a proposta não consistia em fazer algo *para* as pessoas, mas construir algo *com* as pessoas. (BURTET, 2014, p. 132).

[...] os Fab Labs possuem um papel bastante importante no sentido de auxiliar estes makers a expandir suas habilidades e compartilhar conhecimentos através de um ambiente informal e propício à criatividade. Esta prática informal e criativa realizada por estes ambientes Fab Labs, que por sua natureza é colaborativa, está promovendo as habilidades necessárias para responder algumas das questões complexas que enfrentamos no mundo de hoje. (NEVES, 2014, p. 130).

A rede desenvolveu uma comunidade mundial alimentada pelas especificidades culturais, técnicas, econômicas e sociais. A criação de um projeto colaborativo se dá em função de competências locais disponíveis, sendo que todos os interessados participam na realização de alguma tarefa. Uma vez prototipado o objeto e testados os processos, o projeto pode facilmente ser replicado pelos outros Fab Labs da rede. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 12).

Fonte: Elaborado pela autora.

Com base na ideia de que, em um ambiente de FD, “era possível vivenciar relações de colaboração no espaço”, nas quais “a proposta não consistia em fazer algo *para* as pessoas, mas construir algo *com* as pessoas” (BURTET, 2014, p. 132,

grifos do autor), compreendo que o caráter colaborativo da FD decorre da concepção de que os indivíduos podem construir algo juntos. No entendimento de que uma das características da cooperação é que ela “azeita a máquina de concretização das coisas e, a partilha é capaz de compensar aquilo que acaso nos falte individualmente” (SENNETT, 2012, p. 9), o trabalho colaborativo na FD, ao que parece, nem sempre ocorre para ajudar o outro, pois está mais voltado à possibilidade de suprir as necessidades individuais. Em relação a esse aspecto, saliento que não tenciono julgar as práticas colaborativas que acontecem nos espaços de FD, mas analisar as formas como a cooperação ocorre em tais âmbitos.

O espaço de FD, visto como “um lugar que permite que tanto as pessoas, quanto os projetos, sejam colaborativos, compartilhando suas experiências e conhecimentos, mesmo que de áreas completamente diferentes, para um objetivo em comum” (AMARAL *et al.*, 2018, p. 5), é considerado como um ambiente que pode oportunizar que cada indivíduo participe das atividades e contribua para o grupo com os conhecimentos que possui. Ao olhar para a coletividade, Gallo (2008, p. 14) defende que ela “[...] é possível porque, sendo singularidades, sendo todos diferentes, irreduzíveis ao mesmo, podemos construir projetos coletivos”. Assim, percebo que, por meio das contribuições que cada indivíduo pode fazer, com base em objetivos em comum, os espaços de FD podem ser considerados como uma comunidade na qual os sujeitos compartilham de um mesmo modo de vida.

Tal partilha surge com base no argumento de que a rede Fab Lab “[...] desenvolveu uma comunidade mundial alimentada pelas especificidades culturais, técnicas, econômicas e sociais.” (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 12). Neste contexto, a concepção de comunidade da FD se fortalece por meio de ações comuns experimentadas por seus membros – tanto para a realização de projetos quanto por meio de práticas seguidas pelos sujeitos, a exemplo os princípios do FVM, trazidos no Capítulo 3. Com isso, quero dizer que certas regras que são instituídas – e que devem ser seguidas por todos os que intentam utilizar os espaços de FD – fomentam as práticas cooperativas entre a comunidade *Maker* e potencializam a participação dos sujeitos nos projetos.

Ainda que “todos os interessados participam na realização de alguma tarefa” (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 12), e embora eu perceba que haja uma coobrigação entre os membros que frequentam os ambientes de FD, não consigo identificar a coprodução de regras que determinam o uso do espaço. Por mais que essas normas

tenham sido estabelecidas conjuntamente, como no caso do Manifesto do Movimento *Maker* e da Fab Charter, percebo que quem utiliza os espaços atualmente não produz novas regras, mas apenas segue as já definidas.

Na esteira das normas e práticas comuns, definidas nos espaços de FD, é possível identificar que os indivíduos são orientados a trabalhar juntos, posto que é estimulado “[...] o compartilhamento de ideias entre os frequentadores, interagindo e indicando quem seria apto a colaborar num determinado plano.” (MONEZI, 2018, p. 65). No entanto, reconheço que o estímulo à cooperação é importante e que precisamos aprender como fazê-lo, pois, “[...] embora possamos cooperar porque nossos recursos não são suficientes em muitas relações sociais não sabemos com exatidão o que precisamos dos outros – ou o que eles poderiam querer de nós.” (SENNETT, 2012, p. 10). Dito de outra maneira, por mais que a cooperação seja inerente à natureza humana, nem sempre os indivíduos sabem como realizar tarefas colaborativas em um determinado ambiente. Isso implica, por vezes, a necessidade de algum tipo de orientação para que a cooperação ocorra.

Em relação à orientação para promover a cooperação, fica evidente que “[...] os Fab Labs possuem um papel bastante importante no sentido de auxiliar estes makers a expandir suas habilidades e compartilhar conhecimentos.” (NEVES, 2014, p. 130). Para compartilhar conhecimentos, além do incentivo aos projetos colaborativos, uma outra forma em que a cooperação é expressa no âmbito da FD ocorre por meio do compartilhamento de arquivos digitais dos projetos desenvolvidos pelos *Makers*. Com base nesse entendimento, pude montar o Quadro 10, que apresenta a ênfase no compartilhamento de arquivos entre os membros da FD.

Quadro 10 - O compartilhamento de arquivos na Fabricação Digital

As pessoas, nessa perspectiva são incentivadas na filosofia do 'faça você mesmo' (*Do It Yourself-DIY*), sentindo satisfação em participar do processo de replicação/criação de artefatos e interfaces digitais com o uso dos recursos disponíveis em nossos dias, compartilhando suas experiências com outras pessoas. (ONISAKI; VIEIRA, 2019, p. 129)

O site foi geminado no MIT Media Lab pelos futuros fundadores do Squid Labs para compartilhar seus projetos, conectar com os outros e provocar um impacto sobre o mundo. Em julho de 2016, o site continha mais de cem mil projetos, podendo ser entendido como uma comunidade de makers. (MEIRA; RIBEIRO, 2016, p. 2).

Para permitir a divulgação, compartilhamento e colaboração é que surgiu a ferramenta LabTEC@, um espaço virtual onde os alunos desenvolvem seu material REA (OER) de forma colaborativa disponibilizando na Internet, textos, imagens, vídeos sobre seus projetos e aprendizagens. (CORRÊA *et al.*, 2015, p. 2).

Essa difusão da inovação pelos usuários é claramente o modelo majoritário implantado nos Fab Labs. A publicação de códigos, de projetos, a possibilidade de se replicar, de melhorar o projeto para beneficiar os outros, permite uma inovação rápida e incremental. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 63).

[...] os Fab Labs devem compartilhar ferramentas e processos comuns. Ser apenas um laboratório de prototipagem ou simplesmente possuir uma impressora 3D não é o equivalente a um Fab Lab. Os laboratórios compartilham o conhecimento, o saber, os arquivos, a documentação e colaboram com os outros Fab Labs nacional e internacionalmente. Se um Fab Lab fabrica algum objeto em Boston e envia os arquivos e documentação necessária, você deve poder reproduzir este projeto facilmente em qualquer

Fonte: Elaborado pela autora.

O compartilhamento de arquivos é uma das regras explícitas na Fab Charter, quando declara que “[...] o inventor escolhe a maneira como seu projeto será realizado, porém, a documentação do projeto contendo os processos e as técnicas envolvidas deve permanecer disponível para outros usuários.” (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 15). Além da carta de princípios, que é seguida pelos fabricantes, a própria rede mundial Fab Lab também orienta sobre a prática do compartilhamento e afirma que

[...] os Fab Labs devem compartilhar ferramentas e processos comuns [...]. Os laboratórios compartilham o *conhecimento*, o *saber*, os *arquivos*, a *documentação* e colaboram com os outros Fab Labs nacional e internacionalmente. Se um Fab Lab fabrica algum objeto em Boston e envia os arquivos e documentação necessária, você deve poder reproduzir este projeto facilmente em qualquer outro laboratório do mundo. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 15, grifos meus).

Esse conjunto de circunstâncias mostra que os ideais de compartilhamento promovem a colaboração e fortalecem a ideia de democratização da FD, que analisei na seção 4.1. A ideia de “poder reproduzir este projeto facilmente em qualquer outro laboratório do mundo” (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 15, grifos meus) surge desde

a criação dos Fab Labs. Essas práticas permitem que qualquer usuário, mesmo sem conhecimentos acerca das tecnologias de FD, possa encontrar um arquivo na internet e imprimi-lo utilizando as ferramentas de um laboratório de FD, perante a ajuda de algum monitor disponível no local.

Neste aspecto, a internet é um facilitador da colaboração entre os usuários de FD, pois “[...] propaga um movimento social que é inspirado pelo desenvolvimento das trocas de saberes, das novas formas de cooperação e de criação coletiva.” (LÉVY, 2000, p. 199). O enfoque atribuído ao uso da internet como forma de colaboração pode ser percebido em propostas como o “Squid Labs”, um site criado “para compartilhar seus projetos, conectar com os outros e provocar um impacto sobre o mundo”, que em 2016 “[...] continha mais de cem mil projetos, podendo ser entendido como uma comunidade de Makers.” (MEIRA; RIBEIRO, 2016, p. 2). Outro exemplo de que o ciberespaço²⁹ cria “novas possibilidades de criação coletiva distribuída, aprendizagem cooperativa e colaboração em rede” (LÉVY, 2000, p. 172) é encontrado no projeto “[...] LabTEC@ @, um espaço virtual onde os alunos desenvolvem seu material [...] de forma colaborativa *disponibilizando na Internet*, textos, imagens, vídeos sobre seus projetos e aprendizagens.” (CORRÊA *et al.*, 2015, p. 2, grifos meus). A análise de projetos como esses reforça a ideia de que, além de cooperar trabalhando juntos, os *Makers* partilham arquivos entre si, para facilitar que outros reproduzam os projetos e fabriquem os mesmos objetos. Esse entendimento é reforçado com base em Onisaki e Vieira (2019), que argumentam que

As pessoas, nessa perspectiva são incentivadas na filosofia do ‘faça você mesmo’ (*Do It Yourself- DIY*), sentindo satisfação em participar do processo de replicação/criação de artefatos e interfaces digitais com o uso dos recursos disponíveis em nossos dias, compartilhando suas experiências com outras pessoas. (p. 129, grifos do autor).

Neste contexto, considero que o compartilhamento de arquivos, ao permitir a replicação (ou reprodução) de artefatos, pode ser compreendido por meio de duas orientações diferentes. Por um lado, pode facilitar a fabricação de artefatos, como mencionei acima. Mas, por outro lado, essa reprodução pode diminuir o caráter da criatividade e singularidade que compõe cada artefato em particular. Em outras palavras, penso que a reprodução de arquivos pode enfraquecer na FD e as próprias

²⁹ Ciberespaço é um termo cunhado por Pierre Lévy que representa o conjunto de comunidades interligadas pelas redes de comunicação entre computadores e internet. (LÉVY, 2000).

características do Movimento *Maker*, que é considerado “tanto artesanal quanto inovador” (ANDERSON, 2012, p. 17), tornando-o mais mecânico e menos artesanal. Pelo sentido da reprodução, o indivíduo terá acesso e oportunidade de fabricar algo, mas não será um criador. Isso representa uma diminuição da concepção que Gershenfeld (2012) defende como fabricação pessoal, na qual os indivíduos, sem necessitar de uma fábrica, materializam nos objetos suas próprias idealizações.

Dando continuidade à discussão acerca da relação entre compartilhamento de arquivos e colaboração, entendo que nem sempre ela ocorra de forma altruísta. A partir do princípio de que compartilhar projetos é uma das regras para poder participar dos Fab Labs, a cooperação, no que se refere a acessar as produções de outros e permitir que outros acessem a sua, é condição para participar da rede. Entendo que esse compartilhamento pode ser definido como uma troca. Para Sennett (2012, p. 93),

‘Troca’ diz respeito simplesmente à experiência de dar e receber entre todos os animais. [...] As trocas tornam-se autoconscientes entre os primatas evoluídos, na medida em que todos os primatas dão mostra de considerar o que devem dar e receber, experimentando diferentes maneiras de troca. As trocas em que se envolvem todos os animais sociais abarcam um espectro de comportamentos que vão do altruísmo à crueldade na competição.

Se a troca representa um ato de dar e receber entre indivíduos de um grupo, que são conscientes da necessidade de viver juntos em sociedade, o compartilhamento de arquivos pode alimentar, também, um espírito de competição. Quanto a esse aspecto, vale salientar que o altruísmo “[...] começa quando se dispõe a agir ainda que sem receber reconhecimento dos outros, expondo seu comportamento, em vez disso, àquela sombra do eu. Neste sentido, o altruísmo preserva a qualidade de um ato encoberto.” (SENNETT, 2012, p. 97). O compartilhamento praticado na FD nem sempre preserva o ato encoberto e, com isso, pode reforçar a notoriedade de quem criou os melhores projetos, ou de quem é mais popular no grupo.

Nesse contexto, o molde de sociedade baseada em valores empresariais “[...] propaga um culto à performance ou desempenho individual, que deve ser cada vez mais destacado e eficaz.” (SIBILIA, 2012, p. 45). Os discursos relacionados ao empreendedorismo neoliberal sustentam a “[...] importância da distinção individual e as vantagens da singularização do indivíduo como uma marca, explorando a própria criatividade para poder ser sempre o primeiro a ganhar dos outros.” (SIBILIA, 2012, p. 46). Assim, ao mesmo tempo em que o sujeito coopera, ele também está

comprometido com a competição com o outro e consigo mesmo, para atingir resultados melhores do que os já obtidos.

O sujeito, nessa situação, cria os próprios estímulos para trabalhar cada vez mais e melhor e atingir as metas que são socialmente impostas a ele. Seguindo essa lógica, “[...] o mundo moderno tem duas receitas para suscitar o desejo de trabalhar bem e com afinco. Uma é o imperativo moral de trabalhar pelo bem da comunidade. A outra recorre à competição.” (SENNETT, 2015, p. 38). O imperativo da competição, instaurado pelas práticas do mercado, está implicado ao da cooperação, e isso é reforçado na lógica da FD, pois, mesmo que os indivíduos sejam estimulados a cooperar de diferentes maneiras, as suas habilidades individuais ainda predominam sobre as coletivas, baseadas no culto da autossuperação. Nessa perspectiva,

[...] quanto maiores os investimentos que cada um faz em si mesmo, maiores são as oportunidades de concorrer consigo mesmo e com os outros. Este ciclo, todavia, funciona se cada indivíduo tiver habilidade para avançar a partir dos conhecimentos individuais que é capaz de adquirir. porque, mais do que a capacidade de criar algo sozinho, interessa o que é gerado na virtualidade a partir da articulação com os outros. A potência está no virtual, no que resulta na associação entre os indivíduos. De outra forma, se enfraqueceria a lógica da rede. (LOUREIRO; LOPES, 2019, p. 97).

Nesse conjunto de circunstâncias, “[...] a busca cooperativa do reconhecimento social dá lugar à concorrência desenfreada, na qual cada um busca ser superior ao outro, a qualquer custo.” (DALBOLSCO, 2019, p. 9). Assim, o que poderia ser um contexto altruísta com vistas a promover a cooperação, por meio de um recurso que propicie que as pessoas construam juntas e que trocas sejam realizadas entre os indivíduos, pode se transformar em um ambiente que reforce cada vez mais os ideais neoliberais de individualismo e empresariamento do sujeito.

Embora a cooperação anteceda a individualização no desenvolvimento humano, como já mencionado por Sennett (2012), o autor afirma que “[...] estamos perdendo as habilidades de cooperação necessárias para o funcionamento de uma sociedade complexa.” (SENNETT, 2012, p. 20). Implicada nisso, talvez esteja também a concepção atribuída à aprendizagem na atualidade, que cada vez mais é fortalecida como um processo individualizante. Considerando que vivemos num mundo em que o interesse particular está acima do coletivo (DARDOL; LAVAL, 2017), não há como esperar que os ideais de aprendizagem não apareçam vinculados às necessidades individuais de cada sujeito aprendente. Nesse contexto, a aprendizagem guiada pelas

noções de competitividade e autossuperação acaba por se apresentar mais como um “processo individualista” (LAVAL, 2003, p. 52) do que como um reforço à cooperação.

Ainda que perceba o destaque na importância da cooperação, propagado pelas comunidades de FD, reconheço que, no mundo globalizado, “[...] não é mais priorizada a relação com o outro, em um tempo e espaços coletivos e de compartilhamento de conhecimentos e de pensamentos.” (LOUREIRO; LOPES, 2019, p. 99). No entanto, apesar dos discursos que ressaltam as práticas colaborativas nos ambientes de FD, na próxima seção, discuto que nesses ambientes também ocorre uma ênfase na aprendizagem individualizada, fundamentada nos interesses particulares de cada sujeito. Por esse viés, compreendo também que “[...] deve ser questionado o foco sobre a competição [...] além de questionar como cooperação e colaboração podem se tornar mais centrais na forma como se conduz a vida coletiva.” (BIESTA, 2018, p. 26). No meu entendimento, para que ocorra essa centralidade da cooperação e da colaboração em prol de uma vida coletiva, faz-se necessário que sejam realizados investimentos em uma aprendizagem mais coletiva do que individualista, tal como acontece na educação escolarizada.

Ao trazer as discussões acerca do empresário de si, que enfocam a necessidade de investimentos no desenvolvimento de habilidades e competências e na colaboração, a intenção foi mostrar o que se espera dos sujeitos e da educação escolarizada. Mais especificamente, na seção 4.3, pretendo mostrar como o conceito de aprendizagem é propagado pelas comunidades *Makers* e como isso se distancia da aprendizagem escolarizada.

4.3 Você deve sempre buscar aprender mais sobre os seus feitos

As análises empreendidas nos enfoques de disseminação e colaboração na FD me forneceram elementos para chegar ao último enfoque, dedicado às discussões acerca das relações entre o processo de aprendizagem e as práticas atreladas à FD. O fio condutor das reflexões propostas nesta seção parte da concepção articulada por Hamilton (2002), Popkewitz (2009) e Nogueira-Ramirez (2011) de que estamos inseridos em uma Sociedade da Aprendizagem.

A noção de Sociedade da Aprendizagem está relacionada “a grande ênfase colocada pelos discursos pedagógicos no conceito de aprendizagem” e denota que, “do século XIX para o século XX”, houve uma passagem “do ensino e da instrução

para a aprendizagem” (NOGUERA-RAMÍREZ, 2011, p. 17). São contempladas, nesse contexto, as ideias de que estamos inseridos em diferentes cenários que constroem “verdadeiras cidades de aprendizagem” (NOGUERA-RAMÍREZ, 2011, p. 16), nas quais aprender é tomado como um exercício constante, ao qual os indivíduos são estimulados. Para Hamilton (2002, p. 190) tal discussão

[...] surge da alegação de que a sociedade da aprendizagem está substituindo a sociedade industrial. Considera-se até a perspectiva de um novo renascimento educacional. O capital humano é elevado ao mesmo status do capital financeiro e a nova aprendizagem alimenta capacidades que, coletivamente, vão impelir as economias do futuro, movidas a conhecimento.

A ênfase dada ao capital humano e intelectual faz com que a aprendizagem esteja no centro das atividades principais do indivíduo. Isso ocorre porque é por meio do aprender que os sujeitos irão se dotar das competências necessárias para transformar o seu entorno. Para Hamilton (2002), as habilidades tomam o lugar dos conhecimentos na Sociedade da Aprendizagem, o que produz novas formas de ser e estar no mundo e, conseqüentemente, um novo sujeito dessa sociedade.

O sujeito da atualidade, que habita a Sociedade de Aprendizagem, é apresentado por Popkewitz (2009) como um cosmopolita inacabado, que necessita estar em constante processo de aperfeiçoamento para se manter atualizado em um mundo em transformação. Trata-se de um sujeito ‘aprendente’ ou ‘aprendiz permanente’, que deve vivenciar seu processo de aprendizagem como algo dinâmico, isto é, em um incessante movimento de renovação. Assim, “O aprendente dessa nova sociedade é um cosmopolita guiado pela adesão à mudança e à inovação contínuas. É um desgastante projeto de vida que regula o presente em nome da ação futura.” (POPKEWITZ *et al.*, 2009, p. 74-75). Faz parte das características esperadas do cosmopolita inacabado que ele tenha a capacidade não apenas de se manter em constante processo de aprendizagem, mas também de controlar esse processo. Nesse sentido, a noção de aprendiz permanente condiz também com a ideia de que “[...] o aprendiz é, portanto, aquele que pode e deve tomar consciência de os processos de aprendizagem e aquele que deve estar relacionado, de forma ativa e regulada, com eles.” (MASSCHELEIN; SIMONS, 2013, p. 96, tradução minha). Essa noção é vista também nos discursos do Fórum Econômico Mundial (2018), que, além de definir as habilidades desejáveis dos sujeitos para os próximos anos, como já apresentado na discussão desta dissertação, também pontua que,

Para os trabalhadores, há uma necessidade inquestionável de assumir responsabilidade pessoal pela própria aprendizagem ao longo da vida [...] a aprendizagem ao longo da vida está se tornando uma rica área de experimentação, com vários governos e indústrias buscando a fórmula certa para incentivar os indivíduos a sofrer voluntariamente a atualização periódica de habilidades. (WEF, 2018, p. 23).

Assim, para se manter atualizado perante as demandas do mercado de trabalho, o indivíduo precisa adquirir a capacidade de experienciar uma educação permanente, que ocorre ao longo da vida. Os discursos de aprendizagem ao longo da vida (ALV) são próprios dos modos de vida da Sociedade da Aprendizagem em que os sujeitos estão inseridos. A configuração desse modo de vida indica que “[...] uma criança que seja aprendente por toda a vida pode recriar continuamente seu eu, ao se tornar um agente de resolução de problemas.” (POPKEWITZ *et al.*, 2009, p. 76). Desta forma, a ALV, ou educação permanente, caracteriza as condutas individuais que ditam que a aprendizagem é sempre um processo inacabado, que permite aos indivíduos provocar melhorias em seu entorno. Masschelein e Simons (2013) sugerem que,

Nessa perspectiva, é possível entender que o que vincula o funcionário aos processos de produção não são apenas estímulos financeiros, físicos e mentais, mas também o próprio aprendizado. Nesse sentido, aprender - como a capacidade de renovar nossa base de conhecimento ou capital humano - é considerada uma condição para o desenvolvimento econômico e a produtividade. (p. 95, tradução minha).

Por esse caminho, a relação dos sujeitos com o trabalho, com a aprendizagem e com a própria sociedade apresenta novas configurações. Fazer parte da sociedade, nestes moldes, “[...] é uma tarefa permanente de gerenciar o próprio processo de aprendizagem para produzir capital humano e poder usar capital social.” (MASSCHELEIN; SIMONS, 2013, p. 97, tradução minha). Em suma, a capacidade de aprender torna-se condição para que os indivíduos estejam inseridos nos meios sociais e produtivos e representa o diferencial daquilo que cada um pode produzir em seu ambiente.

A incidência de uma Sociedade da Aprendizagem pode refletir o fato de que “[...] a linguagem da *educação* tem sido em grande parte substituída por uma linguagem da *aprendizagem*.” (BIESTA, 2017, p. 30). Em outras palavras, significa dizer que os discursos pedagógicos produzidos acerca da Educação parecem denotar que ela foi diluída em diversas formas de aprendizagem, de modo que esta deve ser, dentre outros aspectos, baseada no interesse individual de cada aprendiz. Ao encontro disso,

Noguera-Ramirez (2011) problematiza que as teorias que defendem a aprendizagem focada nas necessidades geradas pelos interesses individuais enfatizam que

[...] toda conduta de aprendizagem se compreende como uma tentativa por manter ou conseguir um equilíbrio na atividade mental; aprendizagem está ligada a uma necessidade e implica um interesse fato que determina e condiciona a tarefa educativa: a criança aprende porque precisa aprender, porque existe uma necessidade e um interesse que é preciso satisfazer, e não porque é submetida a um processo programado de ensino ou instrução. Só se aprende verdadeiramente como resultado a própria ação e do próprio interesse. (NOGUERA-RAMIREZ, 2011, p. 241).

Nessas circunstâncias, o processo de aprendizagem parece ser sempre mobilizado por algum tipo de interesse, que funciona como o motor da ação para as atividades do sujeito. No contexto da FD, percebo, a partir de Aguiar (2016, p. 56), que “na mentalidade *maker* há um interesse individual em querer criar algum artefato que tenha significado para a pessoa que o faz”, que fomenta “a aprendizagem de habilidades e conhecimentos necessários para continuar criando”. Com base nesse pensamento, construí o Quadro 11, no qual demonstro que a aprendizagem que ocorre com a FD é fundamentada, principalmente, no interesse individual de cada sujeito.

Quadro 11 - A aprendizagem baseada no interesse individual

O projetista estudante, pode vivenciar experiências que contribuam para a concretização de seu trabalho, desenvolvendo algo de seu interesse e com ferramentas que viabilizem a implementação de um trabalho singular e dinâmico. (SANTANA et al., 2016, p. 213).

As contribuições pedagógicas do uso do ambiente LabTEC@ foram perceptíveis nestes dois últimos semestres (2014-2 e 2015-1) onde se constatou um aumento do interesse e da participação dos alunos nas discussões realizadas em sala de aula, bem como o questionamento por eles sobre o que vem a ser um Recurso Educativo Aberto de qualidade que contribua significativamente para a aprendizagem no ensino médio. (CORRÊA; BECK, 2015, p. 897).

o conhecimento técnico formal, particular do objeto, torna-se alicerce para um conhecimento maior da própria realidade do homem junto de tecnologias que medeiam sua relação com o mundo. Isto é potencial de espaços de construção digital [...] Na nascente do FabLearn, está a ideia de que estudantes *tentem* ou *aprimorem* algo que tenham interesse em trabalhar. (SILVA, 2017, p. 218, grifos do autor)

A maioria das escolas submetidas ao projeto-piloto relataram que altos níveis de motivação afetaram os alunos e isso gerou um aumento de interesse nos currículos de ciências, tecnologia e matemática. (AGUIAR, 2016, p. 21).

na mentalidade *maker* há um interesse individual em querer criar algum artefato que tenha significado para a pessoa que o faz. A motivação gerada pelo interesse pessoal e a livre escolha fomentam a aprendizagem de habilidades e conhecimentos necessários para continuar criando. (AGUIAR, 2016, p. 56).

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir desse quadro, pude perceber a ênfase dada ao interesse do aluno como ponto de partida na construção do conhecimento. A concepção de que, “na nascente do FabLearn, está a ideia de que estudantes *tentem* ou *aprimorem* algo que tenham interesse em trabalhar” (SILVA, 2017, p. 218, grifos do autor) permite-me delinear a questão de que tanto os ambientes quanto a prática da FD consideram o interesse individual de cada sujeito como elemento central do processo de aprendizagem.

As possibilidades de aprendizagem provocadas na relação entre FD e interesses individuais são ampliadas por Corrêa e Beck (2015, p. 897), quando ressaltam que “[...] as contribuições pedagógicas do uso do ambiente LabTEC@ foram perceptíveis [...] onde se constatou um aumento do interesse e da participação dos alunos nas discussões realizadas em sala de aula”. Com isso, percebo que, além de fundamentar a aprendizagem nos interesses individuais, a FD é vista como uma possibilidade para despertá-los. O interesse, nesse sentido, parece ser concebido também como elemento que estimula a participação dos indivíduos em um determinado ambiente.

O termo ‘interesse’ pode ser definido como “o que é importante, útil ou vantajoso”, “curiosidade por algo ou alguém”, “importância dada a algo” (INTERESSE, 2010, p. 445). Por essa definição, o interesse pode estar relacionado à utilidade; isto é, algo é interessante quando, de alguma maneira, é útil. Além disso, o interesse pode ser mobilizado por alguma curiosidade pessoal. Ambos os sentidos estão relacionados à importância que cada indivíduo atribui a algo. Noguera-Ramirez (2011) problematiza que “[...] a lei do interesse é subsidiária da lei da necessidade: um interesse é aquilo que importa para nós em dado momento, aquilo que tem valor de ação, porque responde a uma necessidade” (p. 240). Por esse viés, embora compreenda que a aprendizagem relaciona-se a necessidades e interesses dos sujeitos, considero que o interesse pode ser calculado por dois sentidos. Um deles está relacionado ao que é interessante e que mobiliza o sujeito, e o outro está relacionado ao desejo de que as aprendizagens adquiridas tenham utilidade e aplicação prática no mundo.

Ordine (2016) explica que, em tempos atuais, os indivíduos apresentam uma necessidade de que tudo o que permeia suas vidas tenha utilidade prática. Não é mais permitido perder tempo com aquilo que é considerado inútil. As coisas inúteis, gradativamente, são desprezadas de valor. Ao objetivar que seus atos sejam úteis, sob os mais diversos aspectos, o ser humano adentra uma onda de utilitarismo, que “[...] remete à busca do interesse individual e egoísta, a dimensão econômica tornando-se o único vetor do comportamento humano.” (LENOIR, 2016, p. 161). A

lógica utilitarista não se aplica somente a contextos econômicos e sociais. Ela aparece em muitos discursos vinculados à Educação, quando há referência à necessidade de ampliar a disseminação dos saberes úteis. Assim,

Tem-se uma dupla reivindicação: por um lado, a favor de um investimento educativo importante, e por outro lado, a favor de uma redução dos conhecimentos julgados inúteis e aborrecidos quando eles não têm ligação evidente com uma prática ou um “interesse”. (LAVAL, 2004, p. 24, grifos do autor).

A ênfase na importância dos saberes utilitários, na FD, aparece enaltecida quando é ressaltado que a atuação em um determinado projeto possibilita ao estudante “[...] vivenciar experiências que contribuam para a concretização de seu trabalho, desenvolvendo algo de seu interesse e com ferramentas que viabilizem a implementação de um trabalho singular e dinâmico.” (SANTANA *et al.*, 2016, p. 213). Nesse cenário, é possível perceber o vínculo estabelecido entre os conhecimentos adquiridos por meio das atividades do projeto de FD e a sua aplicação na vida cotidiana do indivíduo.

Primeiramente, quero salientar que não desconsidero a importância de adquirir conhecimentos que auxiliem o sujeito em aplicações práticas para a sua vida. Entretanto, acredito que há importantes saberes que nem sempre terão, de maneira imediata, uma efetiva utilidade, isto é, “[...] saberes cujo valor essencial está completamente desvinculado de qualquer fim utilitarista [...] saberes que têm um fim em si mesmos.” (ORDINE, 2016, p. 8). Nesse sentido, penso que definir um conjunto de aplicações a determinados conhecimentos acaba por limitar a sua utilização. Com isso, quero dizer que as aprendizagens que se sustentam somente na utilidade do conhecimento podem fazer com que o aprendiz, muitas vezes, fique limitado àquele conjunto de possíveis aplicações. Por conseguinte, a redução da aprendizagem à utilidade produz o afastamento da criatividade, tão enaltecida nas práticas de FD. Afinal, a criatividade exige conhecimentos outros que não são da ordem da utilidade.

Nessa perspectiva, entendo que os conhecimentos ‘inúteis’ podem fomentar a criatividade, se considerarmos que “[...] não há tempo perdido no aprender, se formos capazes de reconhecer as diferenças. Atentos ao processo, mais do que ao produto, precisamos ter olhos para ver, para poder valorizar cada acontecimento singular.” (GALLO, 2012, p. 10). Para tornar isso mais claro, comparo o processo de aprendizagem com aquilo que Sennett (2015) explica sobre o desenvolvimento da mão no trabalho de um artesão.

O desenvolvimento de uma mão inteligente efetivamente evidencia algo parecido com uma progressão linear. A mão precisa ser sensibilizada na ponta dos dedos, o que lhe permite raciocinar sobre o tato. Uma vez alcançado isto, podem ser abordados os problemas de coordenação. A integração entre a mão, o punho e o antebraço permite então aprender as lições da força mínima. Feito isto, a mão pode trabalhar com o olho, para completar fisicamente o que vem pela frente, antecipando e assim sustentando a concentração. Cada etapa, apesar de desafiadora, dá sustentação à passagem para a seguinte; mas cada uma delas é também um desafio por si mesmo. (SENNETT, 2015, p. 264).

A aprendizagem da mão, pela concepção de Sennett (2015), ocorre de forma progressiva e linear. Desse modo, a integração da mão com outros membros do corpo envolve diferentes aprendizagens que, durante o percurso, podem não apresentar utilidade ou não ter sua utilidade perceptível. Segundo Gallo (2012, p. 3), há aprendizados que são obscuros e dos quais não temos “consciência durante o processo”, mas “apenas ao final que aquele conjunto de signos passa a fazer sentido [...] e somos capazes de perceber o que aprendemos durante aquele tempo, que nos parecia perdido”. Deste modo, a aprendizagem de conhecimentos ditos inúteis pode ser essencial para o cultivo das capacidades humanas – não somente as profissionalizantes, mas também as que podem ser ampliadas mediante a formação integral do indivíduo.

Em relação a essa formação integral, não consegui perceber vínculo entre as práticas de aprendizagem da FD e os conhecimentos advindos das disciplinas das áreas humanas, conforme percebo na menção de que “[...] as escolas submetidas ao projeto piloto relataram que altos níveis de motivação afetaram os alunos e isso gerou um aumento de interesse nos currículos de ciências, tecnologia e matemática.” (AGUIAR, 2016, p. 21). Ao que parece, a aprendizagem nos espaços de FD está mais voltada aos conhecimentos de áreas consideradas exatas do que humanas, contexto em que o interesse dos indivíduos para tal área poderia ser despertado por meio da motivação que a FD é capaz de proporcionar. O FVM, nesse âmbito, seria o estímulo que despertaria a motivação do aluno por meio da FD. Assim, mais do que aprender, o que importa é aprender fazendo. A compreensão desses elementos me proporcionou montar o Quadro 12, no qual demonstro a ênfase no aprender fazendo viabilizado por meio da FD.

Quadro 12 - Aprender fazendo com a Fabricação Digital

As atividades de extensão no PRONTO3D não se resumem às aqui descritas, mas expandem para públicos diversificados, com interesses dos mais variados, mas sempre com o foco no aprender

fazendo, direcionando para que a materialização da forma seja uma aliada na compreensão projetual, espacial e cognitiva. (PUPO, 2017, p. 12).

O objetivo dos Fab Labs Acadêmicos é desenvolver uma cultura de aprendizagem através da prática, permitir aos estudantes a realização de projetos “colocando a mão na massa”, mas também organizando um espaço transdisciplinar e aberto ao exterior. Estes Fab Labs são criados geralmente por universidades ou centros de ensino. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 18)

No que se refere a dinâmica das aulas, os estudantes utilizam o espaço para desenvolver projetos práticos que são escolhidos por eles contando com o apoio dos facilitadores (graduandos) e um professor do colégio. Os facilitadores auxiliam os estudantes a encontrar ideias para novos projetos e mostram o caminho para resolução de problemas. (RAABE, 2018, p. 140).

Durante nossa caminhada como estudantes e como educadores sempre sentimos falta de ‘colocar a mão na massa’ e com esse projeto tem sido possível tornar o aprendizado menos passivo e mais efetivo, tanto para os estudantes do ensino superior quanto para os estudantes que recebem esse projeto em suas escolas. (FARIA; BRAZ, 2016, p. 2).

Percebi que a fabricação digital tinha o potencial de ser o melhor kit de construção, um lugar de ruptura nas escolas, onde os alunos podiam fazer, construir e compartilhar suas criações com segurança. Eu projetei esses espaços para serem convidativos e neutros em termos de gênero, a fim de atrair tanto os tipos de engenharia de ponta, como também os estudantes que apenas queriam experimentar um projeto com tecnologia ou aprimorar algo que já estavam fazendo com fabricação digital. (BLIKSTEIN, 2013, p. 209, tradução minha).

Fonte: Elaborado pela autora.

O conceito de aprender fazendo nos espaços de FD é também chamado de aprendizagem ‘mão na massa’. Originário da pedagogia do “*Learn by Doing*” idealizada por John Dewey (DUARTE, 2001, p. 35), que problematizava a importância da aprendizagem por meio da experimentação, o aprender fazendo está relacionado à abordagem de resolução de problemas e não é uma novidade no campo educacional. Nessa abordagem, o indivíduo aprende por meio da execução de atividades práticas que o conduzam a encontrar soluções que atendam às necessidades impostas pelo problema. Articulado a esse contexto e com base na afirmação de que o objetivo dos Fab Labs “é desenvolver uma cultura de aprendizagem através da prática, permitir aos estudantes a realização de projetos ‘colocando a mão na massa’” (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 18, grifos do autor), o aprender fazendo é um dos fundamentos norteadores da aprendizagem que ocorre nos ambientes de FD.

Mais do que discutir o conceito de aprender fazendo, interessa-me compreender o sentido do verbo fazer. A etimologia da palavra vem do latim *facere*, e seu significado é “executar, realizar, fabricar”. (FAZER, 2010, p. 287). Fazer, por esse sentido, é sinônimo de fabricar, que, como já visto na abertura do Capítulo 3, tem o significado de construir, criar algo. Por esse viés, é possível dizer que fazer algo está

para além da mera execução, pois envolve um ato de criação. Pode-se dizer que quem aprende fazendo aprende criando e construindo.

Borges (2018) define que “[...] a tradução para a palavra *Maker* é fazedor e ela nos remete a ideia de que ser um *Maker* é ser uma pessoa capaz de criar ou consertar coisas.” (p. 32, grifos do autor). Compreendo assim que, para a comunidade *Maker*, a idealização do aprender fazendo está imbricada na relação do fazer com a criação, dada a defesa do potencial dos espaços de FD como lugares “[...] onde os alunos podiam fazer, construir e compartilhar suas criações.” (BLIKSTEIN, 2013, p. 209, tradução minha). Desse modo, percebo que, no âmbito da cultura *maker*, a criação de algo novo aparenta ter o sentido de fabricar um novo artefato não somente para inseri-lo no mundo, mas para materializar os processos criativos e inventivos de um *Maker*. Assim, a criação de algo novo pode estar atrelada à aprendizagem.

Na concepção de Biesta (2017, p. 47), “[...] poderíamos ver a aprendizagem como uma reação a um distúrbio, como uma tentativa de reorganização e reintegração em resposta a uma desintegração”. Como resposta a algo que incomoda o aprendiz, a aprendizagem se torna “[...] uma criação ou uma invenção, um processo de introduzir algo novo no mundo: a resposta única de alguém.” (BIESTA, 2017, p. 97). Neste sentido, a criação de algo novo corresponde à própria ação de aprender, na qual os indivíduos operam quando não são capazes de copiar ou reproduzir algo existente. Esse processo de criação demanda dos aprendizes o exercício do pensamento. Contudo, considero que pensar também é fazer. Desta forma, em síntese, a criação da aprendizagem, que se difere da construção de um objeto, envolve pensamento e reflexão. Não quero, com isso, dizer que as atividades de FD para a construção de um objeto não possam envolver uma nova aprendizagem, ou outras formas de aprendizagem; mas busco salientar que o ato de fabricação, por si só, não gera a aprendizagem. A FD demonstra indicativos de aprendizagem quando está associado a uma intencionalidade. Em outras palavras, penso que a aprendizagem pode decorrer das atividades *Makers*, mas ela não acontece de forma natural a partir do ‘mão na massa’. Ela pode ser potencializada se houver reflexão sobre essa prática e quando existir uma condução pedagógica desse processo.

A condução pedagógica, que desenvolvo melhor ao longo desta seção, representa o ato específico do professor de conduzir o aprendiz no processo de aprendizagem, a partir de ações intencionais. Diferentemente de outros tipos de condução, ela é marcada por certa intencionalidade pedagógica (EINZWELER, 2017),

que estabelece que os sujeitos devem aprender de/com alguém a partir de propósitos determinados. Diante disso, entendo que a aprendizagem pautada por uma condução e intencionalidade pedagógica pode potencializar o exercício do pensamento.

Tal exercício aparece refletido no exemplo que Sennett (2015) apresenta sobre o trabalho do arquiteto, no qual “[...] desenhar os tijolos à mão, por tedioso que possa ser, leva o projetista a pensar sua materialidade, a lidar com sua solidez” (p. 52). O fato de lidar com a materialidade, de medir o tamanho dos tijolos, de calcular o espaço a ser ocupado por eles, enfim, o ato de pensar e refletir para solucionar um problema que pareça complexo pode produzir no indivíduo respostas além daquelas que ele já possui. Essa possibilidade deriva da noção de que

[...] o tátil, o relacional e o incompleto são experiências físicas que ocorrem no ato de desenhar. O desenho representa aqui um leque mais amplo de experiências, como, por exemplo, a maneira de escrever característica da edição e da revisão, ou a maneira de tocar música que explora repetidas vezes as qualidades intrigantes de determinado acorde. O difícil e o incompleto deveriam ser fatores positivos em nosso entendimento; deveriam estimular-nos de uma forma de que não são capazes a simulação e a manipulação fácil de objetos completos. (SENNETT, 2015, p. 52).

Contrariamente ao desafio que a complexidade pode proporcionar, percebo que a crescente inserção das TD na vida dos indivíduos amplia as demandas pela facilidade das tarefas e, em consonância com isso, produz o desejo nos aprendizes de que a aprendizagem seja fácil, agradável e estimulante. (LAVALL, 2004). Por outro lado, não estou afirmando que as TD devam ser deixadas de lado e que a FD não representa um potencial para outras práticas pedagógicas. No entanto, para que essas práticas sejam possíveis e produzam aprendizagens, é importante colocar em suspenso a crença de que os projetos de FD na educação podem ser meramente conduzidos com o “apoio de facilitadores” que “[...] auxiliam os estudantes a encontrar ideias para novos projetos e mostram o caminho para resolução de problemas.” (RAABE, 2018, p. 140). Esse tipo de discurso reduz o papel do professor enquanto profissional encarregado da condução do processo de aprendizagem, que define uma intenção nesse percurso. O aspecto para o qual quero chamar a atenção é que um processo não exclui o outro e que “tornar o aprendiz menos passivo e mais efetivo” (FARIA; BRAZ, 2016, p. 2) requer condução pedagógica no trabalho com a FD, pois existem aprendizados que são “[...] perdidos mentalmente quando o trabalho na tela substitui o traçado à mão.” (SENNETT, 2015, p. 51). Por exemplo, no contexto da FD,

o trabalho na tela, quando diminui o exercício do pensamento, pode estar apenas materializando um arquivo digital.

Considero que a materialização do pensamento é diferente da materialização do arquivo digital. Enquanto a primeira implica criação e ocorre a partir de reflexão, criatividade e raciocínio, a segunda pode ocorrer através da reprodução de protótipos (criações) já existentes. Em outras palavras, ao passo que a criação envolve pensamento e pode proporcionar aprendizagem, a reprodução pode acontecer por meio da execução mecânica de procedimentos que foram automatizados pelo sujeito. Isso implica dizer que o indivíduo pode construir um objeto a partir de um modelo concebido por outra pessoa e compartilhado na internet. Nesse contexto, os conhecimentos utilizados para a fabricação do novo objeto serão somente os necessários para operar as máquinas digitais – o que não representa criação, mas um ato de replicação ou reprodução.

A diferença nos processos de criação e reprodução de projetos, problematizada na seção 4.2, conduz ao entendimento de que a prática do compartilhamento de arquivos, ao mesmo tempo em que auxilia na fabricação de objetos, não contribui com o processo de aprendizagem. A ideia de que o potencial da FD está no “foco no aprender fazendo, direcionando para que a materialização da forma seja uma aliada na compreensão projetual, espacial e cognitiva” (PUPO, 2017, p. 12) faz parecer que o processo tem mais valor do que o produto. Entretanto, o compartilhamento de arquivos, ao facilitar a obtenção do produto por meio da replicação de arquivos, acaba por abreviar esse processo.

Por outro lado, entendo que “[...] aprender é sempre encontrar-se com o outro, com o diferente, a invenção de novas possibilidades; o aprender é o avesso da reprodução do mesmo.” (GALLO, 2012, p. 8). A partir desse entendimento, defendo que, se os indivíduos aprendem por meio de processos imbricados na FD, tais como concepção, análise projetual e plano estratégico, aqueles que não passam pela execução completa dos processos podem não estar efetivamente adquirindo novas aprendizagens. Por exemplo, um *Maker*, ao desenhar manualmente (ou mesmo com ferramentas digitais) o *layout* de seu objeto, necessita exercitar cálculos matemáticos para medir as dimensões do produto. Por outro lado, alguém que utilize um *layout* oriundo da internet apenas envia o arquivo digital para a impressora. Em ambos casos, os indivíduos produziram artefatos. A diferença está na aprendizagem que ocorreu (ou não ocorreu) em cada uma das situações.

Por este contexto, chego ao que considero como uma contradição entre a FD e o Movimento *Maker*, que, em suma, significa dizer que algumas práticas incentivadas na FD podem desconsiderar os ideais de aprendizagem defendidos por esse movimento. Afinal, quando um indivíduo, para fabricar seu objeto, apenas seleciona um modelo pronto de algum repositório *online*, não é ele que realmente cria algo. O que o fabricante faz, nesse sentido, é apenas apertar os botões para acionar as máquinas, similarmente ao que acontecia nas fábricas da Revolução Industrial. Não percebo, nesse exercício, a prática do FVM, mas uma ênfase que aponta que obter o produto aparenta ser mais importante do que o processo em si.

Compreendo que nem todos os *Makers* irão apenas reproduzir arquivos digitalmente compartilhados na internet, pois existem aqueles que constroem os modelos para então disponibilizá-los aos demais. Entretanto, conforme a problematização que apresentei na seção 4.1 deste capítulo, todos aqueles que podem ter acesso à FD são considerados fabricantes. Nesse sentido, utilizo as palavras de Sibilía (2012) que reforçam o que procurei expressar neste parágrafo.

[...] convém distinguir entre o simples atualizador que conecta e navega sem operar, por um lado, e aquele que dispõe de alguma estratégia ou realiza alguma operação tendente a dar sentido ao fluxo, porque são dois tipos de conexões diferentes: dois modos distintos de lidar com a informação ou de habilitá-la. (p. 186).

[...] a simples disponibilidade de alternativas interativas ou a possibilidade de intervir [...] como um usuário ativo, por exemplo, não garantem a qualidade dos resultados nem a transformação em diálogo, experiência ou pensamento: isso dependerá das operações que cada um realize, e para consegui-lo, será preciso estar preparado. (p. 186).

Em consonância com os argumentos de Sibilía (2012), percebo que o fator determinante que pode distinguir os *Makers* que operam com as ferramentas de FD daqueles que apenas navegam e replicam projetos está relacionado ao que cada indivíduo é capaz de produzir a partir do que aprendeu. Essa capacidade, já mencionada quando aqui abordei a Sociedade da Aprendizagem, está relacionada à responsabilidade individual do sujeito aprendiz. Para tanto, nas concepções da FD, é reforçada a importância do “papel autônomo dos estudantes no processo de aprendizagem.” (MEIRA; RIBEIRO, 2016, p. 3). Assim, os criadores na FD são aqueles indivíduos que têm mais condições de acesso a uma gama maior de conhecimentos específicos e a oportunidades e, com isso, mais condições para criar coisas.

A ênfase na autonomia dos aprendizes na FD, conforme demonstro com os excertos do Quadro 12, é enaltecida a partir do relato de projetos em que “[...] os estudantes utilizam o espaço para desenvolver projetos práticos que são escolhidos por eles.” (RAABE, 2018, p. 140). Outra característica da aprendizagem que ocorre nos ambientes de FD, que também demonstro com os excertos do quadro a seguir, refere-se à liberdade proporcionada aos indivíduos para conduzir sua própria aprendizagem, sem a necessidade de intervenções intencionais do professor.

Quadro 13 - Autonomia dos aprendizes na Fabricação Digital

Entre as possibilidades existentes estão os projetos e ações que permitem a participação ao invés da simples visitação dos espaços, como os grupos e espaços makers aqui explorados. Diferente do trabalho desenvolvido nas aulas de ciências, estas iniciativas não se propõem a isolar e apresentar conteúdos aos participantes, mas sim, a proporcionar a possibilidade de adquirir uma ampla rede de conhecimentos indissociáveis, organizados em uma estrutura fundamentada na autonomia, no interesse individual e no prazer de cada sujeito em permanecer no processo. (SAMAGAIA; NETO, 2015 p. 7).

O movimento Maker está fortemente atrelado com o protagonismo dos estudantes, e para que este seja alcançado é fundamental que haja liberdade de criação em um nível nem sempre presente no ambiente escolar [...] No *Laboratório Maker* percebemos cotidianamente as lacunas deixadas pelo ensino tradicional, tanto na aplicação de conhecimentos quanto no comportamento dos estudantes. No entanto, a constatação destas lacunas apenas renova nossas crenças de que é necessário repensar a educação, e que uma disciplina como o *Laboratório Maker*, ao fomentar a autonomia e possibilitar o aprimoramento de habilidades não trabalhadas no ensino tradicional, é um caminho possível. (RAABE, 2018, p. 145 - 146).

A observação mais significativa do processo de aprendizagem dos estudantes envolvidos ao longo destes dois anos foi a importância do “self-learn” ou seja, da liberdade para o estudante conduzir seu próprio processo de aprendizagem. (CORRÊA *et al.*, 2015, p. 3).

O projeto pressupõe que os próprios grupos de estudantes escolham a máquina térmica que desejam construir, ressaltando o papel autônomo dos estudantes no processo de aprendizagem. A realização da atividade se dá, via de regra, fora do ambiente escolar formal, com a interação dos estudantes sendo mais livre e não regulada diretamente pelo professor, estimulando que a atividade seja mais prazerosa [...] A partir de um início complexo e desafiador, os estudantes passaram a ser protagonistas do seu aprendizado, vindo por fim a falar com propriedade sobre o tema para os colegas, inclusive criticando projetos cujo desempenho estava aquém dos critérios de avaliação (MEIRA; RIBEIRO, 2016, p. 3)

Tanto a aprendizagem prática quanto o pensamento computacional convergem para um ensino que prioriza a criatividade, inventividade e produtividade dos estudantes, que são protagonistas no processo do desenvolvimento de seu próprio conhecimento. (SANTANA *et al.*, 2016, p. 212).

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir dos excertos do quadro acima, percebo que as práticas do Movimento *Maker* e dos espaços de FD defendem que “[...] entre as possibilidades existentes estão os projetos e ações que permitem a participação ao invés da simples visitação dos espaços.” (SAMAGAIA; NETO, 2015 p. 7). A oportunidade dada ao aluno de participar de forma ativa dos projetos visa a propiciar um trabalho “diferente”, ao “[...] proporcionar a possibilidade de adquirir uma ampla rede de conhecimentos

indissociáveis, organizados em uma estrutura fundamentada na autonomia, no interesse individual e no prazer de cada sujeito em permanecer no processo.” (SAMAGAIA; NETO, 2015 p. 7). Assim, juntamente com o interesse individual, proporcionar a autonomia aos aprendizes parece ser um dos fundamentos da aprendizagem potencializada pelos espaços de FD.

A autonomia pode ser definida como “[...] um impulso vindo de dentro que nos compele a trabalhar de uma forma expressiva, por nós mesmos.” (SENNETT, 2015, p. 79). Os indivíduos autônomos, além de possuírem essa característica de motivação interna para realizar um trabalho, também usufruem de certa liberdade na condução dos seus atos. Percebo isso a partir do relato da realização de um determinado projeto envolvendo a FD, no qual o autor ressalta que “[...] a observação mais significativa do processo de aprendizagem dos estudantes envolvidos ao longo destes dois anos foi a importância do ‘self-learn’ ou seja, da liberdade para o estudante conduzir seu próprio processo de aprendizagem.” (CORRÊA *et al.*, 2015, p. 3, grifos do autor). Mas cabe marcar que, juntamente com a liberdade, o sujeito autônomo “[...] tem uma dupla responsabilidade. Ele é responsável por seu próprio estilo de vida e por criar um ambiente que propicie a aprendizagem.” (POPKEWITZ *et al.*, 2009, p. 91). Assim, a autonomia, além de direitos, também acarreta deveres e responsabilidades. Em outras palavras, os indivíduos, ao receberem a autonomia para conduzir seu processo de aprendizagem, passam a ser “[...] gerentes de seu próprio aprendizado, através, por exemplo, do desenvolvimento de suas próprias estratégias de aprendizado, monitorando processos e avaliando resultados.” (MASSCHELEIN; SIMONS, 2013, p. 96, tradução minha). Por esse viés, existe a defesa de que o aprendiz deve se manter em constante processo de aprendizagem, o qual será administrado por ele mesmo, como um investimento em si próprio.

Vale salientar que investir na própria aprendizagem, como é repercutido na racionalidade neoliberal, “[...] nada tem a ver com a noção de formação do sujeito no decorrer da vida em uma dimensão ética e estética [...] por outro lado, está muito mais associada à ideia de eficácia, de performance.” (LOUREIRO, LOPES, 2019, p. 98). No contexto da FD, esses ideais de performance e eficácia individuais parecem emergir juntamente com o reforço do papel autônomo dado aos aprendizes. Percebo isso por meio do destaque em ações como permitir que “[...] os próprios grupos de estudantes escolham a máquina térmica que desejam construir”, que denotam que “os estudantes passaram a ser protagonistas do seu aprendizado.” (MEIRA; RIBEIRO, 2016, p. 3).

Compreendo, assim, que há uma relação entre a autonomia e a performance dos indivíduos ao exercerem o papel de protagonistas do aprendizado com a FD.

O termo protagonista faz alusão ao indivíduo “que é personagem principal” e “que tem papel de destaque num acontecimento” (PROTAGONISTA, 2010, p. 635). No meu entendimento, isso significa dizer que os protagonistas não são todos, mas somente aqueles que ficam em evidência em um determinado cenário. Na lógica do Movimento *Maker*, o termo abrange aqueles que assumem a liderança dos projetos e da aprendizagem e, como isso, podem “[...] falar com propriedade sobre o tema para os colegas, inclusive criticando projetos cujo desempenho estava aquém dos critérios de avaliação.” (MEIRA; RIBEIRO, 2016, p. 3). Por meio de tais elementos, percebo que ao protagonista da FD compete planificar e desenvolver as habilidades necessárias para aprender, fabricar objetos e solucionar problemas.

Tanto a ênfase na aprendizagem baseada em interesses individuais quanto o estímulo à autonomia e ao protagonismo dos indivíduos – aspectos que geram também a responsabilização pela autoaprendizagem e formam um sujeito aprendente ao longo da vida – me conduzem à percepção de que o empresariamento dos indivíduos também ocorre em termos de aprendizagem. Para Ball (2013, p. 145), “no cerne desse fervilhante discurso sobre o aprendiz ao longo da vida está o indivíduo empreendedor”, que é motivado a capitalizar recursos necessários para manter a empresa individual que ele próprio se tornou. Assim, percebo novamente, no cenário da FD, a manifestação do empresário de si mesmo.

Afirmar que os indivíduos passaram a ser aprendentes empresários de si implica dizer que “[...] é o indivíduo ‘responsabilizado’, quer dizer, consciente das vantagens e dos custos do aprendizado que deve fazer as melhores escolhas de formação para seu próprio bem.” (LAVAL, 2004, p. 53, grifos do autor). Desta forma, são os próprios aprendizes que planejam e constroem a sua aprendizagem, como se planejassem estratégias para gerenciar uma empresa. Enquanto “os investimentos (individuais) em aprendizagem constituem-se nos motores que impulsionam os sujeitos para movimentar-se na racionalidade da concorrência” (LOUREIRO, LOPES, 2019, p. 98), a lógica da competição se estende também entre os aprendizes – tanto para produzir melhores resultados quanto para se tornarem os protagonistas da Sociedade da Aprendizagem.

A aprendizagem imbricada com uma atitude empresarial repercute no aprendiz uma postura de liderança frente aos propósitos da sua formação. Assim, os

conhecimentos necessários a serem adquiridos, “[...] são os indivíduos que constroem, planejam e escolhem segundo sua vontade e seu interesse pessoal.” (LAVAL, 2004, p. 52). Tudo ocorre em prol da defesa da autonomia e da liberdade individual para aprender. Entretanto, um aspecto negativo que resulta dessa forma de pensamento “[...] é que a aprendizagem é concebida como um processo fundamental para lidar com nosso ambiente e que a gestão ou regulamentação deste processo fundamental pode e deve ser aprendida.” (MASSCHELEIN; SIMONS, 2013, p. 96, tradução minha). Com isso, a escola passa a ser a instituição responsabilizada por formar indivíduos mais flexíveis e autônomos, isto é, sujeitos empresários de si mesmos.

De outro modo, penso que o papel da escola não deve estar relacionado a reforçar esta lógica neoliberal na qual concerne a cada sujeito responsabilizar-se por si mesmo, diminuindo o papel do Estado enquanto potencial agente de investimentos sociais. Deste modo, penso que a escola tem um papel bastante único e específico neste contexto, que é o de possibilitar um espaço e tempo que são únicos, diferentes de todos os outros que os estudantes podem acessar quando estão fora da instituição escolar. Entretanto, para que isso seja possível, é necessário que haja investimento em conhecimentos específicos. Investimento em aprendizagens para além da simples impressão de algum artefato.

Sobre o papel da escola frente ao empresariamento do sujeito, Sibilia (2012) sugere a existência, inclusive, de quem defenda “[...] a inserção desse tipo de valores e atitudes nos currículos escolares, substituindo-se o clássico arsenal científico [...] por outras propostas que estimulem a criatividade e a flexibilidade, assim preparando os jovens para o mercado de trabalho.” (p. 130). Compreendo, a partir dessas circunstâncias, um encontro entre os discursos atuais sobre o empresário de si e as práticas educacionais do movimento *Maker*, que é apresentado como “[...] fortemente atrelado com o protagonismo dos estudantes, e para que este seja alcançado é fundamental que haja liberdade de criação em um nível nem sempre presente no ambiente escolar.” (RAABE, 2018, p. 145). Nesse sentido, percebo, ademais, a ênfase na crítica de que a escola não dá conta de suprir as necessidades de aprendizagem dos alunos deste tempo. Tal reflexão ocorre na continuidade das constatações de Raabe (2018) perante a argumentação de que

No *Laboratório Maker* percebemos cotidianamente as lacunas deixadas pelo ensino tradicional, tanto na aplicação de conhecimentos quanto no comportamento dos estudantes. No entanto, a constatação destas lacunas

apenas renova nossas crenças de que é necessário repensar a educação. (p. 145-146, grifos do autor).

Essa argumentação parte da noção de que a aprendizagem escolarizada, que ocorre no ensino tradicional, tem sofrido acusações de “deixar lacunas” nas habilidades que os jovens deveriam adquirir para fomentar seu espírito empreendedor. Masschelein e Simons (2017) mencionam que, dentre essas acusações, também estão as alegações de que: a escola não motiva, nem interessa mais os alunos; aprender não é divertido; as aulas são maçantes; os professores são chatos; e os jovens não recebem informações sobre a utilidade do que aprendem. Segundo tal perspectiva, a escola estaria em desconexão com os alunos do século XXI. (SIBILIA, 2012). Além da disseminação de projetos extraescolares, uma solução apresentada para amenizar essas lacunas, de acordo com os conceitos propagados pela comunidade *Maker*, é a inserção de disciplinas como a de “*Laboratório Maker*” no currículo escolar, com base na ideia de que “[...] fomentar a autonomia e possibilitar o aprimoramento de habilidades não trabalhadas no ensino tradicional, é um caminho possível.” (RAABE, 2018, p. 145-146, grifos do autor). A partir dessas ideias, percebo uma aproximação entre as práticas educacionais da FD e a educação escolarizada, principalmente a defesa de que a primeira proporciona um espaço mais autônomo para os alunos conduzirem seu processo de aprendizagem.

Apesar do fato de que a educação formal pareça não ser mais considerada o único meio possível para alcançar o sucesso pessoal e profissional (SIBILIA, 2012), percebo que não se trata de considerar que a educação escolarizada já não é mais importante para o desenvolvimento do sujeito, mas sim de acrescentar características outras que agora a escola necessita desenvolver nos alunos para que eles se tornem bons profissionais. Desse modo, à escola na atualidade, cabe ensinar como gerenciar a técnica da autoaprendizagem. Com isso, a educação torna-se um modo específico de formação para a aprendizagem, e não mais uma questão de formação integral (MASSCHELEIN; SIMONS, 2013) – o que implica dizer, mais especificamente, que uma das principais mudanças que a Sociedade da Aprendizagem trouxe foi o rompimento entre ensino e aprendizagem.

Com tal rompimento, dentro desses novos ideais de sujeito aprendente, “[...] aprende-se sem que necessariamente se parta de uma ação de ensino reconhecida como tal, ou seja, rompemos com o vínculo entre ensino e a aprendizagem, cada vez mais tomado como natural no campo da Pedagogia.” (LOPES, 2009, p. 155-156). Isso

provocou o esmaecimento das práticas de ensino, em prol de um discurso que propaga que a aprendizagem não deve ficar mais limitada somente a instituições educacionais tradicionais, mas deve ocorrer durante toda a vida dos indivíduos. Nessa direção, “as relações entre ensinar e aprender adquirem novos pesos e medidas nessas novas configurações, em especial pela supremacia da aprendizagem em relação ao ensino” (EINZWELER, 2017, p. 41) – aspecto que amplia a linguagem da aprendizagem na Educação.

Biesta (2018), ao analisar a aprendizagem, argumenta que o problema não está nas múltiplas linguagens que ela possui: “[...] a principal preocupação aqui tem a ver com o fato de que a linguagem da aprendizagem é demasiadamente limitada como uma linguagem educacional.” (p. 23). O autor amplia esse entendimento ao explicar que “[...] o objetivo da educação nunca é que as crianças e jovens aprendam [...], mas sim que crianças e jovens aprendam *alguma coisa*, que aprendam isso *por um motivo* e que aprendam isso *de alguém*.” (BIESTA, 2018, p. 23, grifos do autor). Esse objetivo é o que relaciona a educação a questões de conteúdo, propósitos e relações. Em contrapartida, a linguagem da aprendizagem solitária, “[...] em certo sentido, é vazia de conteúdo e propósito.” (BIESTA, 2018, p. 23, grifos do autor). Nesse sentido, a questão dos propósitos é a que define o que se busca alcançar por meio do ensino de determinados conteúdos, isto é, consiste no motivo pelo qual os indivíduos devem aprender algo.

O propósito de ensinar ou o motivo para aprender algo, que se difere da ideia da motivação individual, é um dos elementos que distingue a aprendizagem escolarizada. Diferentemente do que ocorre em outros espaços, as atividades escolares são práticas de condução pedagógica, que modificam as relações do sujeito com ele mesmo. (NOGUERA-RAMÍREZ; MARÍN-DIAZ, 2017). Assim, essa aprendizagem, que envolve ensino, não é uma ação individual que parte da responsabilidade do aprendiz. Tal como Gallo (2012, p. 2) explica, “[...] está na própria raiz etimológica do ensinar a necessidade de alguém ser guiado para poder aprender.” (GALLO, 2012, p. 2). Conforme já referido, por mais que existam atos de condução em outros modelos de aprendizagem, a condução pedagógica que ocorre na aprendizagem escolarizada é marcada por uma certa intencionalidade do professor.

Vale reiterar que a intencionalidade pedagógica, segundo Enzweiler (2017), é um exercício de atenção constante à turma e aos alunos, que implica “[...] estar atento às capacidades ou aos modos de aprendizagem dos sujeitos [...] aos avanços, aos

percalços e às dificuldades que cada aluno possa apresentar.” (p. 47). Esse processo se difere de uma aprendizagem individualizada, pois envolve a habilidade docente de auxiliar os alunos a desenvolver as aptidões certas, que nem sempre estão de acordo com os interesses individuais.

De volta às análises acerca da aprendizagem na FD, percebo também que, de outro modo em relação àqueles que propagam a importância da autonomia, da liberdade e dos interesses individuais dos aprendizes, nas concepções acerca da FD, existe quem defenda que essas características podem não ser suficientes para garantir a aprendizagem. Mais especificamente, com a análise dos diferentes pontos de vista de alguns autores, pude observar certa notoriedade na importância de algum tipo de condução no processo de aprendizagem. Nos excertos do Quadro 13, demonstro tal observação.

Quadro 14 - A importância da condução na aprendizagem

Para Blikstein, não se pode assumir que toda criança é hacker inata. Afirma que nem toda criança emergirá em um laboratório *maker* criando algo inovativo ou completamente sem instrução, sem auxílio de educadores. “Alguns irão, outros não”. Segundo a reportagem, Blikstein afirmou que “quando começamos a falar que toda criança deveria ser um hacker, isto pode parecer muito bom, mas não é como a média dos estudantes aprende. A média dos estudantes precisa de algum tipo de estrutura ou facilitação. (SILVA, 2017, p. 125).

Com a implantação da disciplina *Laboratório Maker*, de maneira geral, se observou que a liberdade recebida pelos estudantes do colégio não foi utilizada como esperado, gerando alguns problemas como ócio improdutivo (RAABE, 2018, p. 145)

A forma como a liberdade recebida pelos estudantes foi utilizada também impactou nas áreas temáticas envolvidas nos projetos. Muitos acabaram trabalhando apenas em áreas que já possuíam afinidade, reduzindo a exploração de novas possibilidades. (RAABE, 2018, p. 142).

Fonte: Elaborado pela autora.

A concepção de que “nem toda criança emergirá em um laboratório *maker* criando algo inovativo ou completamente sem instrução, sem auxílio de educadores” (SILVA, 2017, p. 125) provoca dois movimentos. Primeiramente, esmaece a defesa neoliberal de que todos os indivíduos necessitam se responsabilizar por sua aprendizagem. Em segundo lugar, enaltece a importância do papel dos educadores, que aparentemente tem sido diminuído na Sociedade da Aprendizagem. Nesse sentido, Silva (2017, p. 125) argumenta que “[...] falar que toda criança deveria ser um hacker [...] pode parecer muito bom, mas não é como a média dos estudantes aprende. A média dos estudantes precisa de algum tipo de estrutura ou facilitação”.

Por isso, o processo de aprendizagem necessita mais do que proporcionar autonomia e liberdade aos alunos.

Esses argumentos me permitem delinear a ideia de que a autonomia atrelada aos interesses individuais, mesmo que seja importante para desenvolver determinadas habilidades no aprendiz, acarreta o risco de provocar um excesso de liberdade, que pode ser prejudicial. Nas constatações de Raabe (2018) acerca da implantação do projeto Laboratório Maker, “[...] se observou que a liberdade recebida pelos estudantes do colégio não foi utilizada como esperado [...] Muitos acabaram trabalhando apenas em áreas que já possuíam afinidade, reduzindo a exploração de novas possibilidades”. (RAABE, 2018, p. 145). Isso reforça a necessidade de uma condução para que os aprendizes possam receber uma formação integral.

Entendo que a estrutura e a facilitação proporcionada aos aprendizes em determinados projetos e a expectativa de que explorem áreas diversificadas do conhecimento, além daquelas com que possuam afinidades, estão relacionadas a elementos como a condução pedagógica, que caracterizam a aprendizagem escolarizada. No entanto, enfatizo a ideia de que essa estrutura ou facilitação parta de uma intencionalidade pedagógica, e não apenas de monitores, mediadores ou facilitadores, como aparece na maior parte das interlocuções acerca da FD na Educação, que reforçam a aprendizagem fundamentada em motivação e interesses individuais.

Para Masschelein e Simons (2017, p. 52) o movimento real da Educação não pode ser pautado em uma “decisão individual, escolha ou motivação”. Desse modo, a importância dos elementos que marcam aprendizagem escolarizada decorre do fato de que, no espaço e tempo escolar, “[...] os alunos não são indivíduos com necessidades específicas que escolhem onde e querem investir seu tempo e energia; eles são expostos ao mundo e convidados a se interessarem por ele.” (MASSCHELEIN; SIMONS, 2017, p. 52). Isso faz da escola um local de possibilidades no qual, ao ter contato com o mundo, o indivíduo pode ampliar sua visão sobre ele e não apenas limitar-se ao mundo que lhe foi, de alguma forma, imposto.

Nesse contato com o mundo, os indivíduos ficam também expostos a conviver e aprender com outros. O acontecimento da aprendizagem, além de demandar que “o aprendiz se coloque nele por inteiro”, também exige “relação com o outro” (GALLO, 2012, p. 5). Com esse exercício, “[...] o espaço escolar nos mantém, enquanto sujeitos, em um compromisso ético de partilha e de construção com o outro.” (LOUREIRO, LOPES; 2019, p. 99). Tal construção permite aos sujeitos o desenvolvimento de

habilidades necessárias para conviver em sociedade, o que inclui a conscientização da existência de limites a serem respeitados.

O princípio de partilhar conhecimentos com o outro também é expresso nas falas dos sujeitos inseridos nas comunidades de FD, que consideram “[...] que a interação com outras pessoas que estão desenvolvendo projetos [...] colaboram expressivamente para otimizar o processo de aprendizagem, isso pelo fato de compartilharem suas experiências.” (ONISAKI; VIEIRA, 2019, p. 132). O compartilhamento de experiências faz parte dos princípios de cooperação da FD, apresentados na seção 4.2. Entretanto, com base nesses elementos, percebo também uma ênfase na importância da cooperação para a aprendizagem, que ocorre a partir do exercício de aprender com o outro (aprendizagem em pares) na FD. Por meio dos excertos do Quadro 13, abordo essa aprendizagem em pares.

Quadro 15 - Aprendizagem em pares na Fabricação Digital

Percebemos que a interação com outras pessoas que estão desenvolvendo projetos, de diversos níveis educacionais e formações diferentes, como alunos de ensino médio, universitários, engenheiros, arquitetos e artesãos, colaboram expressivamente para otimizar o processo de aprendizagem, isso pelo fato de compartilharem suas experiências. (ONISAKI; VIEIRA, 2019, p. 132).

a educação em Fab Lab, em qualquer um dos seus cursos e workshops é baseada em “peer-to-peer learning, ou seja, uma prática educacional onde os estudantes interagem com outros estudantes para atingir os objetivos do aprendizado. (NEVES, 2014, p. 149, grifos do autor).

Tão interessante quanto a melhora da aparência do objeto construído pela impressora 3D, é o aprendizado que ocorre quando as comunidades virtuais interagem entre si para aprender a aplicar e difundir o método. (AGUIAR, 2016, p. 59).

Fonte: Elaborado pela autora.

O caráter cooperativo dos ambientes de FD já foi problematizado ao longo desta pesquisa; e, nesse movimento, pude compreender que, além do exercício de cooperação para facilitar o desenvolvimento de projetos e produtos, “[...] a educação em Fab Lab, em qualquer um dos seus cursos e workshops é baseada em ‘peer-to-peer learning’, ou seja, uma prática educacional onde os estudantes interagem com outros estudantes para atingir os objetivos do aprendizado.” (NEVES, 2014, p. 149, grifos do autor). Entendo que o objetivo da aprendizagem em pares possa estar articulado à intenção de alcançar metas individuais e aumentar o capital intelectual de cada aprendiz empresário de si. No entanto, como Sennett (2012, p. 24) sugere, “[...] o pensamento reflexivo e autocrítico não implica um afastamento das outras crianças; elas podem refletir juntas”. Assim, penso que, na medida em que as crianças se

aproximam e formam uma coletividade, é possível ampliar as chances de que o estímulo à educação individualizada, propagada na racionalidade neoliberal, diminua.

Para o fortalecimento de uma coletividade, compreendo que é necessário que os interesses coletivos sejam priorizados. Entretanto, para que isso ocorra, “[...] a vontade precisa ser educada.” (DALBOSCO, 2018, p. 61). Nesse sentido, compreendo que é isso que a escola faz ao não focalizar, especificamente, as necessidades de cada sujeito – o que não implica dizer que as particularidades de cada aluno não sejam consideradas relevantes. (EINZWELER, 2017). No entanto, tais particularidades não precisam ser consideradas como o elemento central do processo de aprendizagem, pois, conforme Biesta (2018, p. 27),

O que se argumenta aqui é, de fato, que a educação deve ter uma orientação para a qualidade do crescimento, porque esta denota um modo de ser no mundo que não é autocentrado, não é dirigido pelos desejos, mas tenta levar em consideração o fato de que se existe sempre com outros em um planeta com sua própria integridade e com suas próprias limitações.

Desta forma, ao contrário de estimular os alunos a conduzirem sua própria aprendizagem, fundamentada em interesses e motivações pessoais, a educação pode auxiliar os indivíduos a encontrar as aptidões, o potencial e o desenvolvimento certos, “sem querer sugerir” o que é certo ou errado, mas sim “[...] questionar a todos que estão chegando, de todos os talentos que mostram, se estes são desejáveis para a suas vidas e para a vida que se procura viver com os outros.” (BIESTA, 2018, p. 27). Em suma, penso que um dos potenciais da educação se encontra na possibilidade de provocar nos aprendizes a reflexão sobre aquilo que desejam ter e ser, ponderando se isso é benéfico para si e para a coletividade.

Apesar da possibilidade de que a cooperação possa estar acompanhada do espírito de competição, conforme problematizado por Sennett (2012), penso que aprender com outros pode representar uma das formas de ampliar a coletividade. Nesse sentido, de acordo com o posicionamento dos defensores da FD, “[...] tão interessante quanto a melhora da aparência do objeto construído pela impressora 3D, é o aprendizado que ocorre quando as comunidades virtuais interagem entre si para aprender a aplicar e difundir o método.” (AGUIAR, 2016, p. 59). A interação entre os indivíduos de uma comunidade de FD pode potencializar a aprendizagem e difundir a própria cultura *Maker*, pois, “[...] à medida que os alunos aprendem, eles se formam dentro de um contexto social e, até um certo ponto, são também formados

por esse contexto.” (HAMILTON, 2012, p. 195). Esses elementos me permitem delinear que, possivelmente, a interação das comunidades virtuais, ao mesmo tempo em que pode propagar a cultura *Maker*, também possibilita ampliar a capacidade de aprender com o outro.

Por outro lado, os discursos da atualidade mostram a aprendizagem como: produção de coisas úteis; possibilidade de “resolver a vida” e aumentar a empregabilidade; e cooperação interesseira, isto é, relacionada com a ideia de superação individual, que demanda um empresariamento de si mesmo. Assim, a seguir, amplio minhas considerações acerca da contradição entre a FD e o Movimento *Maker* e novamente o apresento.

Essa contradição ocorre porque a criação, conforme é defendida pelo Movimento *Maker*, necessita de investimentos nas humanidades. Entretanto, o que observo no material de pesquisa está relacionado tanto com a reprodução de objetos quanto com a reprodução de formas de vida – vidas estas pautadas na superação individual acima da coletividade e no empresariamento de si mesmo. O problema desse tipo de empresariamento, aligeirado e com foco na utilidade dos conhecimentos, é que ele forma os sujeitos para um tipo de emprego que é apenas uma forma de driblar a pobreza. Diante disso, penso que o problema de tal perspectiva não está no investimento para a empregabilidade dos sujeitos, mas no foco somente na ampliação de conhecimentos apenas da ordem da utilidade, e não da formação. É a formação – papel da educação escolarizada que não visa apenas à preparação para o trabalho – que, em um sentido ético e estético, dará ao sujeito condições de modificar a sua vida, de olhar para o outro, de pensar em um desenvolvimento social e econômico que leve em consideração questões humanas, de sustentabilidade etc. Sem essa formação, os sujeitos desenvolvem capital não para um tipo de empregabilidade que requer criação, como defendido pelo Movimento *Maker*, mas para um mercado de trabalho que demanda flexibilidade e autonomia dos trabalhadores, acompanhadas de um estoque de conhecimentos úteis e com valor econômico para os indivíduos. Em síntese, percebo que a FD na atualidade, considerando o modo como está inserida em contextos educacionais, reforça o empresariamento dos sujeitos e nem sempre potencializa a criação e a criatividade dos indivíduos, como defendido pelo Movimento *Maker*.

A partir das reflexões realizadas nesta seção, compreendo a importância das práticas da educação escolarizada, como a condução e a intencionalidade pedagógica, para uma aprendizagem voltada à coletividade. Com isso, não é a minha intenção

desqualificar a aprendizagem que ocorre em outros espaços, nem estabelecer que os projetos de FD devam ocorrer, necessariamente, dentro do ambiente escolar. Mas, a partir do reconhecimento de que potencializar a aprendizagem é um dos enfoques da FD, considero que é importante que as atividades desenvolvidas com essas TD incluam marcas da aprendizagem escolarizada, tanto para que os projetos realizados tenham propósitos educativos (e, com isso, potencializem uma formação integral) quanto para que o trabalho com a FD não seja mais uma ferramenta para reforçar interesses individuais, mas que sirva para alcançar os ideais de cooperação e criatividade que são defendidos pela comunidade *Maker*.

Para fomentar uma reflexão acerca da inserção da FD em contextos educacionais, construí como produto desta dissertação um portal de conteúdo *online*, no qual apresento, por meio de vídeos, as problematizações que realizei ao longo do texto, acerca de cada um dos três enfoques definidos como finalidades da FD. Considero importante esse exercício de propiciar a demais indivíduos a oportunidade de (re)pensar as concepções que circulam na comunidade de FD, de modos diferentes daqueles que são tomados como verdades na atualidade. Por isso, o objetivo, com a construção deste portal *online*, é apresentar determinadas desconstruções acerca da disseminação da FD, da cooperação e do compartilhamento de arquivos e, principalmente, da aprendizagem. Na próxima seção, descrevo mais detalhadamente o produto que resultou dos exercícios analíticos empreendidos nesta pesquisa.

5 (RE)PENSAR A FABRICAÇÃO DIGITAL - PORTAL DE CONTEÚDO *ONLINE*

Como produto da dissertação desenvolvida, optei pela criação de um portal de conteúdo *online*, o qual denominei de (Re)pensar a Fabricação Digital. Utilizo a expressão '(Re)pensar', pois considero que tanto esta dissertação quanto o portal de conteúdo são possibilidades de os indivíduos que não possuem conhecimento sobre a FD pensarem sobre ela – e os que já a conhecem podem 'repensar' sobre suas concepções.

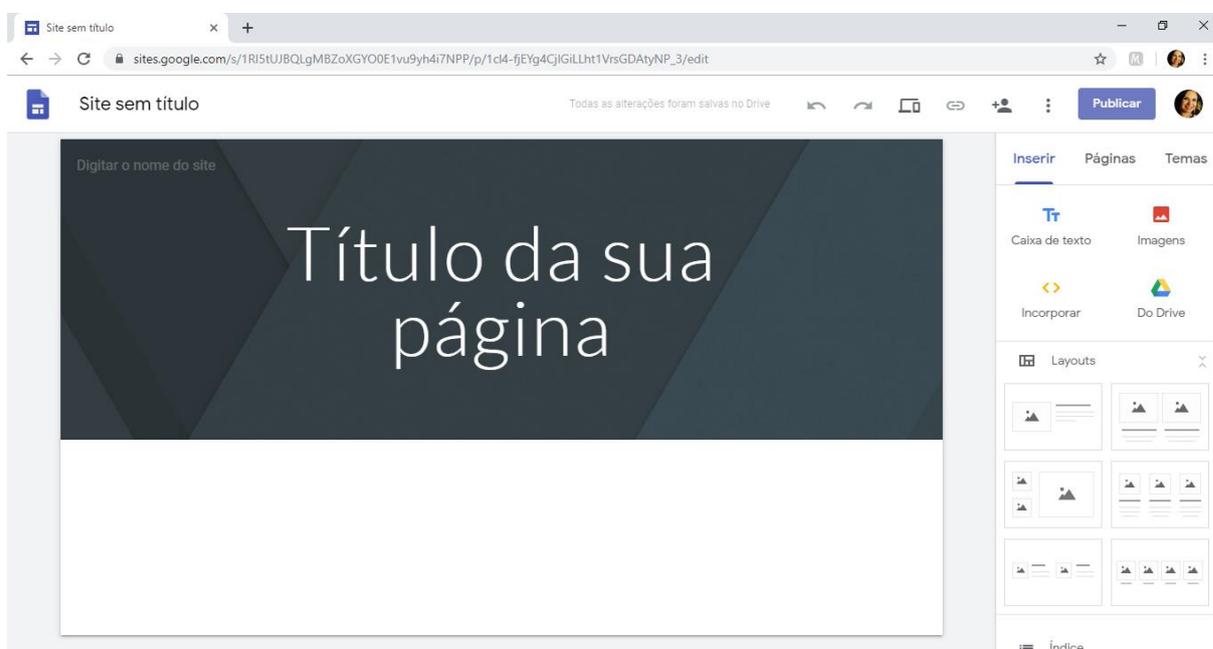
A expressão 'repensar' significa “pensar de novo ou repetidas vezes; reconsiderar”. (REPENSAR, p. 671). Em outras palavras, compreendo que repensar pode significar pensar de outros modos. Portanto, criei esse produto com o objetivo de compartilhar algumas informações sobre o tema Fabricação Digital e, principalmente, sobre os resultados das análises do material de pesquisa. Assim, esse portal de conteúdo *online* é um convite para pensar de outros modos a FD.

Um portal de conteúdo *online*, também chamado de portal *web*, é uma “forma a organizar e facilitar o acesso às informações” (FIGUEIREDO, 2005, p. 8) via internet. Uma vez que “a noção de portal leva à ideia de uma entrada principal que dá acesso a algo” (FIGUEIREDO, 2005, p. 8), esse tipo de ferramenta *web* pode ser considerado como uma porta para um conjunto de recursos e serviços da internet. Para Gouveia *et al.* (2007, p. 310), “[...] a chave para o sucesso deste tipo de portal informativo está no desenvolvimento de conteúdos relevantes que possam atrair o máximo de visitantes possível”. Assim, uma das formas de desenvolver portais *web* concerne ao tipo de conteúdo disponibilizado aos usuários.

Em relação ao tipo de conteúdo apresentado, os portais podem ser horizontais, isto é, ter assuntos diversificados, ou verticais. Estes últimos “[...] são relativos a um tema específico, ou a um conjunto de temas para uma comunidade com interesses comuns.” (FIGUEIREDO, 2005, p. 14). Desenvolvidos de forma vertical, os portais podem personalizar as informações de acordo com um determinado segmento e conciliar mais os conteúdos com uma determinada comunidade de usuários. Desta forma, optei por criar um portal de conteúdo *online* vertical, com acesso livre e conteúdo aberto, para disponibilizar algumas informações relevantes sobre FD encontradas com esta pesquisa – bem como as análises empreendidas – a todos os interessados no assunto.

Para desenvolver esse portal, utilizei a ferramenta Google Sites³⁰, que oferece uma estrutura para que qualquer pessoa, mesmo sem conhecimento em desenvolvimento para a *web*, possa criar páginas de internet. Para isso, o usuário necessita arrastar botões e configurar cores, temas, layouts e elementos que deseja ter na sua página. Além disso, é possível criar várias páginas para um mesmo projeto. O Google Sites também estrutura as páginas criadas para que se adaptem, de forma inteligente, a diferentes padrões de telas, sejam de computadores, *smartphones* ou *tablets*. (GSUITE, 2019). Na figura abaixo, apresento o painel de gerenciamento de *website* do Google Sites.

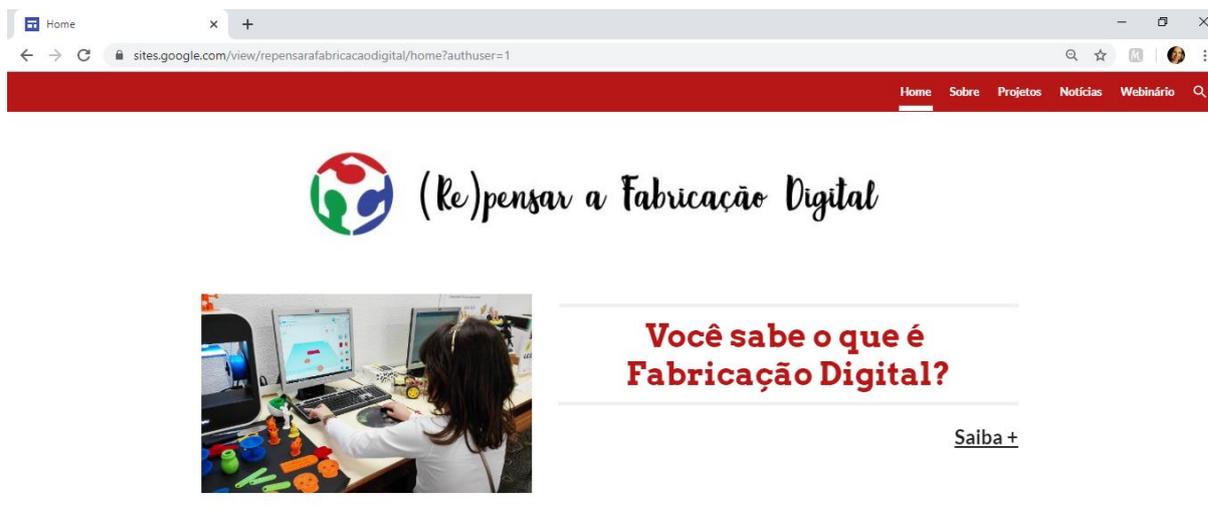
Figura 3 - Tela do Google Sites



Fonte: Google Sites.

Por meio desse painel de configuração do Google sites, criei o portal de conteúdo para divulgar informações sobre a pesquisa e sobre a FD. Antes de desenvolver cada página, planejei o que era mais relevante aos usuários. Assim, defini que o portal contaria com as páginas Home, Sobre, Projetos, Notícias e Webinário. O portal pode ser acessado nesse link: <https://sites.google.com/view/repensarafabricacaodigital/home?authuser=1>. Nas figuras 4 e 5, apresento partes da *homepage*.

³⁰ Disponível em: <https://sites.google.com>.

Figura 4 - Tela da *homepage*

Fonte: Elaborado pela autora³¹.

A *homepage* é a página inicial do site. Ela funciona como um ponto de base do portal, no qual os usuários encontram ligação para as demais páginas. Para tanto, nela inseri informações acerca das outras páginas do próprio portal, juntamente com os respectivos *links*³², como é possível observar na Figura 4, na qual aparece a expressão ‘Saiba+’ sublinhada.

Um dos principais objetivos de se utilizar *links* é “[...] tornar as informações em seu site acessível e facilitar que sejam encontradas por seus usuários.” (WATRALL; SIARTRO; 2012, p. 77). Para isso, um dos princípios relacionados ao design de páginas da *web* que segui foi simplificar a extensão dos *links* e também dos cabeçalhos de navegação, que se encontram na parte superior à direita de todas as páginas do portal. Segundo Watrall e Siartro (2012, p. 77), “[...] os cabeçalhos de navegação devem sempre ser curtos, concisos e refletir (o mais próximo possível) o conteúdo que um visitante encontrará quando clicar o link”. Desta forma, procurei simplificar o título dos *links* e dos menus de navegação, para potencializar a usabilidade do usuário. A usabilidade, de acordo com Nielsen (2007, p. 16),

[...] é um atributo de qualidade relacionado à facilidade de fazer algo. Mais especificamente, refere-se à rapidez com que os usuários podem aprender a

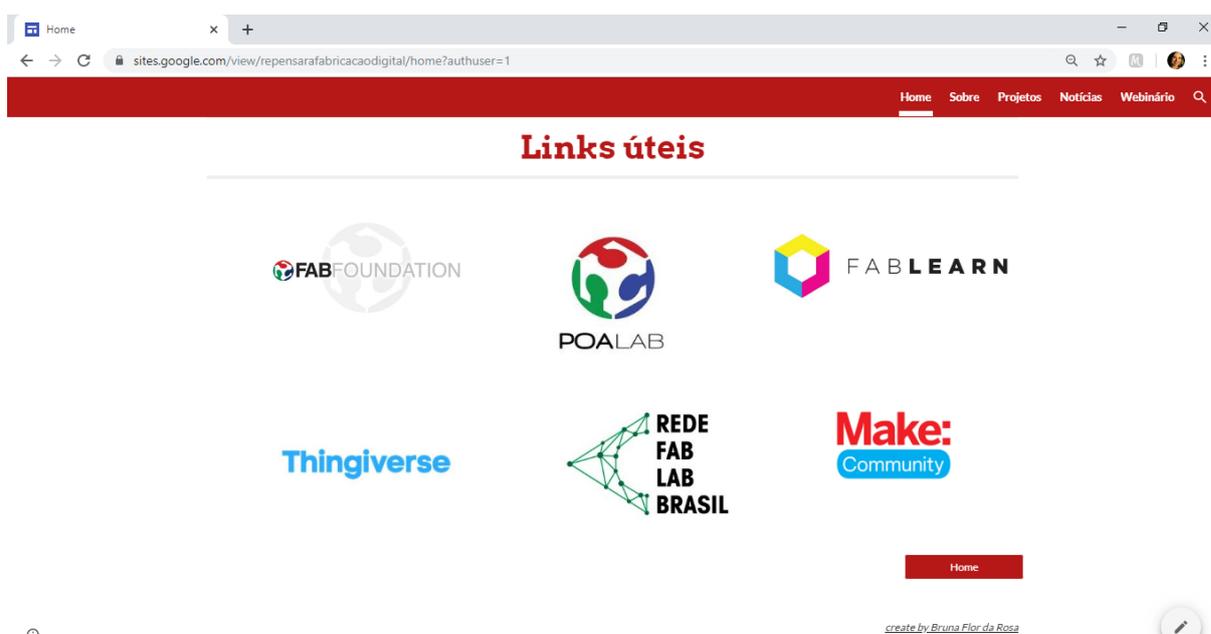
³¹ Disponível em: <https://sites.google.com/view/repensarafabricacaodigital/home?authuser=1>.

³² *Links* são ligações entre páginas de um mesmo portal. Eles podem estar inseridos em textos, imagens, botões, menus, entre outros. Ao clicar em um *link*, o usuário é redirecionado para outra página do mesmo portal que está navegando. Já os *hiperlinks* redirecionam o usuário a sites externos. (WILLIAMS, TOLLET; 2001). Mas popularmente, a palavra *link* é utilizada para se referir ao redirecionamento, tanto interno quanto externo, para outra página.

usar alguma coisa, a eficiência deles ao usá-la, o quanto lembram daquilo, seu grau de propensão a erros e o quanto gostam de utilizá-la.

Com o intuito de aumentar a usabilidade do portal *web*, procurei também evitar a publicação de textos muito extensos e utilizar as informações externas, isto é, pertencentes a outros portais, por meio de *hiperlinks*. Nesse sentido, é comum que as informações nos portais *web* apareçam “[...] sob a forma de hiper-ligações e canais relacionados a áreas de interesse.” (GOUVEIA *et al.*, 2007, p. 310). Deste modo, os usuários navegam não apenas na *homepage*, mas também nas demais páginas, por meio de *hiperlinks* que os conduzem para outros portais de informações sobre FD. Na Figura 5, também pertencente à *homepage*, é possível observar que inseri alguns *hiperlinks* para os portais mais relevantes da comunidade de FD.

Figura 5 - Tela 2 da *homepage*



Fonte: Elaborado pela autora³³.

Além dos *hiperlinks* para outras páginas, na Figura 5, é possível observar que, ao final da página, há um botão para que o usuário possa voltar para a *homepage*. Inseri esse recurso no final de todas as páginas do portal, com a intenção de ampliar a facilidade de navegação do usuário. O grau de facilidade de navegação, isto é, a liberdade que o usuário tem de se movimentar dentro de um portal *web*, também amplia a usabilidade de um site. (NIELSEN, 2007). Além disso, o posicionamento do

³³ Disponível em: <https://sites.google.com/view/repensarafabricacaodigital/home?authuser=1>.

menu na parte superior é outro elemento relacionado com a navegabilidade do portal de conteúdo. Saliento que, nas versões para computador e *tablet*, o posicionamento do menu é o mesmo. Já na versão para *smartphones*, o menu fica oculto, o que é padrão de *layout* para sistemas *mobile*. No Apêndice C, apresento os *prints* das telas do portal em versão *mobile*.

Dando continuidade à apresentação das páginas na versão para computador, nas figuras 6 e 7, apresento as telas da página Sobre. Essa página contém informações gerais sobre o que é a Fabricação Digital e sobre o projeto que originou esse portal de conteúdo *online*.

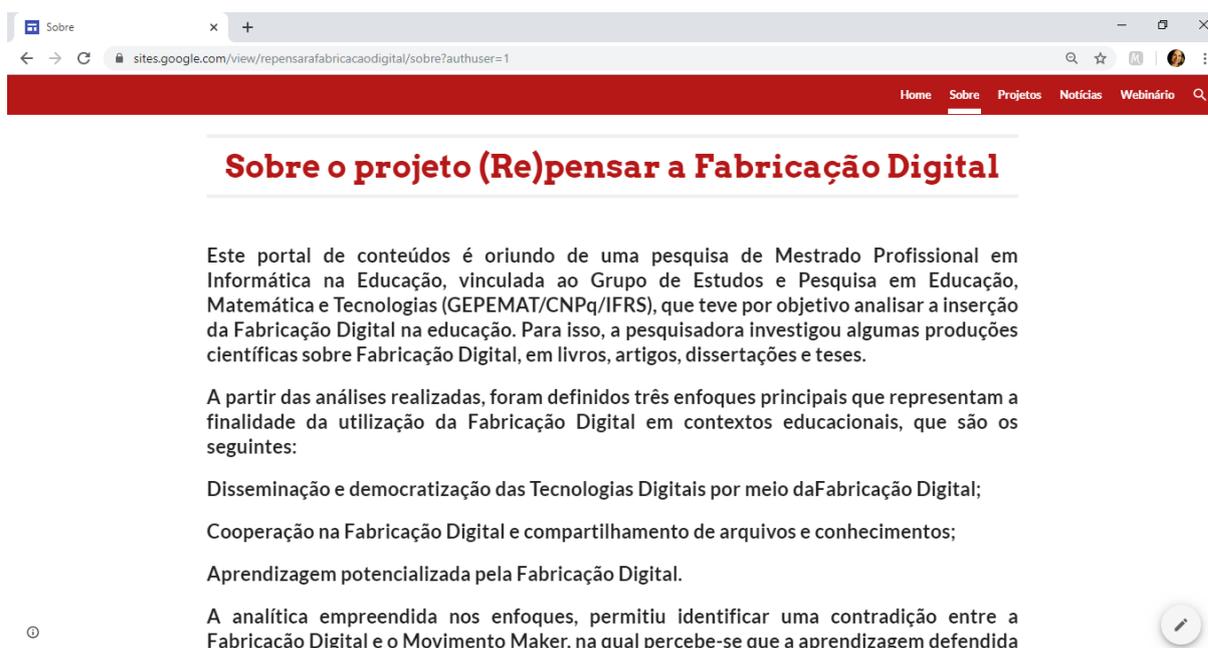
Figura 6 - Tela da Página Sobre



Fonte: Elaborado pela autora³⁴.

³⁴ Disponível em: <https://sites.google.com/view/repensarafabricacaodigital/sobre?authuser=1>.

Figura 7 - Tela 2 da Página Sobre



Fonte: Elaborado pela autora³⁵.

A página Sobre é, nesse portal, a que contém mais textos, pois é onde realizo uma explanação geral acerca da FD e da minha pesquisa. Mesmo assim, procurei não utilizar textos muito longos e utilizei títulos com cores que chamassem mais a atenção dos usuários. Em relação às cores, utilizei apenas três principais na construção do portal, que foram vermelho, preto e branco. Observo que, para separar diversas áreas de um *layout*, é importante utilizar cores contrastantes, isto é, que se separem uma das outras e criem destaques para determinados elementos. Assim, o usuário saberá “[...] que duas áreas são diferentes e, provavelmente, têm funções e usos diferentes dentro do contexto do site.” (WATRALL; SIARTRO, 2012, p. 185).

Neste sentido, utilizei o vermelho para destacar títulos e algumas seções das páginas, pois, além de fazer parte do logotipo dos Fab Labs, considero-o uma cor que chama a atenção do usuário. Entretanto, é preciso ter cuidado para que a tela não se torne cansativa à visão. Por isso, combinei a cor vermelha com o fundo branco e os textos pretos. Segundo Watrall e Siartro (2012, p. 448), “[...] o texto preto em um fundo branco [...] é muito legível porque há um alto contraste entre a cor do texto e a cor do fundo”. Assim, os textos mais longos, como os da página Sobre, foram escritos em preto para gerar esse contraste e ficarem mais legíveis.

³⁵ Disponível em: <https://sites.google.com/view/repensarafabricacaodigital/sobre?authuser=1>.

Na Figura 8, exibo a tela da página Projetos. Nessa página, apresento alguns projetos de educação *Maker* e Fab Labs, encontrados por meio desta pesquisa. Nesse âmbito, combinei uma imagem do projeto com uma pequena descrição textual acerca dele. Ao clicar nos *links* saiba+, o usuário é redirecionado ao site do projeto ou ao Fab Lab.

Figura 8 - Tela da Página Projetos



Fonte: Elaborado pela autora³⁶.

Na Figura 9, consta a tela da página de Notícias. Essa página é composta por *links* de algumas notícias que selecionei, referentes à FD ou ao Movimento *Maker*. A descrição de cada notícia é própria do site que a divulgou; e, ao clicar em cada uma delas, o usuário é encaminhado ao respectivo site.

³⁶ Disponível em: <https://sites.google.com/view/repensarafabricacaodigital/projetos?authuser=1>.

Figura 9 - Tela da Página Notícias



Fonte: Elaborado pela autora³⁷.

A Figura 10 exibe a tela da página que contém os Webinários, no qual eu divulgo as problematizações e desconstruções realizadas por meio desta pesquisa. Webinário, ou *Webinar*, é um termo que deriva da junção das palavras *web* + *seminário*, que representa “[...] um tipo de webconferência no qual a comunicação é de uma via apenas, ou seja, somente uma pessoa se expressa e as outras assistem.” (ZENHA, 2018, p. 15). Entretanto, os participantes podem interagir entre si e enviar perguntas ao palestrante por meio de *chat online*. Assim, considero o Webinário como uma forma interativa de apresentar as reflexões que realizei através da pesquisa e proporcionar a outras pessoas a possibilidade de (re)pensar a FD na Educação.

³⁷ Disponível em: <https://sites.google.com/view/repensarafabricacaodigital/noticias?authuser=1>.

Figura 10 - Tela da Página Webinário

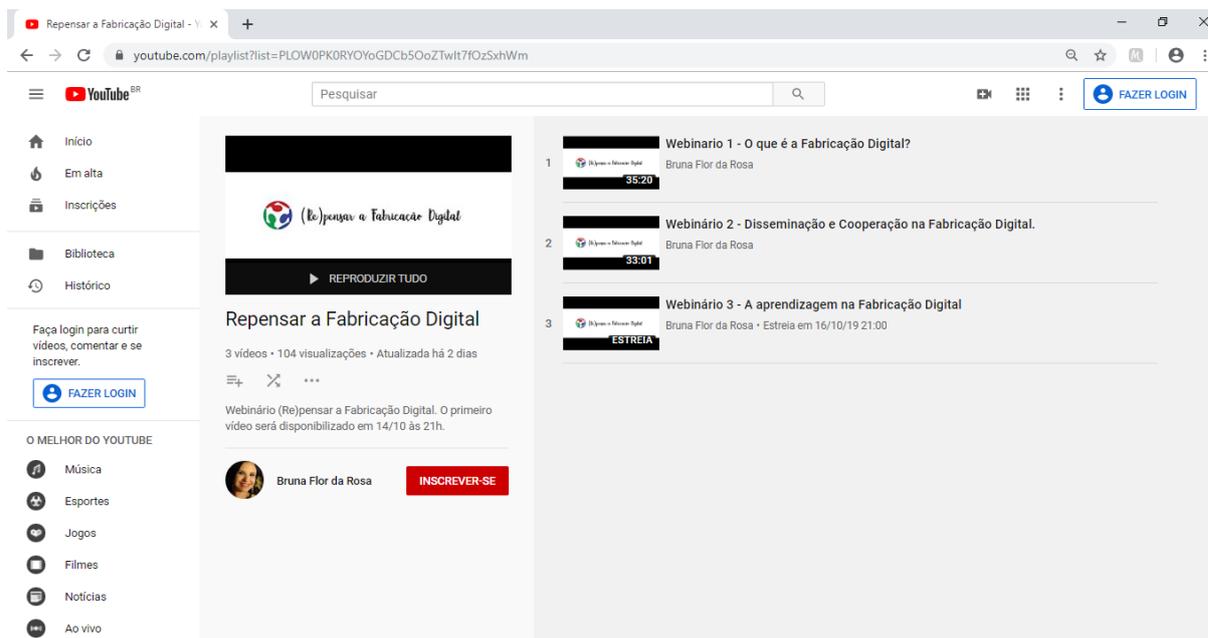


Fonte: Elaborado pela autora³⁸.

Um Webinário pode ocorrer “[...] tanto através de uma aplicação específica, instalada em cada um dos computadores participantes, quanto por meio de uma aplicação web que opera dentro do navegador, bastando digitar o endereço do site onde será o webinar.” (ZENHA, 2018, p. 15-16). Os três Webinários que compõem este produto foram gravados e disponibilizados na plataforma de compartilhamento de vídeos YouTube, um a cada dia, durante três noites de uma mesma semana. Além de estarem disponibilizados no próprio portal de conteúdo *online* criado, também estão acessíveis por meio da *playlist* disponível no *link* www.youtube.com/playlist?list=PLOW0PK0RYOYoGDCb5OoZTwt7fOzSxhWm, conforme exibido na Figura 11, logo abaixo. Desta forma, o Webinário pode ser transmitido tanto de forma síncrona, na qual os espectadores assistem e interagem ao vivo, por meio de *chat online*; quanto de forma assíncrona, pois os vídeos continuam disponíveis mesmo ao final da transmissão, e os espectadores podem assisti-los a qualquer momento e interagir por meio de comentários que podem ser respondidos posteriormente.

³⁸ Disponível em: <https://sites.google.com/view/repensarafabricacaodigital/webinário?authuser=1>.

Figura 11 - Playlist Repensar a Fabricação Digital



Fonte: Elaborado pela autora³⁹.

Defini cada Webinário a partir dos conteúdos que considerei mais relevantes sobre a pesquisa, para serem apresentados aos espectadores. Assim, no primeiro, tratei de temas gerais como: conceitos de fabricação e sua evolução; definição de FD e informações sobre as tecnologias que a compõem; explicações sobre a cultura *Maker*, e algumas definições sobre Fab Labs. No Webinário 1, também expliquei o contexto da minha pesquisa e o modo como cheguei a três enfoques principais. Nos outros dois Webinários, apresentei as problematizações de cada um dos enfoques, que compõem o Capítulo 4 desta dissertação.

Assim, o Webinário 2 foi destinado a apresentar a análise sobre a disseminação e a democratização de TD por meio da FD e abordar os assuntos que envolvem esse tema, conforme abordei na seção 4.1. Nesse mesmo Webinário, também tratei do enfoque da cooperação e do compartilhamento de arquivos e conhecimentos na FD, que detalhei na seção 4.2. Optei por abordar os dois enfoques no mesmo vídeo, por considerar que ambos possuem uma ligação bem estreita entre si; desta forma, isso pode facilitar a compreensão dos espectadores sobre os assuntos desenvolvidos.

Após as reflexões apresentadas sobre os dois primeiros enfoques, desenvolvi, no Webinário 3, os tensionamentos acerca da aprendizagem

³⁹ Disponível em: www.youtube.com/playlist?list=PLOW0PK0RYOYoGDCb5OoZTwt7fOzSxhWm.

potencializada pela FD, que apresentei na seção 4.3 deste trabalho. No terceiro e último Webinar, problematizei a relação entre a Sociedade da Aprendizagem com a FD e o Movimento *Maker*. Também apresentei as minhas considerações sobre a contradição entre a FD e o Movimento *Maker*, que envolve os três enfoques desenvolvidos nesta pesquisa.

Os Webinários foram aplicados nos dias 14, 15 e 16 de outubro de 2019. Saliento que a análise da aplicação deles não faz parte desta dissertação. Entretanto, observo que testei o primeiro Webinar no dia 14 de outubro, e apresento os resultados desse teste no Apêndice D, por meio dos *prints* das telas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste último capítulo, além de tecer as considerações finais desta dissertação, retomo algumas problematizações realizadas ao longo do texto. No exercício de tentar compreender como a Fabricação Digital está inserida em contextos educacionais, procurei apresentar as concepções que encontrei nas produções científicas sobre FD que, para mim, refletem os princípios e as práticas dos sujeitos inseridos nas comunidades *Makers*. Embora inicialmente esta pesquisa tenha sido orientada por um questionamento central – *como as tecnologias de Fabricação Digital estão inseridas em contextos educacionais?* –, ao longo da análise do material de pesquisa, outros questionamentos menores surgiram a partir de pistas encontradas, de modo que as respostas a tais questões conduziram a minha escrita.

Para a problematização que pretendi desenvolver, iniciei explorando a evolução dos processos de fabricação ao longo do tempo. Dediquei-me, então, a explicar de que maneira isso modificou a relação do homem com a produção de artefatos, proporcionando a manutenção e a melhoria da sua condição humana. Nesse sentido, entendi que a história da fabricação passou pelos períodos das mãos, das ferramentas, das máquinas e dos aparelhos eletrônicos, evoluindo do trabalho manual do *homo faber* e do artífice artesão ao trabalho dos *Makers*, com a digitalização da fabricação. Essas transformações foram mediadas, principalmente, por Revoluções Industriais e Revoluções Digitais.

Nesse exercício, compreendi que as principais mudanças que a Revolução Industrial provocou foram a separação entre trabalho manual e intelectual e a substituição de parte da mão de obra humana, com a progressiva automatização das indústrias. Além da diminuição do trabalho manual, houve também um esmaecimento do caráter criativo e subjetivo da fabricação, bem como a ampliação de uma produção massiva. Com a chegada da Era da Informação, o indivíduo passou a ser visto como força intelectual do sistema de produção. Assim, houve a necessidade de uma reconfiguração das habilidades esperadas dos trabalhadores. Nesse âmbito, a capacidade de operar máquinas foi gradativamente substituída por capacidades como adaptação, flexibilidade, autonomia e necessidade de uma aprendizagem permanente.

A partir das tecnologias surgidas com a Revolução Industrial, ocorreu também uma Revolução Digital, que potencializou a eclosão de inúmeras inovações nas TD e

na sociedade em geral. Percebi que uma das mais notórias transformações foi a mudança de ênfase no consumidor passivo de informações, passando-se a enfatizar o usuário produtor de conteúdo. Além disso, compreendi que a Revolução Digital fomentou a constituição de um novo tipo de sujeito, o *homo digitalis*, que vivencia novos modos de ser e estar no mundo, mediado por estímulos das TD. Ao desmembrar tanto as mudanças na fabricação de artefatos quanto as evoluções das TD, cheguei ao entendimento de que existe uma nova Revolução Digital em curso, marcada pelas técnicas da Fabricação Digital. Assim, dediquei-me a explorar os conceitos expressados pela comunidade de FD, por meio da análise de produções científicas na área.

Na discussão acerca da disseminação e democratização da FD, procurei mostrar que os principais objetivos dessas ações consistem em popularizar o acesso às tecnologias para a fabricação de produtos e introduzir os indivíduos na cultura *Maker*. Ao aproximar as ações governamentais para a disseminação de TD, que ocorrem desde a década de 1980, com as ações de democratização por meio de projetos de FD, pude compreender a ocorrência do deslocamento da ênfase na necessidade de disseminar os equipamentos digitais para a ênfase na apropriação da cultura digital pelos sujeitos. Entretanto, na tentativa de mostrar o destaque atribuído à FD para promover a resolução de problemas locais, compreendi o cruzamento entre a concepção de que os indivíduos possam ser responsáveis pelas melhorias e soluções de problemas e os discursos propagados por meio do pensamento neoliberal.

O neoliberalismo, compreendido como uma racionalidade que conduz um modo de ser e estar no mundo, tem o mercado como modelo para orientar as relações sociais e o comportamento dos indivíduos. Os sujeitos inseridos nessa racionalidade são estimulados a administrar suas vidas e, assim, diminuir a necessidade de intervenção do Estado. Compreendi, nesse contexto, que o empreendedor de si mesmo é o sujeito constituído nas práticas neoliberais, a quem compete governar a própria vida como um empreendimento individual. A partir dessas considerações, constatei uma aproximação entre os objetivos da disseminação da Fabricação Digital e o empresariamento do sujeito. Mais especificamente, no contexto da FD, compreendi que tal empresariamento pode resultar na divisão entre quem terá maior ou menor destaque nesses espaços. Em outras palavras, isso determina quem serão os sujeitos da FD.

A partir dessa concepção e da analítica empreendida acerca dos tipos de sujeitos, considere que aqueles que terão maior destaque serão os que possuírem mais oportunidades, melhores condições de vida, de renda e educação. Isso ocorre

porque, por mais que seja viabilizado o acesso da FD a todos, as habilidades exigidas nesse contexto podem não ser potencializadas a todos na mesma proporção.

Na discussão acerca da cooperação nos espaços de FD, argumentei que isso ocorre em duas dimensões principais. Uma delas está relacionada a cooperar para ajudar o outro, aspecto que apresenta um caráter mais altruísta da cooperação; e a segunda está relacionada a cooperar para trabalhar conjuntamente e partilhar os resultados desse trabalho. Percebi que o caráter colaborativo da FD decorre, primordialmente, da ideia de que os indivíduos podem construir algo juntos por partilharem aptidões e conhecimentos diversos. Assim, os sujeitos inseridos nos espaços de FD são orientados a trabalhar juntos e estimulados a compartilhar ideias, conhecimentos e arquivos.

Nesse contexto, uma das formas propagadas para fomentar a cooperação ocorre por meio do compartilhamento de arquivos digitais. Mas considerei que essa ação nem sempre ocorre por altruísmo do indivíduo, visto que disponibilizar os arquivos referentes aos projetos construídos no laboratório é uma das regras para a utilização do Fab Lab. Esse conjunto de circunstâncias me leva ao entendimento de que os ideais de compartilhamento servem tanto para ações de cooperação quanto para a democratização da FD, uma vez que permitem a replicação dos arquivos em qualquer laboratório da rede. Além disso, considero que tal prática de compartilhar arquivos pode tanto facilitar a fabricação de artefatos quanto representar uma diminuição da dimensão criativa dos indivíduos fabricantes e da singularidade de cada objeto. Dito de forma mais específica, reconheço que as práticas de compartilhamento e reprodução de arquivos podem diminuir as próprias características *Makers* do processo de produção, tornando-o mais mecânico e menos artesanal – além de reduzir a dimensão criativa presente no processo.

Após as problematizações acerca da disseminação da FD e da cooperação, abordei o tema da aprendizagem. Sobre isso, iniciei apontando que o destaque dado ao capital humano e intelectual, desde os períodos da Revolução Industrial, faz com que a aprendizagem esteja no centro das atividades principais do indivíduo. Assim, estamos inseridos em uma Sociedade da Aprendizagem, na qual defende-se que o indivíduo seja um aprendiz permanente e que possua a habilidade de aprender ao longo da vida, pois essa capacidade torna-se condição para que os todos estejam inseridos nos meios sociais e produtivos e representa o diferencial que cada um pode produzir em seu entorno.

Com base nesses apontamentos, cheguei às discussões acerca da aprendizagem fomentada nos espaços de FD. Percebi que tal contexto reforça que o interesse individual de cada aprendiz é o ponto de partida para a construção do conhecimento. Diante disso, compreendo que a ligação entre interesse e necessidades acaba por gerar o reforço ao desejo de que as aprendizagens adquiridas tenham utilidade e aplicação prática no mundo, bem como fortaleçam a constituição de um aprendiz empresário de si, ao qual cabe conduzir e administrar a própria aprendizagem.

A partir do entendimento de que a ênfase principal da aprendizagem na Fabricação Digital é relacionada ao aprender fazendo, que corresponde aos princípios do Faça Você Mesmo (FVM), analisei também as definições do termo 'fazer'. Ao relacionar a ação de fazer com a ação da criação, procurei explicar as diferenças entre criação pelo viés da FD e pelo viés da aprendizagem. No âmbito da FD, criar algo pode ser compreendido como fabricar um artefato, que pode ser novo ou envolver apenas a replicação de arquivos. Já pelo viés da aprendizagem, a criação corresponde à operação que os indivíduos realizam quando não são capazes de copiar ou reproduzir algo que já existe. Assim, entendo que, no processo de permitir que as máquinas realizem o trabalho mais complexo, parte do aprendido pode ser perdida. Nesse sentido, considero que a FD, com base apenas na materialização de arquivos, não potencializa a aprendizagem, pois tal processo envolve a materialização do pensamento, que ocorre quando os indivíduos necessitam responder ao que é diferente.

Esses elementos me permitiram considerar que a prática do compartilhamento de arquivos, ao mesmo tempo em que auxilia na fabricação pessoal, não contribui para o processo de aprendizagem. Percebo que, embora os indivíduos possam aprender por meio de atividades que envolvem todo o desenvolvimento de um projeto na FD, aqueles que não passam pela execução completa dos processos podem não construir novas aprendizagens, mas apenas construir produtos. Com isso, defino a existência de uma contradição entre a FD e o Movimento *Maker*.

Tal contradição é constituída pelo fato de que, para ocorrer aprendizagem, é necessário que ocorra criação, processo que envolve investimento em conhecimentos considerados inúteis, isto é, sem aplicabilidade imediata no mundo, pois são estes que mobilizam a criatividade nos indivíduos. No entanto, pelo que observei nas produções analisadas, a aprendizagem na Fabricação Digital está mais voltada aos interesses

individuais e à utilidade do que é aprendido. Desta forma, diferentemente de potencializar a criação, percebo que a FD parece estar mais voltada tanto à reprodução de objetos quanto à reprodução de formas de vida, pautadas no empresariamento individual – empresariamento este que visa à capitalização de recursos dos sujeitos para ampliar as suas chances de empregabilidade. Entretanto, o capital desenvolvido nem sempre é destinado para um tipo de emprego que envolva criação. Em síntese, a FD, ao potencializar tais reproduções de objetos e de vidas, vai contra os próprios ideais de criatividade e colaboração defendidos pelo Movimento *Maker*.

Por compreender que a aprendizagem que ocorre a partir da educação escolarizada é diferente de outras formas de aprendizagem, e considerando que existem discursos na atualidade que denotam que a escola não atende mais às necessidades dos alunos, procurei realizar alguns esboços acerca das especificidades da educação escolarizada. Compreendi, principalmente, que o objetivo da educação não é apenas que os indivíduos aprendam, mas que aprendam a partir de conteúdos, propósitos e relações. Isso implica dizer que as atividades escolares podem ser definidas como processos de condução, nos quais os alunos são orientados a desenvolver diversas aptidões e potenciais – não apenas aqueles que desejam. Assim, um dos papéis da educação escolarizada é educar as ‘vontades’ dos alunos, para que os interesses individuais não predominem sobre o coletivo.

Por mais que seja necessário encerrar as discussões desta dissertação, não considero esta pesquisa como acabada. Percebi, a partir da contradição entre a FD e o Movimento *Maker*, que os *Makers* – isto é, os indivíduos que constroem seus próprios objetos –, acompanhados da satisfação de desenvolver algo personalizado, podem ser comparados aos artífices inventores. Por outro lado, aqueles que apenas reproduzem mecanicamente os objetos compartilhados podem ser compreendidos como uma espécie de *homo faber*. Entretanto, penso que, ao *homo faber* desta época, é necessário agregar a característica de *digitalis*, em razão de que sua obra é potencializada por ferramentas digitais. Em síntese, considero que as práticas de compartilhamento e reprodução de arquivos na FD podem resultar na constituição de um *homo faber digitalis*, o qual pretendo investigar em trabalhos futuros.

Para trabalhos futuros também deixo a possibilidade de analisar a seguinte questão: quanto mais alargado se torna o acesso ao conhecimento, mais exclusão ele pode gerar, pois o percentual de indivíduos, cujas condições de vida dificultam o seu acesso a essas outras formas de lidar com o mundo, recebem cada vez menos amparo

do Estado e cada vez mais precisam responder pelos investimentos que fazem em si mesmos. Assim, a ideia de disseminar a FD e, talvez, inserir Fab Labs em todas as escolas, como se apenas seu uso garantisse a aprendizagem, pode gerar ainda mais exclusão. O que pode representar um paradoxo. Em suma, a ideia inicial desse paradoxo refere-se ao fato de que quanto mais se investe em popularizar a FD, mais aumenta a diferença entre os que têm e os que não têm acesso à FD e aos Fab Labs.

Por fim, acredito que seria muita pretensão da minha parte tentar compreender todo o potencial que a FD e o Movimento *Maker* podem representar na vida dos indivíduos. Mas encerro com a afirmação de que considero, mesmo que de formas diferentes daquelas que percebi nas produções científicas analisadas, que a Fabricação Digital representa um conjunto de possibilidades para criar novas estratégias para a educação e aprendizagem de crianças e jovens. Entretanto, a área necessita ser mais explorada para ser considerada uma ferramenta pedagógica. Assim, finalizo esta pesquisa com a afirmação de que considero primordial a necessidade de aproximar práticas da educação escolarizada – marcada pela condução e pela intencionalidade pedagógica, próprias da figura do professor – à aplicação das atividades de FD. Para isso, sugiro a inclusão de propósitos educativos no planejamento de projetos, bem como o entrelaçamento com práticas de ensino que não necessitam ocorrer apenas no espaço escolar, mas que devem ser sempre acompanhadas de objetivos educacionais, os quais potencializam aos indivíduos não somente desenvolver autonomia e flexibilidade, pois primam, acima de tudo, por uma formação integral.

Ao final desta dissertação, também propus um produto para divulgar as constatações, reflexões e desconstruções que realizei com esta pesquisa. Expliquei os detalhes do produto desenvolvido, que se trata, em suma, de um portal de conteúdo *online*, no qual compartilho informações e notícias sobre Fabricação Digital e apresento alguns vídeos para que os indivíduos possam, juntamente comigo, (re)pensar a inserção da FD em contextos educacionais. Utilizei a expressão (re)pensar, pois considerei que aqueles que não possuem entendimentos sobre a FD possam, por meio do meu produto, ter a oportunidade de refletir sobre tal contexto, enquanto que aqueles que já possuem certa familiaridade com a área podem ter a oportunidade de pensar a FD de outros modos, isto é, repensar as suas concepções para além das verdades já internalizadas.

Apesar de saber da existência de alguns (mas poucos) ambientes de FD inseridos na escola, entendo que ainda é uma utopia desejar que as práticas de aprendizagem que utilizem a FD ocorram nos espaços escolares, mediante a um devido planejamento pedagógico. Mas, talvez, no futuro, seja possível encontrar Fab Labs nas escolas, nos quais os indivíduos utilizem as técnicas de FD não somente para fins de fabricação pessoal, mas como ferramenta para potencializar uma aprendizagem conduzida pelo professor. Este, por sua vez, também poderá utilizar essa tecnologia para facilitar o processo de ensino. Eu sei que isso é, em grande medida, uma utopia – mas penso que sonhar ainda é preciso.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Leonardo de Conti Dias. *Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3d na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências*. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/137894>. Acesso em: 03 dez. 2018.

AMARAL, Maria Cristina et al. *Fab Labs: a importância do maquinário disponível e sua interação com a comunidade*. In: CONGRESSO NACIONAL DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA – INOVA, 3., 2018, São Bento do Sul. *Anais [...]*. São Bento do Sul: UFSC, 2018. Disponível em: <http://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2018/09/Fab-Labs.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2018.

ANDERSON, Chris. *A nova revolução industrial: Makers*. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

ANGELO, Alex Garcia Smith. *Considerações sobre um campo conceitual comum entre a formação básica escolar, projeto e as tecnologias digitais em modelagem e fabricação*. 2015. Dissertação (Mestrado em Design e Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

ANGELO, Alex Garcia Smith *et al.* Fab lab kids: oficina de projetos socioambientais para crianças de escolas públicas fazendo uso da eletrônica e da fabricação digital. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL - SIGraDi, 16., 2012, Fortaleza. *Anais [...]*. Fortaleza: UFCE, 2012. Disponível em: http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2012_404.content.pdf. Acesso em: 24 abr. 2018.

ANTUNES, Ricardo; PINTO, Geraldo Augusto. *A fábrica da educação: da especialização taylorista à flexibilização toyotista*. São Paulo: Cortez, 2017.

ARENDT, Hannah. *A condição humana*. 11. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010.

BALL, Stephen. Aprendizagem ao longo da vida, subjetividade e a sociedade totalmente pedagogizada. *Educação*, Porto Alegre, v. 36, n. 2, p. 144-155, maio/ago. 2013.

BECK, Ulrich. *A metamorfose do mundo: novos conceitos para uma nova realidade*. Rio de Janeiro: Zahar, 2018.

BIESTA, Gert. *Para além da aprendizagem: educação democrática para um futuro humano*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2017.

BIESTA, Gert. O dever de resistir: sobre escolas, professores e sociedade. *Educação*, Porto Alegre, v. 41, n. 1, p. 21-29, jan./abr. 2018.

BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and 'making' in education: the democratization of invention. *In: WALTER-HERRMANN, Julia; BÜCHING, Corinne (Eds.). FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013. p. 203-222.

BORGES, Karen Selbach. *Um estudo sobre pensamento formal no contexto dos makerspaces educacionais*. 2018. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

BORGES, Karen Selbach *et al.* Possibilidades e desafios de um espaço maker com objetivos educacionais. *Tecnologia Educacional*, Rio de Janeiro, v. 31, p. 22-32, jul./set. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Karen_Borges/publication/284151989_POSSIBILIDADES_E_DESAFIOS_DE_UM_ESPACO_MAKER_COM_OBJETIVOS_EDUCACIONAIS/links/564c63e008aeab8ed5e8dc8b.pdf. Acesso em: 15 mar. 2018.

BRESSAN, Renato Teixeira. Dilemas da rede: Web 2.0, conceitos, tecnologias e modificações. *Anagrama*, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 1-13, 18 mar. 2009.

BURTET, Cecília Gerhardt. *Os saberes desenvolvidos nas práticas em um hackerspace de Porto Alegre*. 2014. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

CABEZA, Edison Uriel Rodrigues *et al.* Saguí Lab: cultura maker na sala de aula. *In: FABLEARN BRAZIL CONFERENCE*, 2016, São Paulo. *Anais [...]*. São Paulo: USP, 2016. Disponível em: http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_158.pdf. Acesso em: 24 abr. 2018.

CAMPOS, Paulo Eduardo Fonseca de; DIAS, Henrique José dos Santos. A insustentável neutralidade da tecnologia: o dilema do movimento maker e dos fab labs. *Liinc em Revista*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 33-46, maio 2018. Disponível em: <http://revista.ibict.br/liinc/article/view/4152>. Acesso em: 20 ago. 2018.

CARDOSO, Daniel Ribeiro; ROMCY, Neliza Maria e Silva. Reflexões e novas práticas para a inserção dos meios digitais nos cursos de arquitetura, urbanismo e design: o relato de uma experiência. *In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO ARQUITETURA - ENANPARQ*, 3., 2014, São Paulo. *Anais [...]*. São Paulo: IAB, 2014. Disponível em: <https://www.anparq.org.br/dvd-enanparq-3/htm/Artigos/ST/ST-NPNT-004-4-CARDOSO.ROMCY.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2018.

CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede: a Era da Informação, sociedade e cultura*. 2. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999. v. 1.

COLABORAR. *In: CUNHA, Antônio Geraldo da. Dicionário etimológico da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Lexikon, 2012. p. 196.

COLABORAR. In: HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. *Minidicionário Houaiss da língua portuguesa*. 4. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2010. p. 175.

CORDOVA, Tania; VARGAS, Ingobert. Educação maker SESI-SC: inspirações e concepção. In: FABLEARN BRAZIL CONFERENCE, 2016, São Paulo. *Anais [...]*. São Paulo: USP, 2016. Disponível em: http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_108.pdf. Acesso em: 29 abr. 2018.

CORRÊA, Marcelo A.; BECK, Angelo. LabTEC@: um ambiente para incentivar a produção de recursos abertos educativos com os estudantes do Ensino Médio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO – CBIE, 2015, Maceió. *Anais [...]*. Maceió: UFAL, 2015. Disponível em: <http://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/6135/4303>. Acesso em: 24 abr. 2018. p. 893-897.

CORRÊA, Marcelo A. *et al.* Internacionalização como caminho para equidade na educação: o caso LabTEC@ e a integração Brasil-Finlândia. In: FABLEARN BRAZIL CONFERENCE, 2016, São Paulo. *Anais [...]*. São Paulo: USP, 2016. Disponível em: https://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_11.pdf. Acesso em: 03 dez. 2018.

DALBOSCO, Claudio Almir. Instructio, libertas e exercício docente na contemporaneidade. *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 4, p. 01-20, 2019.

DARDOT, Pierre; LAVAL, Christian. *A nova razão do mundo: ensaio sobre a sociedade neoliberal*. São Paulo: Boitempo, 2016.

DARDOT, Pierre; LAVAL, Christian. *Comum: ensaio sobre a revolução no século XXI*. São Paulo: Boitempo, 2017.

DIGITAL. In: CUNHA, Antônio Geraldo da. *Dicionário etimológico da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Lexikon, 2012. p. 219.

DOUGHERTY, Dale. The maker movement. *Innovations*, Cambridge, v. 7, n. 3, p. 11-14, 2012.

DUARTE Newton. As pedagogias do aprender a aprender e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. *Revista Brasileira de Educação*, Campinas, n. 18, p. 35-40, set/dez. 2001.

ENZWEILER, Deise Andréia. Intencionalidade pedagógica: relações entre ensinar e aprender. In: LOUREIRO, Carine Bueira; KLEIN, Rejane Lemos (orgs). *Inclusão e aprendizagem: contribuições para pensar as práticas pedagógicas*. 1. ed. Curitiba: Apriis, 2017. p. 33-51.

EYCHENNE, Fabien; NEVES, Heloisa. *Fab Lab: a vanguarda da nova revolução industrial*. São Paulo: Editora Fab Lab Brasil, 2013.

FAB LAB Faça Você Mesmo: Ernesto Paglia conduz nova série. *Fantástico*, Rio de Janeiro, 03 mar. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/fantastico/noticia/2016/03/>

fab-lab-faca-voce-mesmo-ernesto-paglia-conduz-nova-serie-saiba-tudo.html. Acesso em: 03 ago. 2019.

FABRICAR. In: HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. *Minidicionário Houaiss da língua portuguesa*. 4. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2010. p. 347.

FABRICAR. In: CUNHA, Antônio Geraldo da. *Dicionário etimológico da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Lexikon, 2012. p. 283.

FARIA, Isis Fátima; BRAZ, Daniel Cesar. A experiência maker nas escolas de Mato Grosso do Sul. In: FABLEARN BRAZIL CONFERENCE, 2016, São Paulo. *Anais [...]*. São Paulo: USP, 2016. Disponível em: http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_57.pdf. Acesso em: 29 abr. 2018.

FAZER. In: CUNHA, Antônio Geraldo da. *Dicionário etimológico da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Lexikon, 2012. p. 287.

FUNDAÇÃO DE AÇÃO SOCIAL (FAS). Cidade dá mais um passo ao futuro com inauguração do primeiro Fab Lab público. *FAS*, Curitiba, 28 mar. 2019. Disponível em: <https://fas.curitiba.pr.gov.br/noticia.aspx?id=2465>. Acesso em: 20 jul. 2019.

FISCHER, Rosa Maria Bueno. Foucault e a análise do discurso em educação. *Cadernos de Pesquisa*, Rio de Janeiro, n. 114, p. 197-223, nov. 2001.

FLUSSER, Vilém. *O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação*. São Paulo: Cosac & Naif, 2013.

FOSTER, Gustavo. O futuro da anatomia. *Jornal Zero Hora*, Porto Alegre, 04 jul. 2019. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/saude/vida/noticia/2019/07/imp-ressao-3d-na-medicina-do-rosto-ao-coracao-veja-o-que-ja-foi-feito-cjxopvjn305go01o933ifb26c.html>. Acesso em: 24 ago. 2019.

FOUCAULT, Michel. *História da sexualidade: o uso dos prazeres*. Rio de Janeiro, RJ: Graal, 1994. v. 2.

FIGUEIREDO, Rui Manuel Ferreira. *Portais escolares: estudo da aceitação de um projecto para um portal Web num contexto de ensino*. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade do Minho, 2005.

GALLO, Silvio. Eu, o outro e tantos outros: educação, alteridade e filosofia da diferença. In: CONGRESSO INTERNACIONAL COTIDIANO: DIÁLOGOS SOBRE DIÁLOGOS, 2., 2008, Rio de Janeiro. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2008.

GALLO, Silvio. As múltiplas dimensões do aprender. In: CONGRESSO DE EDUCAÇÃO BÁSICA: APRENDIZAGEM E CURRÍCULO, 2012, Florianópolis. *Anais [...]*. Florianópolis: Secretaria de Educação, 2012.

GARAGEM FAB LAB. Nossa filosofia. *Garagem Fab Lab*, São Paulo, 28 jul. 2016. Disponível em: <http://www.garagemfablab.com.br/sobre/>. Acesso em: 20 set. 2019.

GARCIA, Alex *et al.* Abordagem de conceitos de design e fabricação em um ambiente de aprendizagem de inclusão digital. *DAT Journal*, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 51-61, 2016. Disponível em: <http://ppgdesign.anhembri.br/datjournal/index.php/dat/article/view/28/21>. Acesso em: 24 abr. 2018.

GERSHENFELD, Neil. *FAB: The coming revolution on your desktop - from personal computers to personal fabrication*. New York: Basic Books, 2008.

GERSHENFELD, Neil. How to make almost anything: the digital fabrication revolution. *Foreign Affairs*, Tampa, v. 91, n. 6, p. 43-57, Nov./Dec. 2012.

GERSHENFELD, Neil *et al.* *Designing reality: how to survive and thrive in the third digital revolution*. New York: Basic Books, 2017.

GERSHENFELD, Neil. *When things start to think*. Ontario: Fitzhenry & Whiteside Ltd., 1999.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 2008.

GOUVEIA, António *et al.* Portais Web: enquadramento conceptual. *In: CONFERÊNCIA IADIS IBERO-AMERICANA WWW/INTERNET*, 2007, Vila Real. *Anais [...]*. Vila Real: IADIS, 2007. p. 309-314.

GRAHAM, Ian. *Comunicação: ideias que mudaram o mundo*. São Paulo: Ciranda Cultural Editora, 2009.

HAMILTON, David. O revivescimento da aprendizagem? *Educação & Sociedade*, Campinas, n. 78, p. 187-198, abr. 2002.

HAN, Byung-Chul. *No exame: perspectivas do digital*. Petrópolis: Vozes, 2018.

HATCH, Mark. *The maker movement manifesto: rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers*. New York: McGraw-Hill Education, 2014. *E-book*.

HOBSBAWM, Eric J. *A era das revoluções: 1789-1848*. São Paulo: Paz e Terra, 2010.

INTERESSE. *In: HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. Minidicionário Houaiss da língua portuguesa*. 4. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2010. p. 445.

ISAACSON, Walter. *Steve Jobs, biografia*. Rio de Janeiro: Companhia das Letras, 2011.

ISAACSON, Walter. *Os inovadores: uma Biografia da Revolução Digital*. Rio de Janeiro: Companhia das Letras, 2014. *E-book Kindle*.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (ITS BRASIL). *Fab Lab Livre SP*. São Paulo, 14 jun. 2019. Disponível em: <https://fablablivresp.art.br/>. Acesso em: 15 maio 2019.

LAVAL, Christian. *A escola não é uma empresa: O neo-liberalismo em ataque ao ensino público*. Londrina: Editora Planta, 2004.

LENOIR, Yves., O utilitarismo de assalto às ciências da educação. *Educar em Revista*, Curitiba, n. 61, p. 159-167, jul./set. 2016.

LÉVY, Pierre. *Cibercultura*. 2. ed. São Paulo: Editora 34 Ltda, 2000.

LOPES, Maura Corcini. Políticas de inclusão e governamentalidade. *Revista Educação e Realidade*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 153-169, maio/ago. 2009.

LOPES, Maura Corcini; RECH, Tatiana Luíza. Inclusão, biopolítica, educação. *Educação*, Porto Alegre, v. 36, n. 2, p. 210-219, 2013. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/issue/view/697>. Acesso em: 10 set. 2018.

LOUREIRO, Carine Bueira. Aprendizagem a qualquer tempo e em qualquer lugar. *In: LOUREIRO, Carine Bueira; KLEIN, Rejane Lemos (orgs). Inclusão e aprendizagem: contribuições para pensar as práticas pedagógicas*. 1. ed. Curitiba: Apris, 2017. p. 169-187.

LOUREIRO, Carine Bueira. Disseminação das tecnologias digitais na educação: uma estratégia de condução eletrônica das condutas. *In: ANPED SUL, 10., 2014, Florianópolis. Anais [...]*. Florianópolis: Anped, 2014. p. 1-17.

LOUREIRO, Carine Bueira; LOPES, Maura Corcini. A promoção da inclusão digital e a constituição do Homo oeconomicus accessibilis. *Educação*, Porto Alegre, v. 38, n. 3, p. 329-339, set/dez. 2015.

LOUREIRO, Carine Bueira; LOPES, Maura Corcini. Aprendizagem: o imperativo de uma nova ordem econômica e social para o desenvolvimento. *Pedagogía y Saberes*, Bogotá, n. 51, p. 89-102, jun. 2019.

MARTINEZ, Sylvia Libow; STAGER, Gary S. *Invent to learn: making, tinkering and engineering in the classroom*. Santa Bárbara, CA: Constructing modern Knowledge Press, 2013. *E-book*.

MASSCHELEIN, Jan; SIMONS, Maarten. 'Se nos hace creer que se trata de nuestra libertad': notas sobre la ironía del dispositivo de aprendizaje. *Pedagogía y Saberes*, Bogotá, n. 38, p. 93-102, 2013.

MASSCHELEIN, Jan; SIMONS, Maarten. *Em defesa da escola: uma questão pública*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2017.

MEIRA, Samara L. Brito; RIBEIRO, Jair Lúcio Prados. A Cultura Maker no ensino de física: construção e funcionamento de máquinas térmicas. *In: FABLEARN BRAZIL CONFERENCE, 2016, São Paulo. Anais [...]*. São Paulo: USP, 2016. Disponível em:

https://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_55.pdf. Acesso em: 03 dez. 2018.

MIKHAK, Bakhtiar *et al.* Fab Lab: an alternative model of ICT for development. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON OPEN COLLABORATIVE DESIGN FOR SUSTAINABLE INNOVATION*, 2., 2002, Bangalore. *Proceedings* [...]. Bangalore: ThinkCycle, dez. 2002. p. 1-7.

MONEZI, Elton Reis. *Da indústria ao design utópico dos Fab Labs: uma análise de experiências na cidade de São Paulo*. 2018. 112 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2018. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/ANHE_d8493c13d8b55411a034a2abd6a9305c. Acesso em: 03 dez. 2018.

NEVES, Heloisa. *Maker innovation: Do open design e fab labs... às estratégias inspiradas no movimento maker*. 2014. Tese (Doutorado em Design e Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

NIELSEN, Jakob. *Usabilidade na web*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

NOGUERA-RAMÍREZ, Carlos Ernesto. *Pedagogia e governamentalidade: ou da Modernidade Educativa como uma sociedade educativa*. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

NOGUERA-RAMÍREZ, Carlos Ernesto; MARÍN-DÍAZ, Dora Lilia. En defensa de la experiencia escolar: una escuela con fronteras. *Educación Temática Digital*, Campinas, v. 9, n. 4, p. 607-621, out./dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/issue/view/1430>. Acesso em: 22 ago. 2018.

ONISAKI, Hadassa Harumi Castelo; VIEIRA, Rui Manoel de Bastos. Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. *Educitec*, Manaus, v. 5, n. 10, p. 128-137, mar. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331451816_Impressao_3D_e_o_desenvolvimento_de_produtos_educacionais. Acesso em: 10 jan. 2019.

ORDINE, Nuccio. *A utilidade do inútil: um manifesto*. Rio de Janeiro: Zahar, 2016. *E-book*.

PACINI, Giordana Dileta *et al.* Fab!t, pavilhão itinerante de ensino: proposta para inserção da cultura maker no ensino tradicional. *In: In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL - SIGraDi*, 21., 2017, Concepción. *Anais* [...]. Concepción: Universidad de Concepción, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321232437_Fabt_Pavilhao_Itinerante_de_Ensino_Proposta_para_insercao_da_cultura_maker_no_ensino_tradicional. Acesso em: 29 abr. 2018.

PERES, André *et al.* Redes sociais e fabricação digital na construção de objetos para apoio a atividades educacionais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE*

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO – CBIE 2015, 4., 2015, Maceió. *Anais [...]* Maceió: UFAL, 2015. p. 898-907. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/6136/4304>. Acesso em: 15 mar. 2018.

POALAB. O POALAB é. *Poa Lab*, Porto Alegre, 15 dez. 2018. Disponível em: <https://www.poalab.net.br/>. Acesso em: 15 dez. 2018

POPKEWITZ, Thomas *et al.* Sociedade da Aprendizagem, Cosmopolitismo, Saúde Pública e Prevenção à Criminalidade. *Educação e Realidade*, Porto Alegre, v. 34, n. 2, p. 73-96, maio/ago., 2009.

PROGRAMA NACIONAL DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (PROINFO). *Diretrizes*. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, 1997.

PROTAGONISTA. In: HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. *Minidicionário Houaiss da língua portuguesa*. 4. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2010. p. 635.

PUPO, Regiane Trevisan. FabLab Pronto 3D: aprendendo com a prática. *EXTENSIO UFSC: Revista eletrônica de extensão*, Florianópolis, v. 14, n. 26, p. 152-164, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/extensio/article/view/1807-0221.2017v14n26p152/35256>. Acesso em: 29 abr. 2018.

QUINTELLA, Ivvy Pedrosa C. P. et al. Fab Labs: a expansão da rede brasileira e sua inserção no contexto acadêmico e no ensino de engenharia. In: *In: FABLEARN BRAZIL CONFERENCE*, 2016, São Paulo. *Anais [...]*. São Paulo: USP, 2016. Disponível em: http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_70.pdf. Acesso em: 29 abr. 2018.

RAABE, André Luís Alice et al. Movimento Maker e Construcionismo na Educação Básica: Fomentando o exercício responsável da liberdade. In: *WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA – WIE 2018*, 24., 2018, Fortaleza. *Anais [...]*. Fortaleza: SBC, 2018. p. 137-146. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/7882/5581>. Acesso em: 03 mar. 2019.

REPENSAR. HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. *Minidicionário Houaiss da língua portuguesa*. 4. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2010. p. 671.

RIFKIN, Jeremy. *A era do acesso*. São Paulo: Pearson-Makron Books, 2000.

ROMANO, Regiane Relva *et al.* Smart campus FACENS – construindo uma cidade inteligente em um campus universitário utilizando-se do FabLab. In: *FABLEARN BRAZIL CONFERENCE*, 2016, São Paulo. *Anais [...]*. São Paulo: USP, 2016. Disponível em: http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_150.pdf. Acesso em: 29 abr. 2018.

SAMAGAIA, Rafaela; DELIZOICOV, Demétrio Neto. Educação científica informal no movimento Maker. *ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 10., 2015, São Paulo. *Anais [...]*. São Paulo: ABRAPREC, 2015. Disponível em: <http://www.abraprecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0211-1.PDF>. Acesso em: 24 abr. 2018.

SANTANA, André Maciel *et al.* Lite maker: um fab lab móvel para aplicação de atividades mão na massa com estudantes do ensino básico. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO – CBIE, 2016, Uberlândia. Anais [...].* Uberlândia: SBC, 2018. p. 137-146. Disponível em: <http://br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/6639/4550>. Acesso em: 29 abr. 2018.

SANTOS, Emanuella; NICOLAU, Marcus. Web do Futuro: a Cibercultura e os Caminhos Trilhados Rumo a uma Web Semântica ou Web 3.0. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO – INTERCOM, 25., 2012, Fortaleza. Anais [...].* Fortaleza: Intercom, 2012. Disponível em: <http://intercom.org.br/sis/2012/resumos/R7-1985-1.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2019.

SARAIVA, Karla. Diário de uma pesquisa off-road: análise de textos como problematização de regimes de verdade. *In: FERREIRA, Taís; SAMPAIO, Shaula M. V. (org.) Escritos metodológicos: possibilidades na pesquisa contemporânea em educação.* Maceió: EDUFAL, 2007. p. 13-33.

SARAIVA, Karla. Inclusão digital, controles, vigilâncias e linhas de fuga. *ETD - Educação Temática Digital*, Campinas, v. 18, n. 4, p. 922-941, 17 nov. 2016.

SARAIVA, Karla; VEIGA-NETO, Alfredo. Modernidade Líquida, capitalismo cognitivo e educação contemporânea. *In: Revista Educação e Realidade*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 187-201, maio/ago. 2009.

SCHULTZ, Theodore W. O capital humano. Investimentos em educação e pesquisa. Trad. Marco Aurélio de Moura Matos. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973 [1971].

SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial.* São Paulo: Edipro, 2016.

SENNETT, Richard. *Juntos: os Rituais, os Prazeres, e a Política da Cooperação.* São Paulo: Record, 2012.

SENNETT, Richard. *O artífice.* Rio de Janeiro: Record, 2015.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA (SESI). Educação Maker. *Sesi*, Florianópolis, 24 jul. 2018. Disponível em: <http://sesisc.org.br/pt-br/educacao-maker>. Acesso em: 10. Jul. 2019.

SIBILIA, Paula. *O homem pós-orgânico: corpo, subjetividade e tecnologias digitais.* Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2002.

SIBILIA, Paula. *Redes ou paredes: a escola em tempos de dispersão.* Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

SIBILIA, Paula. *O show do Eu: a intimidade como espetáculo.* Rio de Janeiro: Contraponto, 2016.

SILVA, Rodrigo Barbosa e. *Para além do movimento maker: um contraste de diferentes tendências em espaços de construção digital na Educação.* 2017. Tese

(Doutorado em Tecnologia e Sociedade) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

SILVA, Rodrigo Barbosa e; MERKLE, Luiz Ernesto. Perspectivas educacionais FabLearn: conceitos e práticas maker no Brasil. *In: FABLEARN BRAZIL CONFERENCE*, 2016, São Paulo. *Anais [...]*. São Paulo: USP, 2016. Disponível em: https://www.academia.edu/28491291/Perspectivas_educacionais_FabLearn_conceitos_e_pr%C3%A1ticas_maker_no_Brasil. Acesso em: 30 nov. 2017.

SILVA, Rodrigo Barbosa e *et al.* Da construção para o proceder digital: uma problematização de conceitos de projeto por meio de Vieira Pinto. *In: JORNADAS LATINO-AMERICANAS DE ESTUDOS SOCIAIS DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA*, 11., 2016, Curitiba. *Anais [...]*. Curitiba: Associação Brasileira de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/303920351>. Acesso em: 24 abr. 2018.

SOUZA, Vinícius Silva de. *O homo faber segundo Hannah Arendt*. 2013. 85 p. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Programa de Pós-Graduação em Filosofia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

TOURAINÉ, Alain. *Pensar de outro modo*. Lisboa: Instituto Piaget, 2010.

VEIGA-NETO, Alfredo. Pensar a escola como uma instituição que pelo menos garanta a manutenção das conquistas fundamentais da modernidade. *In: COSTA, Marisa Vorraber. A escola tem futuro?* Rio de Janeiro: DP&A, 2003. p. 97-118.

VEIGA-NETO, Alfredo. Governamentalidades, neoliberalismo e educação. *In: BRANCO, Guilherme Castelo; VEIGA-NETO, Alfredo (orgs). Foucault: filosofia & política*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011. p. 37-52.

VEIGA-NETO, Alfredo. É preciso ir aos porões. *Revista Brasileira de Educação*, Campinas, v. 17, n. 50, p. 267-282, maio/ago. 2012.

VEIGA-NETO, Alfredo; LOPES, Maura Corcini. Para pensar de outros modos a modernidade pedagógica. *ETD - Educação Temática Digital*, Campinas, v. 12, n. 1, p. 147-166, 2010.

VEIGA-NETO, Alfredo; NOGUEIRA, Carlos Ernesto. Conhecimento e saber: apontamentos para os estudos de currículo. *In: SANTOS, Lucíola L. C. P. (org.). Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente*. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. p. 67-87.

WATRALL, Ethan; SIARTRO, Jeff. *Use a cabeça! Web Design*. Rio de Janeiro: Alta Books Editora, 2012.

WILLIAMS, Robin; TOLLET, John. *Web design para não-designers*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2001.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). *The Future of Jobs Report 2018*: Center for the New economy and Society. Geneva: World Economic Forum, 2018. *E-book*.

ZENHA, Luciana. O WebSeminário em Educação para uma interação online. *Caderno de Educação*, Porto Alegre, n. 49, p. 13-17, 2017/2018.

APÊNDICE A – CORPUS ANALÍTICO DA PESQUISA

(continua)

Nº	Título	Autores, local e ano	Tipo de fonte
1	Fab Lab Kids: Oficina de projetos socioambientais para crianças de escolas públicas fazendo uso da eletrônica e da fabricação digital	ANGELO, A. NEVES, H. M. D. CAMPOS, P. E. F. de SIGRAD - 2012	Artigo científico
2	Lite <i>Maker</i> : Um <i>Fab Lab</i> Móvel para Aplicação de Atividades Mão na Massa com Estudantes do Ensino Básico	SANTANA, A. L. M. RAABE, A. L. A. SANTANA, L. F. M. VIEIRA, M. F. V. RAMOS, G. L. SANTOS, A. A. dos CBIE – WIE - 2016	Artigo científico
3	Educação científica informal no movimento “Maker”	SAMAGAIA, R.; DELIZOICOV, D. ENPEC - 2015	Artigo científico
4	Da construção para o proceder digital: uma problematização de conceitos de projeto por meio de Vieira Pinto	SILVA, R. B. e; KIRA, G.; MERKLE, L. E. ESOCITE - 2016	Artigo científico
5	Smart Campus FACENS – Construindo uma Cidade Inteligente em um Campus Universitário utilizando-se do FabLab	ROMANO, R. R.; PINTO, L. G. P.; PACHECO, S. C. P. FABLEARN CONFERENCE 2016	Artigo científico
6	Fab Labs: A Expansão da Rede Brasileira e Sua Inserção no Contexto Acadêmico e no Ensino de Engenharia	QUINTELLA, I. P. C. P.; FLORÊNCIO, E. Q.; SANTOS, L. G. dos; SILVEIRA, E. S. S. da; SANTOS, L. B. dos FABLEARN CONFERENCE 2016	Artigo científico
7	A experiência maker nas escolas de Mato Grosso do Sul	FARIA, I. F. de; BRAZ, D. C. FABLEARN CONFERENCE 2016	Artigo científico
8	Abordagem de conceitos de design e fabricação em um ambiente de aprendizagem de inclusão digital	GARCIA, A.; HENNO, J.; CAMPOS, P. E.; FLEURY, A. DAT JOURNAL - 2016	Artigo científico

(continua)

Nº	Título	Autores, local e ano	Tipo de fonte
9	Perspectivas educacionais FabLearn: conceitos e práticas maker no Brasil	SILVA, R. B. e; MERKLE, L. E. FABLEARN CONFERENCE 2016	Artigo científico
10	Educação Maker SESI-SC: inspirações e concepção	CORDOVA, T.; VARGAS, I. FABLEARN CONFERENCE 2016	Artigo científico
11	LabTEC@: Um ambiente para incentivar a produção de Recursos Abertos Educativos com os estudantes do Ensino Médio	CORRÊA, M. A.; BECK, A. CBIE-LACLO - 2015	Artigo científico
12	Reflexões e novas práticas para a inserção dos meios digitais nos cursos de arquitetura, urbanismo e design: o relato de uma experiência	CARDOSO, D. R.; ROMCY, N. M e S. ENANPARQ - 2014	Artigo científico
13	Sagui Lab: Cultura <i>Maker</i> na sala de aula	CABEZA, E. U. R.; ROSSI, D.; MARCHI, V. FABLEARN CONFERENCE 2016	Artigo científico
14	FabLab Pronto 3D: aprendendo com a prática	PUPO, R. T. EXTENSIO UFSC - 2017	Artigo científico
15	Internacionalização como caminho para equidade na educação: O caso LabTEC@ e a integração Brasil-Finlândia	CORRÊA, M. de A.; ALMEIDA, A. J.; BORGES, L.L.; FABLEARN CONFERENCE 2016	Artigo científico
16	A Cultura Maker no ensino de física: construção e funcionamento de máquinas térmicas	MEIRA, S. L. B.; RIBEIRO, J. L. P. FABLEARN CONFERENCE 2016	Artigo científico
17	Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais	ONISAKI, H. H. C.; VIEIRA, R. M. de B. EDUCITEC - 2019	Artigo científico
18	Fab Labs: a importância do maquinário disponível e sua interação com a comunidade	AMARAL, M. C; MATOS, G. P. de; TEIXEIRA, C. S. INOVA - 2018	Artigo científico

(conclusão)

Nº	Título	Autores, local e ano	Tipo de fonte
19	Considerações sobre um campo conceitual comum entre a formação básica escolar, projeto e as tecnologias digitais de modelagem e fabricação	ANGELO, A. G. S. USP - 2015	Dissertação
20	Para além do movimento maker: Um contraste de diferentes tendências em espaços de construção digital na Educação	SILVA, R. B. e UTFP - 2017	Tese
21	Os saberes desenvolvidos nas práticas em um hackerspace de Porto Alegre	BURTET, C. G. UFRGS - 2014	Dissertação
22	DA INDÚSTRIA AO DESIGN UTÓPICO DOS FAB LABS: Uma análise de experiências na cidade de São Paulo	MONEZI, E. R. UNIVERSIDADE ANHEMBI - 2018	Dissertação
23	Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3d na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências	AGUIAR, L. de C. D. UNESP – 2016	Dissertação
24	Maker innovation: Do Open Design e Fab Labs ... às estratégias inspiradas no movimento Maker	NEVES, H. USP – 2014	Tese
25	Fab: The Coming Revolution on your desktop – from personal computers to personal fabrication	GERSHELFELD, N. Basic Books – 2005	Livro
26	Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention	BLIKSTEIN, P. Cultural and Media Studies – 2013	Capítulo de livro
27	A Nova Revolução Industrial: Makers	ANDERSON, C. Elsevier Ed. – 2013	Livro
28	How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution	GERSHELFELD, N. Foreign Affairs – 2012	Livro
29	Fab Lab: A Vanguarda da Nova Revolução Industrial	EYCHENNE, F.; NEVES, H. Fab Lab Brasil – 2013	Livro

APÊNDICE B – QUADROS DE EXCERTOS POR CATEGORIA

Categoria 1 – Fabricação Digital para disseminação e democratização das tecnologias e construção da cidadania

As comunidades não devem temer ou ignorar a fabricação digital. Melhores maneiras de construir coisas podem ajudar a construir comunidades melhores. Um fab lab em Detroit, por exemplo, que é dirigido pelo empresário Blair Evans, oferece programas para jovens em situação de risco como um serviço social. Isso os capacita a projetar e construir coisas baseadas em suas próprias ideias. É possível aproveitar os benefícios da fabricação digital de várias maneiras. (GERSHENFELD, 2012, p. 55, tradução minha).

[...] ao elaborarem em laboratórios de construção digital, estudantes projetam suas próprias humanidades nestes e com estes trabalhos. Mais importante, com a retroalimentação provida por estas atividades, ela/ele está construindo a si para a cidadania e trabalho, além de acrescentar-se em capacidade para colaborar com o desenvolvimento da sociedade em geral. (SILVA; MERKLE, 2016, p. 5).

Por meio da fabricação personalizada, as comunidades poderiam fabricar suas próprias ferramentas para solucionar seus problemas locais. (ANGELO, 2015, p. 79).

Especialmente em escolas de baixa renda, os alunos costumavam me dizer que costumavam fazer e construir coisas com seus pais e amigos, e muitas vezes tinham empregos em garagens, empresas de construção ou carpintarias. No entanto, essa experiência foi desconectada de sua vida escolar, uma vez que eles não viram uma ligação entre o trabalho intelectual na sala de aula e o trabalho manual na loja de madeira. Por causa do viés herdado dentro do sistema educacional, suas próprias formas de engenharia e ajustes, despojadas de qualquer forma de matemática de conteúdo científico, eram desprezadas pela sociedade e por si mesmos. (BLIKSTEIN, 2013, p. 209, tradução minha).

Como a oficina também tinha um propósito de complemento à formação dos participantes, foram pesquisadas perspectivas para a educação tecnológica com o objetivo de orientar a seleção de assuntos relacionados à tecnologia de impressão 3D (que estão expostas no Capítulo 3), assim como os impactos sociais advindos de um possível futuro em que ela seja usada massivamente, evitando assim que os conteúdos técnicos lecionados ficassem desvinculados de um contexto social. (AGUIAR, 2016, p. 127).

Um grupo montou as ferramentas do Fab Lab em uma esquina próxima e realizou a venda de artesanato de alta tecnologia, fazendo cerca de cem dólares em uma tarde. Este foi um evento de transformação na vida para as crianças que crescem no centro da cidade de Boston. Além de seus projetos individuais, eles estão descobrindo que eles podem criar uma das coisas mais valiosas de todas: um emprego. (GERSHENFELD, 2008, p. 32, tradução minha).

[...] embora as máquinas de fabricação digital de hoje ainda estejam em sua infância, elas já podem ser usadas para fazer (quase) qualquer coisa, em qualquer lugar. Isso muda tudo. (GERSHENFELD, 2012, p. 46, tradução minha).

O tema proposto foi a elaboração de uma solução para um problema socioambiental, ou seja, uma solução para um problema inserido na questão ambiental e na comunidade. Houve várias propostas de máquinas que, inseridas no ambiente, solucionariam o problema proposto pelo aluno. (ANGELO, 2015, p. 110).

E em vez de trazer a tecnologia da informação (TI) para as massas, os fab labs mostram que é possível trazer as ferramentas para o desenvolvimento de TI, a fim de desenvolver e produzir soluções tecnológicas para problemas locais. (GERSHENFELD, 2008, p. 19, tradução minha).

O programa possui como missão ‘Proporcionar uma nova experiência de aprendizado multidisciplinar utilizando o campus como espaço de prototipagem’ e visão ‘Apoiar a formação do engenheiro cidadão, por meio da solução de problemas reais, com a finalidade de multiplicá-las no contexto urbano.’ (ROMANO *et al.*, 2016, p. 1).

A combinação do acesso a máquinas e ferramentas complexas e difusão da informação por meio da internet tornou-se ilustre subsídio à instalação do movimento Maker. Este promove que usuários comuns se conectem, em rede, e requeiram soluções de dificuldades individuais ou coletivas, prescindivelmente sem dispor de conhecimento técnicos específicos para a função. (MONEZI, 2018, p. 27).

Todavia o que se atenta, principalmente, quanto à abrangência das ações sociais que os *Fab Labs* exerceriam, em comunidades carentes, não há um plano estratégico de ações para atingir tanto propósitos de impacto social quanto para implementar inovação. (MONEZI, 2018, p. 104).

[...] é questionável a cultura de fabricação, mesmo a digital, de produzir sem precedentes, levando em consideração a exponencial produção de resíduos (físicos e eletrônicos) e a irrisória reciclagem. (MONEZI, 2018, p. 103).

Nota-se que, em geral, os *Fab Labs* não dispõem de uma vocação social significativa, ainda que se proponham a isto. Percebe-se que a manifestação social se conserva apenas na teoria, como pré-requisito para adentrar à rede Fab Foundation. (MONEZI, 2018, p. 95).

Os laboratórios trabalham sempre com questões sociais e processos contemporâneos que refletem o mundo dos participantes, o que muitas vezes não está ainda incorporado ao ensino educacional tradicional. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 56).

O projeto também se preocupou em fazer uma ponte com as disciplinas escolares, como base para compreensão do atual estágio de desenvolvimento tecnológico, assim como para dar suporte na solução de problemas do dia a dia. (ANGELO *et al.*, 2012, p. 385).

[...] acreditamos que a compreensão do funcionamento de uma máquina térmica poderá auxiliar o aluno na tarefa de relacionar dados e informações representados de diferentes formas, assim como na tomada de decisões e enfrentamento de novas situações problema. Ao relacionar estas informações aos conhecimentos disponíveis em situações concretas, é possível também ajudar o estudante na construção de argumentações consistentes sobre outras situações cotidianas e na elaboração de novas estratégias de intervenção em sua realidade. (MEIRA; RIBEIRO, 2016, p. 1).

Ao considerar o futuro da fabricação pessoal, de fato vale a pena pensar para onde ela está indo, e por que, além de como chegará lá. As tecnologias de hoje não fornecem uma visão intrigante sobre se a fabricação pessoal irá melhorar ou destruir o mundo de amanhã. (GERSHENFELD, 2008, p. 262, tradução minha).

Meninas (e meninos) cada vez mais podem fazer qualquer coisa. Seus futuros estão literalmente em suas próprias mãos. As suas necessidades e, assim, os seus projetos, não são as mesmas que as dos engenheiros comuns, mas as ferramentas e habilidades que eles estão usando são praticamente as mesmas. Ao dominar estes meios emergentes para fabricação pessoal, eles estão ajudando a trazer a expressão individual de volta para a produção em massa. (GERSHENFELD, 2008, p. 33-34, tradução minha).

O conhecimento construído nesses espaços visa ampliar a visão de mundo do educando; enriquecer seu repertório de conceitos, teorias, modelos e procedimentos metodológicos e técnicos de análise e compreensão da realidade; promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais; promover a apropriação e a ressignificação das múltiplas linguagens, de modo a ampliar a percepção do educando sobre o contexto em que vive. (CORDOVA; VARGAS, 2016, p. 4).

Esta pesquisa propôs adotar a ideia '*fab lab is the new lanhou*' [...] e investigou formas de introduzir a cultura *maker* como atividade educativa. Procurou-se estratégias que fossem rápidas, baratas, igualitárias e adaptáveis para inserir a tecnologia no ensino básico e médio, a fim de democratizar seu acesso e disseminar seus usos. (PACINI *et al.*, 2017, p. 3).

Fabricação digital vai muito além do uso de máquinas como a impressora 3D ou a fresadora CNC. O potencial desses ambientes é grande e significativo no atual contexto de educação, produção e consumo. Muito além do domínio da técnica, esses espaços têm papel importante na disseminação da tecnologia de ponta e do consumo consciente, sendo uma poderosa ferramenta social e intelectual. (PACINI *et al.*, 2017, p. 8).

[...] objetivo do Garagem *Fab Lab* é disseminar a tecnologia ao alcance de todos e que as vantagens da cultura *Maker* sintetizam na experimentação e prototipação imediatas. (MONEZI, 2018, p. 65).

Oferece cursos com a finalidade de fomentar novos planos pessoais ou coletivos a qualquer interessado [...] nos locais há instrutores, mas como em todo *makerspace*, o objetivo compete estimular a criação a partir da experimentação. (MONEZI, 2018, p. 50).

Acreditar que, por exemplo, um FabLearn revolucionaria as práticas em uma escola incorre no mesmo erro de colocar computadores, *tablets* e outros equipamentos nas mãos de estudantes sem uma fundação teórica e prática das pessoas que poderão orienta-los no processo de descoberta de conhecimentos com estas tecnologias. (SILVA, 2017, p. 227).

Os maquinários de ponta, de fabricação digital, continuam nas mãos de poucos agentes, pois os usuários comuns, não possuem acesso a estas máquinas, tornando-se reféns da disponibilidade limitada (horários, materiais, etc) dos Fab Labs, mesmo sob a forma de clientes, não experimentam plenamente as todas as potencialidades desta tecnologia. Além disso, pode-se considerar que são centros de produção individual e amadora, não impactando substancialmente a matriz produtiva. (MONEZI, 2018, p. 105).

Fabricação implica a manipulação, a construção, ou “tomar forma” física. O termo empregado com mais frequência para a construção com recursos computacionais em laboratórios é “fabricação digital”. Trata-se de assumir que é uma corrente que trata da fabricação apoiada em recursos digitais e na popularização de equipamentos que deem suporte acessível, via de regra, à grandes organizações. (SILVA, 2017, p. 112).

[...] os *hackers* almejam montar uma impressora 3D *open-source* por um valor mais acessível, deixando a fabricação de uma impressora caseira acessível a maior número de pessoas, e fomentando, assim, a cultura e as práticas do movimento ‘faça você mesmo’. (BURTET, 2014, p. 90).

O laboratório é voltado aos alunos da graduação da FAU ou de outros cursos da USP com o intuito de pesquisa da pós-graduação, iniciação científica, iniciação tecnológica e trabalhos de conclusão e extensão. A população utiliza-o, sem taxa, somente sob a condição de ser um pressuposto de interesse da comunidade e que os resultados se sucedam abertos. Há dias que elaboram atividades voltadas a crianças e adolescentes. (MONEZI, 2018, p. 78).

Esse é o poder da democratização: põe as ferramentas nas mãos de quem sabe usá-las melhor. Todos temos nossas necessidades, nossas habilidades e nossas ideias. Se todos tivermos a capacidade de usar ferramentas para atender a essas necessidades ou para modificá-las com nossas ideias, exploraremos, em conjunto, toda a extensão do que a ferramenta é capaz de produzir. (ANDERSON, 2012, p. 72).

A implantação do fab lab dentro da universidade, conforme exposto, vem democratizar o acesso às tecnologias de fabricação digital, possibilitando o desenvolvimento de pesquisas aplicadas na solução de problemas e questões locais. (QUINTELA *et al.*, 2016, p. 4).

Por fim, do mesmo modo em que as *lanhouses* foram essenciais na transição para a era da comunicação digital, os *fab labs*, *makerspaces*, *hackerspaces*, entre outros espaços do fazer e aprender, também são imprescindíveis para a democratização do acesso à tecnologia da quarta revolução industrial. (PACINI *et al.*, 2017, p. 8).

Um Fab Lab tem como objetivo democratizar o acesso às ferramentas e máquinas para permitir a invenção e as expressões pessoais. O Fab Lab deve ser aberto ao público, gratuitamente ou em troca de serviços (auxílio nas rotinas diárias, formação, palestras, workshops etc), ao menos uma parte da semana, um dos pontos verdadeiramente essenciais. (NEVES, 2014, p. 137).

[...] os Fab Labs foram criados seguindo um modelo que provém da internet, mais especificamente da web colaborativa 2.0, que auxiliou na democratização das ferramentas de compartilhamento, de edição, criação e deu a permissão ao usuário de se transformar em “ator” do processo. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 11).

Para Blikstein, muitas feiras e oportunidades na cultura *maker* são frequentadas por famílias altamente educadas ou com renda disponível. Por outro lado, crianças em famílias com poucos recursos podem ter pais sem condições de levá-las a essas atividades ou que não entendem a importância de “fazer” ou de “espaços de fazer”, ou até mesmo não têm condições de suportar os custos associados às atividades. Blikstein, de acordo com as reportagens, aponta que escolas de alta renda têm orçamento e acesso fácil à ferramentas de construção, enquanto escolas de baixa renda nem sempre têm a mesma oportunidade. (SILVA, 2017, p. 125).

Em todos os trabalhos de campo, houve a ação intencional de levar uma infraestrutura (minilaboratório Fab Lab de fabricação digital) para próximo do público alvo, ou seja, para dentro da comunidade. (ANGELO, 2015, p. 107).

Presumi que, ao pedir-lhes para criar objetos altamente pessoais, como chaveiros e crachás, os alunos ficariam animados com as tecnologias não apenas porque criariam objetos para o uso diário, mas também decorariam seus quartos, materiais escolares e roupas, atraindo a atenção de familiares e outros estudantes da escola. Eles se sentiriam orgulhosos de suas criações e associariam suas habilidades de engenharia recém adquiridas à produção de artefatos socialmente valorizados. (BLIKSTEIN, 2013, p. 210, tradução minha).

[...] a interação do Fab Lab com a comunidade é uma forma de fortalecer a participação cidadã e promover a inclusão social, uma vez que promove a igualdade em oportunidade para todos. (AMARAL *et al.*, 2018, p. 6).

Com preços mais acessíveis do que os equipamentos industriais, as impressoras 3D *Desktop* contribuem para que indivíduos de diversos níveis educacionais participem da criação e reprodução de objetos. (ONISAKI; VIEIRA, 2019, p. 129).

[...] a interação do Fab Lab com a comunidade é uma forma de fortalecer a participação cidadã e promover a inclusão social, uma vez que promove a igualdade em oportunidade para todos. (AMARAL *et al.*, 2018, p. 6).

Um dos primeiros e mais notáveis resultados das oficinas iniciais de fabricação digital é que os alunos relataram que ganharam uma nova apreciação pelo trabalho “manual” que costumavam fazer, e também pela ocupação de seus pais. No laboratório, os alunos precisavam primeiro projetar suas criações em um computador, muitas vezes depois de vários tipos de medições e cálculos. No entanto, eles ainda estavam construindo, aprendendo e usando as mãos, mas todo o trabalho foi permeado por duas práticas socialmente valorizadas: computação e matemática. Mais uma vez, as práticas familiares de construir e fazer foram ampliadas com ferramentas computacionais, que geraram não apenas projetos mais refinados e sofisticados, mas também empoderamento e aumento da autoestima. (BLIKSTEIN, 2013, p. 210, tradução minha).

Blikstein faz uma crítica importante: “a maioria das inovações em educação, e das inovações principalmente usando tecnologias, infelizmente aprofundam diferenças muito mais do que as eliminam”. Expõe que escolas de elite e escolas particulares sempre terão melhores equipamentos se comparado ao padrão das escolas públicas, “então muitas das inovações nos últimos 10, 20 anos acabam privilegiando mais os alunos que já são privilegiados”. (SILVA, 2017, p. 196-197).

Quando ocorrem ações sociais são à título assistencialista (doação de próteses de baixo custo) ou recreativas (visitação de grupos para conhecerem o local). Seria primordial que se promovesse a inserção social por meio de cursos gratuitos à população carente, por exemplo, e que estes cursos oferecessem real empregabilidade a estas pessoas. (MONEZI, 2018, p. 96).

O Fab Lab Y destacou também que a principal preocupação do Fab Lab são as pessoas. O espaço pode possuir várias máquinas, mas que não vão adiantar de nada se as pessoas não souberem utilizá-las. O envolvimento do ser humano com a tecnologia é fundamental. Somente o equipamento não é suficiente. A criatividade e habilidade daquele que o usa é importante. (AMARAL *et al.*, 2018, p. 6).

[...] o maior impedimento para fabricação pessoal não é técnica; já é possível fazê-lo de forma eficaz. E não é formação; o modelo baseado no projeto just-in-time peer-to-peer funciona tão bem no campo

como no MIT. Em vez disso, a maior limitação é simplesmente a falta de conhecimento de que esta é mesmo possível. (GERSHENFELD, 2008, p. 22, tradução minha).

Apesar do potencial dos laboratórios de fabricação digital e 'making' na educação, educadores e acadêmicos devem lembrar que, como diria Seymour Papert, o poder real de qualquer tecnologia não está na técnica em si ou no fascínio que ela gera, mas nas novas formas de expressão pessoal que permite, nas novas formas de interação humana que facilita e nas ideias poderosas que se tornam acessíveis às crianças. (BLIKSTEIN, 2013, p. 219, tradução minha).

[...] a tecnologia de fabricação digital tornou-se melhor e mais acessível, e as atividades intelectuais possibilitadas pela nova tecnologia tornaram-se mais valorizadas e importantes. O que o Logo fez para geometria e programação – trazendo matemática complexa ao alcance de crianças em idade escolar – os laboratórios de fabricação podem fazer para design e engenharia. (BLIKSTEIN, 2013, p. 204, tradução minha).

O objetivo, inerente aos processos do Makehackers, consistia em compartilhar conhecimento, o que vai muito além da noção de apenas 'fornecer' conhecimento. Era possível vivenciar relações de colaboração no espaço, mas não de prestação de serviços, pois a proposta não consistia em fazer algo *para* as pessoas, mas construir algo *com* as pessoas. (BURTET, 2014, p. 132).

Impossível negar nosso auto grau de colaboração e nossa facilidade extrema de compartilhamento. Estes fatos ainda não se refletem totalmente nos processos de produção e distribuição, mas indicam que se realmente uma outra Revolução Industrial se consolidar, esta poderá estar contaminada por um estilo "maker" de ser. (NEVES, 2014, p. 48).

Quanto ao compartilhamento de ideias, é unânime a afirmação entre todos os entrevistados e este é o intuito de um laboratório de fabricação digital. (MONEZI, 2018, p. 95).

[...] os Fab Labs possuem um papel bastante importante no sentido de auxiliar estes makers a expandir suas habilidades e compartilhar conhecimentos através de um ambiente informal e propício à criatividade. Esta prática informal e criativa realizada por estes ambientes Fab Labs, que por sua natureza é colaborativa, está promovendo as habilidades necessárias para responder algumas das questões complexas que enfrentamos no mundo de hoje. (NEVES, 2014, p. 130).

Estimula-se o compartilhamento de ideias entre os frequentadores, interagindo e indicando quem seria apto a colaborar num determinado plano. Desfruta intenção de captar empresas que financiem ações em prol da coletividade, numa estratégia futura. (MONEZI, 2018, p. 65).

Também observamos que o estabelecimento desse novo espaço nas escolas permitiu que os alunos se engajassem em atividades e práticas intelectuais que não seriam possíveis em nenhum outro lugar, e experimentassem novas formas de trabalho e novos níveis de colaboração em equipe. (BLIKSTEIN, 2013, p. 210, tradução minha).

As pessoas, nessa perspectiva são incentivadas na filosofia do 'faça você mesmo' (*Do It Yourself-DIY*), sentindo satisfação em participar do processo de replicação/criação de artefatos e interfaces digitais com o uso dos recursos disponíveis em nossos dias, compartilhando suas experiências com outras pessoas. (ONISAKI; VIEIRA, 2019, p. 129).

A finalização e montagem dos modelos se fez, muitas vezes, de forma natural e coletiva, possivelmente pelas características de sociabilidades que ainda se preservam nas periferias urbanas (ANGELO, 2015, p. 98).

O denominador comum, na cultura Maker, se mantém na distribuição de ideias, de tempo, de projetos e de métodos. O importante, neste caso, compete à coletividade poder concretizar suas intenções pessoais. (MONEZI, 2018, p. 37).

O site foi geminado no MIT Media Lab pelos futuros fundadores do Squid Labs para compartilhar seus projetos, conectar com os outros e provocar um impacto sobre o mundo. Em julho de 2016, o

site continha mais de cem mil projetos, podendo ser entendido como uma comunidade de makers. (MEIRA; RIBEIRO, 2016, p. 2).

A formação de grupos espontâneos é facilitada em oficinas de média e longa duração, por conta do convívio das pessoas no qual se solidariza conhecimento e se estimula intercâmbio de ideias e processos. (MONEZI, 2018, p. 58).

Há sempre as trocas entre os envolvidos, gerando soluções para os projetos e compartilhamento de conhecimentos, tornando o ambiente colaborativo [...] que caracterizam um Fab Lab como um lugar que permite tanto as pessoas, quanto os projetos, sejam colaborativos, compartilhando suas experiências e conhecimentos, mesmo que de áreas completamente diferentes, para um objetivo em comum. (AMARAL *et al.*, 2018, p. 5).

Chega-se a um ponto de convergência dos interesses individuais ao coletivo. Preocupa-se com o meio ambiente, recicla-se mais, amplia-se o uso da criatividade e crescem ações de trabalhos voluntários. (MONEZI, 2018, p. 30).

O grupo pesquisado era basicamente formado por pessoas que possuíam algum conhecimento de tecnologia – seja em *hardware*, *software* ou em ambos – e dividiam a vontade de compartilhar conhecimentos diversos e desenvolver projetos que envolviam tecnologia de forma livre. (BURTET, 2014, p. 84).

O ambiente do *Fab Lab* propicia a formação de redes de grupos que se aglutinam e formam outros grupos. “As relações vão sendo criadas muito rapidamente”, comentou Paulo Fonseca e complementa que “a rede tem que ser fundamentada no multi-interesse”. A sintonia de ideias e processos permanece constante. (MONEZI, 2018, p. 85).

Categoria 2 – Fabricação Digital para fomentar a inovação e o empreendedorismo e estimular o pensamento criativo

[...] com a proposição de um conjunto de 6 ações inéditas, coordenadas e integradas que possibilitam à sociedade um maior contato, compreensão e apropriação do conhecimento científico e tecnológico, especialmente, os relacionados à Física e à Engenharia, de forma a colaborar com o desenvolvimento do Estado, fomentando e induzindo o empreendedorismo e a inovação tecnológica. (FARIA; BRAZ, 2016, p. 1).

Paulo Fonseca aponta para a questão ecológica por produzir objetos “inúteis” a pretexto de ser *Maker*. Reclama da tradução que foi atribuída à palavra inglesa “empowerment”, que literalmente significa “capacitação”, mas que se usa “empoderamento” como sinônimo a indivíduos que se sentem capazes de empreender. (MONEZI, 2018, p. 99).

Da mesma maneira como as startups são indutores de inovação tecnológica e a clandestinidade é vetor de renovação cultural, também a energia e a criatividade dos empreendedores e inovadores individuais serão capazes de reinventar a fabricação e de gerar empregos no percurso. (ANDERSON, 2012, p. 17).

Compreende-se, portanto, que atualmente a influência dos *Fab Labs* na coletividade permanece voltada à experimentação de empreendedores, porém sem muita pretensão de expansão e mesmo de produção em massa, o que faz sentido em virtude de, em geral, suas perspectivas críticas e de alternativa aos processos do capital. (MONEZI, 2018, p. 96).

[...] o movimento Fab Lab introduziu a fabricação digital na educação, estimulando a criação de qualquer coisa que se queira [...] estabelecendo um processo que envolve todas as etapas de um problema, desde a sua compreensão, processo de solução criativa, criação de ideias inovadoras e prototipagem. Assim, podem ser um facilitador para a inovação, criatividade e empreendedorismo. (AMARAL *et al.*, 2018, p. 1).

Identifica-se, a partir desses princípios, o enfoque no conhecimento conectado a uma rede colaborativa e o aspecto de democratização do conhecimento inerente aos fab labs. As informações dos projetos são compartilhadas, possibilitando recorrer à rede para contar com a colaboração de fab labs ao redor do mundo, o que potencializa a inovação por meio dos processos de *open design*. (QUINTELA *et al.*, 2016, p. 2).

Fundado há dez anos, o Fab Lab Network vem se expandindo exponencialmente em todo o mundo. Tal crescimento se deve ao seu potencial de estímulo à inovação, ao empreendedorismo e à democratização do conhecimento. (QUINTELA *et al.*, 2016, p. 1).

O laboratório pode oferecer capacitação e suporte tecnológico para o desenvolvimento de produtos, buscando auxiliar processos de inovação. A fabricação digital pode ser utilizada como ferramenta de concepção, teste e mesmo como meio de fabricação do produto final. (QUINTELA *et al.*, 2016, p. 4).

Os fab labs Insper e Facens, em especial, vêm se destacando pela integração do ensino da engenharia com o incentivo à inovação e ao empreendedorismo, tanto por meio das disciplinas práticas integradas ao laboratório, quanto pelo acesso livre para os alunos desenvolverem projetos pessoais. (QUINTELA *et al.*, 2016, p. 4).

Para suporte e desenvolvimento destas ações está sendo implantado um Fab Lab -Laboratório Aberto de Inovação [...] esse laboratório que tem a missão de possibilitar aos alunos de ambas as instituições e às empresas de Mato Grosso do Sul as condições necessárias e facilidades para desenvolvimento de projetos de tecnologia e inovação. (FARIA; BRAZ, 2016, p. 1).

O sucesso crescente de plataformas de venda DIY e o financiamento de espaços colaborativos dedicados aos makers por grandes atores mostram que a inovação pelos próprios usuários afeta cada vez mais a economia. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 63).

Essa difusão da inovação pelos usuários é claramente o modelo majoritário implantado nos Fab Labs. A publicação de códigos, de projetos, a possibilidade de se replicar, de melhorar o projeto para beneficiar os outros, permite uma inovação rápida e incremental. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 63).

A partir da consolidação desses espaços no DAU-UFC, pretende-se a capacitação e difusão das práticas do Fab Lab no Ceará e a construção de um terreno fértil à inovação, com um ambiente de apoio ao desenvolvimento das atividades de pesquisa, ensino e extensão. (CARDOSO; RAMOS, 2014, p. 13).

Percebi que a fabricação digital tinha o potencial de ser o melhor kit de construção, um lugar de ruptura nas escolas, onde os alunos podiam fazer, construir e compartilhar suas criações com segurança. Eu projetei esses espaços para serem convidativos e neutros em termos de gênero, a fim de atrair tanto os tipos de engenharia de ponta, como também os estudantes que apenas queriam experimentar um projeto com tecnologia ou aprimorar algo que já estavam fazendo com fabricação digital. (BLIKSTEIN, 2013, p. 209, tradução minha).

O entendimento da tecnologia como nova ferramenta de trabalho e apoio à criação de ideias, soluções e inovação projetual, traz novas frentes de trabalho, com qualidade, inovação, soluções criativas, bem como facilita na prática do projeto colaborativo, encurtando caminhos e fronteiras da inovação. (PUPO, 2017, p. 12).

A inovação está justamente no fato das pessoas, através das máquinas de fabricação digital, poderem fabricar suas ideias diretamente da sua casa ou de um espaço coletivo equipados (os chamados makerspaces), ou mesmo através de plataformas online que têm como objetivo fabricar o produto e enviá-lo para o designer ou usuário. (NEVES, 2014, p. 49).

Nas comunidades de inovação aberta, os participantes se auto selecionam. São atraídos para projetos fascinantes e para pessoas inteligentes, e quando o trabalho é aberto e atraente, os melhores e mais brilhantes o procuram. Aprendi isso em primeira mão, na minha própria comunidade de robótica. (ANDERSON, 2012, p. 165-166).

[...] a figura deste inovador é representada, em sua maioria, por pessoas do sexo masculino cujo nível de escolaridade é alto e relacionado a áreas de estudo mais técnicas, como a engenharia. Estes inovadores, por suas práticas, paixão e hobby, alcançam as competências profissionais que lhes permitem desenvolver novos produtos. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 62).

Afinal, a real força de um fab lab não é técnica; é social. As pessoas inovadoras que impulsionam a economia do conhecimento compartilham um traço comum: por definição, elas não são boas em seguir regras. Para poder inventar, as pessoas precisam questionar as suposições. Eles precisam estudar e trabalhar em ambientes onde é seguro fazer isso. Instituições de ensino e pesquisa avançadas têm espaço para apenas algumas milhares dessas pessoas. Ao trazer ambientes acolhedores para os inovadores onde quer que estejam, essa revolução digital possibilitará o aproveitamento de uma fração maior da capacidade cerebral do planeta. (GERSHENFELD, 2012, p. 57, tradução minha).

O projeto Fabricação Digital tem como objetivo definir estratégias para inserir pensamentos e práticas da fabricação digital na formação de profissionais do *design* da arquitetura. Através da interdisciplinaridade, compartilhamento e aprendizagem com práticas inovadoras, as redes colaborativas constituem-se como instância de disseminação da inovação no desenvolvimento do projeto e da fabricação de produto com o uso de modelos digitais. (CARDOSO; RAMOS, 2014, p. 10).

Assim, mais do que um simples espaço físico, o fab lab deve ser associado a uma atitude 'faça você mesmo', que envolve pesquisa, empreendedorismo e educação visando alcançar a inovação por meio do fazer. (QUINTELA *et al.*, 2016, p. 1).

Esta abertura, chave do sucesso e da popularidade dos Fab Labs, facilita os encontros, o acaso e o desenvolvimento de métodos inovadores para o cruzamento de competências. Estes espaços abertos a todos e acessível (tarifas baixas ou mesmo o acesso livre) favorece a redução de barreiras à inovação e à constituição de um terreno fértil à inovação. (NEVES, 2014, p. 133).

[...] a partir de nossa participação mais ativa (a pesquisadora fez um longo período de imersão em alguns laboratórios da rede) e de diversas experiências práticas e conversas acerca do tema, algo ainda mais amplo se abriu: o fato destes ambientes Fab Labs serem potencializadores de um tipo de inovação que somente é atingida através da abertura e colaboração. Portanto, mais do que fábricas de bairro, Fab Labs passaram a ser ambientes físicos necessários a socialização, a qual segundo alguns estudiosos do tema da inovação, são fundamentais para que ela emergja. (NEVES, 2014, p. 129).

Através de diferentes dinâmicas se desperta a sensibilidade e se ensina a olhar de uma maneira diferenciada. A fabricação digital e a eletrônica são nossas formas de materializar as ideias concebidas. (ANGELO *et al.*, 2012, p. 384).

Sejam eles abertos ao público ou não, o objetivo está em proporcionar aos usuários um espaço de criatividade e inovação, onde sujeitos de diferentes perfis de formação e profissional sejam levados a trabalhar em projetos colaborativos. (SAMAGAIA; DELIZOICOV, 2015 p. 3).

Tais espaços também promovem uma livre interação entre as mentalidades 'criativas' e 'tecnológicas', incentivando alunos de engenharia a desenvolverem seus potenciais criativos, e alunos de profissões criativas (como design e arquitetura) a lidarem com os desafios técnicos implicados na materialização e validação de uma ideia. Essa característica configura esse tipo de laboratório como um ambiente potencializador da inovação. (QUINTELA *et al.*, 2016, p. 4).

Os objetivos do projeto são os mais diversos: ensinar as técnicas e ferramentas necessárias para a fabricação digital; ensinar a inventar através da estimulação do pensamento; estimular as habilidades individuais; desenvolver a inteligência emocional [...] estimular o pensamento criativo em um contexto de cooperação, jogo e aprendizado. (ANGELO *et al.*, 2012, p. 384).

O modelo componencial da criatividade dá ênfase ao papel da motivação e dos fatores sociais no desenvolvimento da criatividade. Assim, embora as características individuais se mantenham

relevantes nos processos criativos, seu caráter de interação social é destacado. (MEIRA; RIBEIRO, 2016, p. 2).

Por fim, nota-se que a interação entre maquinário e usuários é vital para o bom funcionamento de um Fab Lab, uma vez que o resultado do que será extraído do equipamento depende da capacidade, habilidade e criatividade daquele que o usufrui. Assim, quando se une a necessidade da comunidade com o potencial do Fab Lab, tem-se um ambiente criativo, inclusivo e inovador, resultando no melhor desenvolvimento da região. (AMARAL *et al.*, 2018, p. 6).

O Fab Lab Kids Barcelona tem como objetivo promover o pensamento reflexivo, analítico e crítico. Seu programa é direcionado a crianças entre 10 e 16 anos, as quais são convidadas a desenvolver sua inteligência, criatividade e imaginação por meio de aspectos técnicos. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 57).

A educação tecnológica não deve se tratar de preparar o indivíduo para exercitar procedimentos mecânicos, limitando-se ao treinamento para o uso de ferramentas, mas sim entender seus conteúdos no contexto global da história e suas relações com a sociedade, adquirir capacidade para raciocinar sobre modelos produtivos por meio de elementos críticos, compreender a realidade da produção, apreciar tendências e reconhecer seus limites. (AGUIAR, 2016, p. 51).

As mentes mais criativas realmente estão habitando estes espaços alternativos e, através de seus processos colaborativos e inovadores, estão concretizando a revolução econômica, tecnológica e social tão esperada e desejada por todos. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 69).

Os fatores fundamentais nas aulas são criatividade, tecnologia e empreendedorismo. E estes temas são alcançados através das diferentes atividades propostas que podem ser, por exemplo, a fabricação de seus próprios skates ou robôs, programação de jogos para vídeo games, impressão de brinquedos, entre outros. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 56).

Categoria 3 – Fabricação Digital para proporcionar a aprendizagem

É possível inferir que houve um estímulo aos participantes desenvolverem suas linguagens gráficas na medida em que seus desenhos iriam ser fabricados por uma impressora de três dimensões. Nesse aspecto, aponta-se para a tecnologia como estímulo no desenvolvimento da linguagem do aluno. (ANGELO, 2015, p. 114).

[...] devido à necessidade de saber sobre os conceitos físicos envolvidos no funcionamento das impressoras 3D para a tomada de decisões adequadas sobre a aquisição de uma impressora 3D ou seus suprimentos, ocorre uma situação estimuladora ao aprendizado de conceitos e princípios. (AGUIAR, 2016, p. 171).

[...] o processo de aprendizagem realiza-se quando uma situação estimuladora afeta de tal maneira o aprendiz que a performance por ele apresentada antes de entrar em contato com essa situação se modifica depois de ser nela colocado. A modificação da performance é o que nos leva à conclusão de que a aprendizagem se realizou. (AGUIAR, 2016, p. 63).

[...] a oficina ofereceu uma vivência entre elementos básicos de eletrônica na intenção de despertar o interesse para disciplinas escolares como a matemática. (ANGELO, 2015, p. 109).

A motivação, o uso da programação como objeto de aprendizagem para fundamentos de eletricidade e a inclusão de deficientes visuais no ambiente de fabricação digital são aspectos relevantes neste processo de desenvolvimento [...] Um dos fatores que se apresentou como catalisadores no processo de aprendizagem foi a motivação. (CORRÊA *et al.*, 2015, p. 3).

A maioria das escolas submetidas ao projeto-piloto relataram que altos níveis de motivação afetaram os alunos e isso gerou um aumento de interesse nos currículos de ciências, tecnologia e matemática. (AGUIAR, 2016, p. 21).

Ainda em contraposição à forma dos casos de estudo e de acordo com a abordagem construtivista, procurou-se uma forma base em que não só fosse aplicável a fabricação digital, mas que também se aproximasse da linguagem dos usuários, facilitando a interação aluno-estrutura e despertando a curiosidade dos usuários de modo lúdico e imaginativo. (PACINI *et al.*, 2017, p. 4).

Os estudantes apresentaram interesse em especial em conhecer a impressora 3D. O leque de possibilidades dessa tecnologia despertou a curiosidade de seus observadores, que buscam desvendar o seu funcionamento. A tecnologia embutida na impressora faz com que ela seja um produto com um nível de complexidade elevado, o que aguça a curiosidade dos jovens estudantes. (SANTANA *et al.*, 2016, p. 219).

O projetista estudante, pode vivenciar experiências que contribuam para a concretização de seu trabalho, desenvolvendo algo de seu interesse e com ferramentas que viabilizem a implementação de um trabalho singular e dinâmico. (SANTANA *et al.*, 2016, p. 213).

O ponto que mais chama a atenção nesse tipo de atividade é a concentração e o interesse dos alunos. Normalmente em aulas apenas teóricas, após pouco tempo de explanação, observa-se o aumento do desinteresse dos alunos pela exposição da matéria, os quais começam a desviar sua atenção para outros interesses. (FARIA; BRAZ, 2016, p. 2).

As contribuições pedagógicas do uso do ambiente LabTEC@ foram perceptíveis nestes dois últimos semestres (2014-2 e 2015-1) onde se constatou um aumento do interesse e da participação dos alunos nas discussões realizadas em sala de aula, bem como o questionamento por eles sobre o que vem a ser um Recurso Educativo Aberto de qualidade que contribua significativamente para a aprendizagem no ensino médio. (CORRÊA; BECK, 2015, p. 897).

[...] o conhecimento técnico formal, particular do objeto, torna-se alicerce para um conhecimento maior da própria realidade do homem junto de tecnologias que medeiam sua relação com o mundo. Isto é potencial de espaços de construção digital [...] Na nascente do FabLearn, está a ideia de que estudantes *tentem* ou *aprimorem* algo que tenham interesse em trabalhar. (SILVA, 2017, p. 218).

Apesar destas diferenças, a equipe mostrou perseverança ao longo do projeto, e foi capaz de usar suas diferentes abordagens ao fracasso como uma característica da sua estratégia coletiva de solução de problemas, em vez de uma dificuldade. Estes alunos foram capazes de experimentar um projeto real de engenharia, porque eles tinham o espaço e tempo para falhar e tentar novamente, e uma forte motivação para prosseguir a sua própria ideia. (BLIKSTEIN, 2013, p. 214, tradução minha).

A fabricação digital e o *making* podem ser um novo e importante capítulo nesse processo de levar ideias, literacias e ferramentas expressivas para as crianças. [...] Além disso, há apelos em todos os lugares para abordagens educacionais que estimulam a criatividade e a inventividade. (BLIKSTEIN, 2013, p. 204, tradução minha).

[...] uma vez superado o desafio de operar uma impressora 3D ou cortadora a laser, assim como modelar um objeto 3D ou projetar as peças e placas a serem cortadas, as máquinas passam a compor o leque de ferramentas aprendidas, dando autonomia ao estudante maker. (RAABE, 2018, p. 137-138).

[...] a constituição de um espaço para a educação onde crianças e jovens poderão desenvolver projetos, descobrir por elas mesmas e, conseqüentemente, aprender de uma maneira mais criativa e autônoma, sob a perspectiva da educação *maker*. (CORDOVA; VARGAS, 2016, p. 1).

Entre as possibilidades existentes estão os projetos e ações que permitem a participação ao invés da simples visitação dos espaços, como os grupos e espaços makers aqui explorados. Diferente do trabalho desenvolvido nas aulas de ciências, estas iniciativas não se propõem a isolar e apresentar conteúdos aos participantes mas sim, a proporcionar a possibilidade de adquirir uma ampla rede de conhecimentos indissociáveis, organizados em uma estrutura fundamentada na autonomia, no interesse individual e no prazer de cada sujeito em permanecer no processo. (SAMAGAIA; DELIZOICOV, 2015 p. 7).

[...] pode-se entender o Construcionismo como uma vertente do Construtivismo onde o conceito de aprendizagem fundamentado na construção do conhecimento permanece válida, porém o estudante constrói seu conhecimento a partir do fazer, criando objetos concretos e compartilháveis. Além disso, o estudante não faz qualquer coisa, e sim aquilo que lhe traz motivação pessoal. (RAABE, 2018, p. 139).

[...] a teoria do construcionismo prevê que a atividade de criar coisas em que as pessoas estão pessoalmente envolvidas propicia aprendizado, pois nessas construções é necessário trabalhar com conceitos como os de ciências, matemática, arquitetura e artes. (AGUIAR, 2016, p. 55).

A base Piagetiana na construção digital, para Blikstein, é aplicada nas escolas pelo Construcionismo de Papert nas relações da pessoa com o artefato, sejam robôs, programas de computador, filmes, música, etc. (SILVA, 2017, p. 194-195).

Em todos os trabalhos de campo, houve a contraposição entre a área de projeto e as tecnologias digitais de suporte ao aprendizado. De acordo com os trabalhos de campo, houve uma intensificação maior nesse ponto quando os participantes desenvolviam seus próprios projetos. (ANGELO, 2015, p. 107-108).

Não existem aulas expositivas ou quaisquer outras modalidades de instrução formal, e por isso os estudantes descobrem o que precisam através de pesquisas, tendo apoio individualizado dos facilitadores e professores. (RAABE, 2018, p. 140).

Para Blikstein, não se pode assumir que toda criança é hacker inata. Afirma que nem toda criança emergirá em um laboratório *maker* criando algo inovativo ou completamente sem instrução, sem auxílio de educadores. “Alguns irão, outros não”. Segundo a reportagem, Blikstein afirmou que “quando começamos a falar que toda criança deveria ser um hacker, isto pode parecer muito bom, mas não é como a média dos estudantes aprende. A média dos estudantes precisa de algum tipo de estrutura ou facilitação. (SILVA, 2017, p. 125).

O projeto pressupõe que os próprios grupos de estudantes escolham a máquina térmica que desejam construir, ressaltando o papel autônomo dos estudantes no processo de aprendizagem. A realização da atividade se dá, via de regra, fora do ambiente escolar formal, com a interação dos estudantes sendo mais livre e não regulada diretamente pelo professor, estimulando que a atividade seja mais prazerosa. (MEIRA; RIBEIRO, 2016, p. 3).

Ao final, os pesquisadores disseram que o experimento deu algumas indicações sobre os efeitos que a impressão 3D pode ter como ferramenta de aprendizagem. Ela pode ajudar o estudante a pensar diferente e a ver o mundo de outra maneira. Junto a outras TIC, ajuda a formar ambientes que dão o estímulo adequado a estudantes que se apresentam indiferentes na escola, pois possibilita que eles aprendam por conta própria mediante exploração. (AGUIAR, 2016, p. 47).

A partir de um início complexo e desafiador, os estudantes passaram a ser protagonistas do seu aprendizado, vindo por fim a falar com propriedade sobre o tema para os colegas, inclusive criticando projetos cujo desempenho estava aquém dos critérios de avaliação. (MEIRA; RIBEIRO, 2016, p. 3).

Um estudante que busca por conta própria aprender conteúdos, como os ensinados na escola, de forma a conseguir criar objetos com a impressora 3D, não é apenas um construtor, um *maker*, ele também é um aprendiz. O ato de construir esses objetos deixa de ser simplesmente uma situação do tipo “Do-It-Yourself” (faça-você-mesmo) para se tornar uma situação “Learn-It-Yourself” (aprenda-você-mesmo). (AGUIAR, 2016, p. 189).

[...] na mentalidade *maker* há um interesse individual em querer criar algum artefato que tenha significado para a pessoa que o faz. A motivação gerada pelo interesse pessoal e a livre escolha fomentam a aprendizagem de habilidades e conhecimentos necessários para continuar criando. (AGUIAR, 2016, p. 56).

Com a implantação da disciplina *Laboratório Maker*, de maneira geral, se observou que a liberdade recebida pelos estudantes do colégio não foi utilizada como esperado, gerando alguns problemas como ócio improdutivo [...] (RAABE, 2018, p. 145).

No *Laboratório Maker* percebemos cotidianamente as lacunas deixadas pelo ensino tradicional, tanto na aplicação de conhecimentos quanto no comportamento dos estudantes. No entanto, a constatação destas lacunas apenas renova nossas crenças de que é necessário repensar a educação, e que uma disciplina como o *Laboratório Maker*, ao fomentar a autonomia e possibilitar o aprimoramento de habilidades não trabalhadas no ensino tradicional, é um caminho possível. (RAABE, 2018, p. 146).

A forma como a liberdade recebida pelos estudantes foi utilizada também impactou nas áreas temáticas envolvidas nos projetos. Muitos acabaram trabalhando apenas em áreas que já possuíam afinidade, reduzindo a exploração de novas possibilidades. (RAABE, 2018, p. 142).

O movimento Maker está fortemente atrelado com o protagonismo dos estudantes, e para que este seja alcançado é fundamental que haja liberdade de criação em um nível nem sempre presente no ambiente escolar. (RAABE, 2018, p. 145).

A observação mais significativa do processo de aprendizagem dos estudantes envolvidos ao longo destes dois anos foi a importância do “self-learn” ou seja, da liberdade para o estudante conduzir seu próprio processo de aprendizagem. (CORRÊA *et al.*, 2015, p. 3).

Também é reconhecida por esta tese o potencial da construção digital como forma de atuação para a autonomia da pessoa educanda, pois permite que caixas-pretas sejam quebradas e que a transparência das tecnologias seja favorecida. (SILVA, 2017, p. 129).

A concepção destes novos ambientes de aprendizagem orientados à criatividade não pode descartar ainda a liberdade do indivíduo em conduzir seu próprio processo de aprendizagem, e deve ainda contribuir com recursos físicos, psicológicos e sociais para o empoderamento da ação social do mesmo. (CORRÊA *et al.*, 2015, p. 2).

[...] a educação em Fab Lab, em qualquer um dos seus cursos e workshops é baseada em “peer-to-peer learning, ou seja, uma prática educacional onde os estudantes interagem com outros estudantes para atingir os objetivos do aprendizado. A figura do professor não existe, mas sim a de Gurus que auxiliam os alunos a atingir suas metas e a compreender esta nova forma de educação. (NEVES, 2014, p. 149).

Os facilitadores do espaço devem criar um ambiente propício ao aprender com os outros, através da mediação entre o público, ferramentas técnicas, projetos e práticas inovadoras. O aprendizado por pares é um elemento essencial para ajudar a traduzir as ideias e desejos em projetos, e ajudar na correta utilização de máquinas e ferramentas. (NEVES, 2014, p. 227).

Percebemos que a interação com outras pessoas que estão desenvolvendo projetos, de diversos níveis educacionais e formações diferentes, como alunos de ensino médio, universitários, engenheiros, arquitetos e artesãos, colaboram expressivamente para otimizar o processo de aprendizagem, isso pelo fato de compartilharem suas experiências. (ONISAKI; VIEIRA, 2019, p. 132).

Tão interessante quanto a melhora da aparência do objeto construído pela impressora 3D, é o aprendizado que ocorre quando as comunidades virtuais interagem entre si para aprender a aplicar e difundir o método. (AGUIAR, 2016, p. 59).

Em um contexto de processo de aprendizagem, o estudo de um *hackerspace*, mais especificamente o Matehackers, se faz relevante, pois, assim como em outros *hackerspaces*, a aprendizagem se traduz no motivo que levou os membros do Matehackers a se organizarem em prol da troca de conhecimento de forma livre [...] Trata-se de uma organização que toma a aprendizagem como razão de ser e existir, na qual predomina o ideal de que o conhecimento não pode ser capitalizado, devendo ser compartilhado, livremente, através das práticas. (BURTET, 2014, p. 19).

As atividades e trabalhos descritos neste artigo ilustram a dinâmica de aprendizado e assimilação de conteúdo aplicados no laboratório, em que o “aprender fazendo” é requisito primordial na integração da tecnologia de materialização da forma com o processo de criação projetual. (PUPO, 2017, p. 12).

A finalidade do Matehackers é, acima de tudo, a aprendizagem, sendo esta considerada, pelos membros, de forma não reificada e não dicotômica. Por meio de um viés processual, o conhecimento e a aprendizagem são tidos por eles como algo que vai além do útil e do instrumental (BURTET, 2014, p. 166).

As atividades de extensão no PRONTO3D não se resumem às aqui descritas, mas expandem para públicos diversificados, com interesses dos mais variados, mas sempre com o foco no aprender fazendo, direcionando para que a materialização da forma seja uma aliada na compreensão projetual, espacial e cognitiva. (PUPO, 2017, p. 12).

Tanto a aprendizagem prática quanto o pensamento computacional convergem para um ensino que prioriza a criatividade, inventividade e produtividade dos estudantes, que são protagonistas no processo do desenvolvimento de seu próprio conhecimento. (SANTANA *et al.*, 2016, p. 212).

Os docentes podem valer-se do espaço para ministrar aulas, estimulando os alunos a desenvolver trabalhos práticos de fabricação digital nas diversas esferas (graduação, mestrado e doutorado), valendo-se das metodologias '*learnig by doing*' (aprender fazendo) e '*peer learning*' (aprendizagem entre pares). (QUINTELA *et al.*, 2016, p. 4).

O objetivo dos Fab Labs Acadêmicos é desenvolver uma cultura de aprendizagem através da prática, permitir aos estudantes a realização de projetos "colocando a mão na massa", mas também organizando um espaço transdisciplinar e aberto ao exterior. Estes Fab Labs são criados geralmente por universidades ou centros de ensino. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 18).

A possibilidade de incorporar esses novos meios de produção na pesquisa e desenvolvimento de novos produtos traz novas perspectivas de avanço e inovação no aprendizado e assimilação do conhecimento. A mudança de paradigma do processo de aprendizagem é entendida e baseada em pesquisa e experimentação. (PUPO, 2017, p. 6).

O processo é mais importante que o produto final, então a gente montou um produto que não serve para absolutamente nada, mas no momento em que as pessoas estavam lá elas foram aprendendo eletrônica, foram aprendendo computação, foram aprendendo várias coisas. (BURTET, 2014, p. 165).

Os cursos direcionados a crianças e jovens nos Fab Labs são chamados geralmente de Fab Lab Kids [...] Cada um deles possui metodologias que se diferem em certos pontos, mas todos seguem a linha do aprender fazendo. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 56).

[...] o aluno é avaliado pela realização e documentação das atividades semanais propostas e não pelo seu êxito. O importante é o processo e não o resultado final, desde que documentado e demonstrado que o aluno fez tudo para que a tarefa fosse cumprida da melhor maneira. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 59).

Durante nossa caminhada como estudantes e como educadores sempre sentimos falta de 'colocar a mão na massa' e com esse projeto tem sido possível tornar o aprendizado menos passivo e mais efetivo, tanto para os estudantes do ensino superior quanto para os estudantes que recebem esse projeto em suas escolas. (FARIA; BRAZ, 2016, p. 2).

O uso efetivo por parte dos alunos quanto ao ambiente, já denota um avanço na aprendizagem, uma vez que a construção de conteúdos implica na assimilação do tema trabalhado em sala de aula. (CORRÊA *et al.*, 2015, p. 4).

A experiência relatada nesse artigo teve como objetivo promover o pensamento computacional de forma criativa e inovadora, numa perspectiva construcionista baseada no aprendizado prático, com raízes na cultura *maker*, que oportuniza aos participantes criar sua própria tecnologia concretizando projetos pessoais, suprimindo suas necessidades em um ambiente inovador. (SANTANA *et al.*, 2016, p. 213).

[...] oportunizar aos alunos destas escolas um contato mais direto com esses conhecimentos e tecnologias colaborando com o aumento da motivação para o ensino/aprendizagem pelos alunos sobre os conceitos de física, robótica, eletrônica e programação. (FARIA; BRAZ, 2016, p. 2).

Defendemos que, ao trabalhar com este modelo de projeto, os estudantes são introduzidos em um contexto de formação científica que permite o desenvolvimento e a aplicação dos conceitos estudados na sala de aula para a produção tecnológica. (MEIRA; RIBEIRO, 2016, p. 1).

identifica-se a necessidade dos professores de ensino médio realizarem atividades experimentais utilizando a abordagem de demonstração e montagem com objetivo de ilustrar e tornar menos abstratos os conceitos ensinados, possibilitando que a aprendizagem fique mais interessante, motivando e potencializando a participação e aprendizagem dos alunos. (FARIA; BRAZ, 2016, p. 2).

Assim como visto anteriormente, as impressoras 3D viabilizam a prototipação rápida de objetos personalizáveis. Com a popularização da tecnologia nos dias atuais, essa característica favorece que professores produzam seus próprios materiais educativos, atendendo de forma mais assertiva às demandas que observam em suas práticas em sala de aula. (ONISAKI; VIEIRA, 2019, p. 130).

[...] o sucesso dos estudantes nesse projeto dependia, também, dos professores terem conhecimento sobre como utilizar a tecnologia de impressão 3D com a mesma finalidade. (AGUIAR, 2016, p. 22).

Sob a justificativa de que a tecnologia de impressão 3D tornou a criação de ferramentas mais acessível do que nunca, os autores publicaram um trabalho onde sugerem maneiras de utilizar essa tecnologia para auxiliar a visualização de conceitos e provas matemáticas, pois modelos físicos deixam a matemática mais perto dos aprendizes. (AGUIAR, 2016, p. 41).

Organizou-se, então, a oficina em forma de um minicurso. Seu objetivo era ensinar o processo desenvolvido por meio de aulas instrutivas e atividades práticas, para que, ao final, os participantes usassem esse processo, por conta própria, na criação de um objeto que eles poderiam utilizar como instrumento didático para auxiliar o ensino de algum conteúdo de ciências. (AGUIAR, 2016, p. 127).

[...] os alunos têm a oportunidade de se deparar com vários conceitos em engenharia e ciência de uma forma muito significativa, envolvente e contextualizada. Ideias abstratas se tornam significativas e concretas quando são necessárias para realizar uma tarefa dentro de um projeto; matemática torna-se uma necessidade em um projeto de história. (BLIKSTEIN, 2013, p. 219, tradução minha).

No que se refere a dinâmica das aulas, os estudantes utilizam o espaço para desenvolver projetos práticos que são escolhidos por eles contando com o apoio dos facilitadores (graduandos) e um professor do colégio. Os facilitadores auxiliam os estudantes a encontrar ideias para novos projetos e mostram o caminho para resolução de problemas. (RAABE, 2018, p. 140).

[...] consideramos que não bastam iniciativas que venham a instrumentalizar as escolas com impressoras 3D e viabilizar cursos meramente técnicos a professores se não forem articuladas ações para a ampliação cultural dos docentes na busca pelo conhecimento, utilizando recursos disponíveis do século XXI. (ONISAKI; VIEIRA, 2019, p. 136).

Categoria 4 – Fabricação Digital para promover a transformação no mundo do trabalho e na indústria

[...] podemos dizer que esta nova tecnologia acessível abriu um campo de possibilidades, sendo possível notar alterações na fabricação de produtos para um mercado de nicho, por exemplo, que exige maior personalização e colaboração com o usuário. (NEVES, 2014, p. 50).

[...] a tecnologia para criar e projetar novos produtos hoje está ao alcance de qualquer pessoa. Não é necessário investir em grandes fábricas dispendiosas nem recrutar vasta força de trabalho para converter suas ideias em realidade. A fabricação de novos produtos não é mais domínio de poucos, mas oportunidade para muitos. (ANDERSON, 2012, p. 56).

O que começou como mudança cultural - o fascínio pelas novas ferramentas de prototipagem digital e o desejo de estender o fenômeno online para o mundo real - já começa a atuar também como mudança econômica. O Movimento Maker já está transformando a cara do setor industrial, à medida que os instintos empreendedores se manifestam e os hobbies se convertem em pequenas empresas. (ANDERSON, 2012, p. 22).

[...] o movimento “Maker” possui um forte potencial a incitar uma evolução também no mundo do trabalho. Nos “hackerspaces”, é possível encontrar pessoas que vivem destas atividades e outras que se dedicam a ela no seu tempo livre. (SAMAGAIA; DELIZOICOV, 2015, p. 5).

[...] em um *hackerspace*, os membros prezam pelo direito de fazer coisas que possam não ter serventia econômica. O espaço caracteriza-se por ser um local composto por equipamentos, ferramentas e pessoas, sem nenhum compromisso com o mercado. (BURTET, 2014, p. 166).

[...] estamos agora passando pela época em que computadores conectados a máquinas pessoais começaram a possibilitar modos alternativos, alterando, assim, não somente a produção em si, mas a maneira como pensa-se a mesma. (NEVES, 2014, p. 50).

[...] a fabricação controlada por computador é mudança revolucionária de magnitude equivalente à da produção em massa. Não só será capaz de mudar os métodos de produção tradicionais de bens de consumo, mas também, por meio da impressão 3-D, terá condições de produzir em escalas tão pequenas, como em bioengenharia, quanto em escalas tão grandes, como em construção civil. (ANDERSON, 2012, p. 98).

Mesmo pregando um mundo virtual de distribuição de objetos pela internet, os argumentos identificados ao movimento *maker*, principalmente os coerentes com a obra de Anderson apresentada nesta tese, frequentemente mostraram uma preocupação com preparar a força de trabalho para esta nova época. É uma repetição histórica: a mão de obra treinada para lidar com as tecnologias que são mensagens de reforço das situações econômicas e sociais vigentes em cada época. (SILVA, 2017, p. 224).

Este novo tempo certamente não visa abalar a estrutura consolidada do mercado – no caso específico, do mercado de bens e serviços de computação para a oportunidade de construção digital. As ideias continuarão a serem produzidas e consumidas seguindo determinações de corte social e classificatório; tradicional dentro de uma perspectiva de fetiche pela tecnologia, portanto. (SILVA, 2017, p. 224).

Nada mais longe do conceito de revolução: da leitura, depreende-se que o movimento Maker pretendido por Anderson é uma acomodação a um sistema social e econômico vigente. (SILVA, 2017, p. 150).

[...] o “transmitir coisas” pode ser entendido como uma comunicação unidirecional, onde produtores distribuirão para consumidores. Dessa forma, o espaço de construção torna-se apenas um ponto de centralização e de poder, onde a participação da base não ocorre por uma série de fatores culturais de atraso, transformando essa revolução em mais uma consolidação de situação. (SILVA, 2017, p. 133-134).

[...] a manufatura de apetrechos, exclusiva das indústrias, torna-se possível de ser criada virtualmente, sendo produzidos em centros de fabricação digital ou na residência do interessado. (MONEZI, 2018, p. 18).

Não se trata de tentar reproduzir num Fab Lab um processo fabril de produção em massa, mas sim de se criar novos processos de produção que atendem a um público também em mudança. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 63-64).

[...] é possível mediante programas processar tanto os átomos como os bits, digitalizando a fabricação da mesma forma que as comunicações e a computação foram anteriormente digitalizadas. Deste modo, a ideia da fábrica da Revolução Industrial está mudando. (CABEZA *et al.*, 2016, p. 1).

[...] no movimento *maker*, a ideia de uma nova revolução industrial é extremamente comum ao discutir-se construção digital e, mais especificamente, *Fab Labs*. A discussão sobre uma alegada revolução industrial contém, assim, as discussões sobre o design nesses espaços que são considerados como suporte a uma possível nova indústria baseada em construção digital pessoal. (SILVA *et al.*, 2016, p. 4).

Sabemos que é bastante difícil falar sobre uma “Terceira” ou “Nova Revolução Industrial” ainda vivendo num mundo imerso em um processo fabril verticalizado e analógico. Porém, como esta tese pretende ser um estudo vivo e um relato das transformações pelas quais o universo do Design tem passado, esta reflexão antecipada faz-se necessária a fim de analisar as transformações em curso. (NEVES, 2014, p. 39).

[...] o sistema produtivo que, no âmbito da “Segunda Revolução Industrial”, é pensado em partes, aqui ganha novos ares e funciona de maneira única e conectada. E o designer, acostumado a trabalhar somente em uma parte deste processo (criação, ideia), agora possui a alternativa de pensar no objeto de forma global, desde a criação, até a entrega ao usuário, bem como o usuário, que também pode assumir novos papéis no processo como um todo. (NEVES, 2014, p. 49).

O que vem causando um impacto revolucionário é a lógica do digital, que vem transformando a maneira como se produz. As máquinas, quando isoladas, continuarão produzindo cópias do que já é feito na indústria atual. E isto não representa uma revolução ou uma inovação. (NEVES, 2014, p. 49).

Mesmo não apresentando o interesse específico em reforçar as questões sociais de tecnologias e práticas propostas sob o manto de FabLab, Gershenfeld não vê uma revolução em curso, pois esta seria muito mais identificada pelos expectadores do que pelos praticantes da construção utilizando recursos digitais. (SILVA, 2017, p. 223).

A fabricação digital introduz um novo tipo de 'fluxo de trabalho.' Diferentemente de um laboratório de ciências ou de uma oficina de robótica, em que cada grupo trabalha de forma autônoma com um kit, em um FabLab há apenas um cortador de laser. Isso gera pressão por produtividade e divisão do trabalho que poderia ser produtivo ou incapacitante. (BLIKSTEIN, 2013, p. 217, tradução minha).

[...] o Movimento Maker tem mais a ver com autossuficiência - fazer coisas para o próprio uso - do que com empreendedorismo e empresariado. [...] A ideia, então, não era criar grandes empresas, mas, sim, libertar-nos das grandes empresas. (ANDERSON, 2012, p. 252).

O propósito desta maneira alternativa de produção não é o de recriar o que acontecia antes da Primeira Revolução Industrial, quando a produção acontecia dentro das casas através das mãos de toda a família, mas sim colocar o controle da criação da tecnologia novamente nas mãos dos seus usuários, como aconteceu com a personalização dos computadores. (NEVES, 2014, p. 51).

A fabricação digital permitirá que os indivíduos projetem e produzam objetos tangíveis sob demanda, onde e quando precisarem deles. O acesso generalizado a essas tecnologias desafiará os modelos tradicionais de negócios, ajuda externa e educação. (GERSHENFELD, 2012, p. 43, tradução minha).

A manufatura pessoal dá fôlego, por exemplo, ao desenvolvimento da cultura *Do-It-Yourself (DIY)* - faça você mesmo – ou “*maker movement*”, na qual os adeptos praticam a experimentação, o *design* e a produção de coisas em casa. Esses construtores passarão gradualmente da “prototipagem” para a “manufatura”. (AGUIAR, 2016, p. 55).

Embora FabLab seja constituído de equipamentos, depreende-se que a proposta central de Gershenfeld está na transmissão de objetos pela internet, estimulando uma forma de distribuição de criações e permitindo a produção local de coisas. Não se trata, então, de somente de imprimir coisas nos equipamentos do laboratório; a base está em cria-las e compartilha-las digitalmente [...] A criação distribuída discutida por Gershenfeld é um processo pelo qual as pessoas vão dominando a realidade, humanizando-se. As pessoas tornam-se fazedores a partir das relações com a realidade. (SILVA, 2017, p. 136).

Num primeiro momento, a grande característica de um Fab Lab é proporcionar a qualquer pessoa a

possibilidade de fabricar objetos de forma alternativa. Ou seja, em alguns casos já não seria mais necessária a participação da grande fábrica no processo de produção de um objeto, principalmente se ele tiver sido pensado de forma personalizada ou para um mercado de nicho. (NEVES, 2014, p. 129).

[...] o moderno Movimento Maker se baseia na fabricação digital de alta tecnologia e possibilita que pessoas comuns explorem à vontade a capacidade das grandes fábricas para fazerem o que quiserem. É a combinação perfeita de inventar no âmbito local e produzir no âmbito global, atendendo a mercados de nicho definidos pelo gosto, não pela geografia. (ANDERSON, 2012, p. 79).

[...] a revolução apresentada pelos Fab Labs está na abertura a tecnologias que até então eram disponibilizadas apenas para uma minoria. Tais tecnologias e equipamentos despertam o potencial dos usuários a fazerem coisas que antes eram impensáveis. (AMARAL *et al.*, 2018, p. 2).

As pessoas poderão se tornar seu próprio fabricante, pois as impressoras 3D possibilitam a manufatura em nível pessoal, podendo substituir atividades até então remuneradas na indústria. [...] muitas tarefas, exercidas anteriormente pelo trabalho remunerado, serão transformadas pela tecnologia em trabalho próprio, incluindo o consumidor como parte importante no processo de produção. Os lares, aos poucos, transformar-se-ão em pequenas fábricas, funcionando ao lado da tradicional superestrutura da indústria. (AGUIAR, 2016, p. 55).

[...] eu percebi que o “killer product” (aquele que desencadeia o surgimento de um mercado) da fabricação pessoal é o produto que trata de um mercado de uma pessoa. Não há necessidade de proceder a tais dispositivos para fabricar um produto que encontramos na grande distribuição, mas eles são úteis para fabricar o que é único. Os estudantes portanto inverteram as máquinas para inventar a fabricação pessoal. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 11).

A fabricação digital é mais acessível aos fazedores (*Makers*), isso muda o paradigma da criação unidirecional para multidirecional. Assim, a dinâmica de criação de valor permite que cada indivíduo ou corporação desenvolva exatamente o que quer; em vez de se limitar a opções disponíveis no mercado; o usuário tem a possibilidade de co-fabricar e co-projetar e contruir seus próprios artefatos, serviços ou sistemas, junto com designers e comunidades de fazedores. Isso é um retorno ao modelo da indústria artesanal de produção e consumo que não se via desde os primeiros dias da produção industrial. (CABEZA *et al.*, 2016, p. 1).

Ao mesmo tempo, as fábricas do mundo estão abrindo as portas, oferecendo fabricação pela Web, como serviço por encomenda, a qualquer pessoa com design digital e cartão de crédito. Permite que toda uma nova classe de criadores passe a produzir, convertendo seus protótipos em produtos, sem precisar construir a própria fábrica ou até fundar a própria empresa. (ANDERSON, 2012, p. 75).

APÊNDICE C – PORTAL DE CONTEÚDO *ONLINE* NA VERSÃO PARA *SMARTPHONE*

<p>Menu:</p> 	<p>Tela da <i>homepage</i>:</p> 
<p>Tela da Página Sobre:</p> 	<p>Tela da Página Projetos:</p> 

Tela da Página Notícias:



Notícias



Estudantes de Belo Jardim vêm ao Recife para apresentar soluções tecnológicas

O programa Empreendedorismo e Inovação Maker é oferecido pelo Fab Lab Recife. Os jovens foram selecionados a partir de uma dinâmica com 80 inscritos, de idade entre 15 e 23 anos de escolas técnicas do município

Tela da Página Webinário:



Webinário 1 - O que é a F...

(le)per ação Digital

Webinário 1 - O que é a Fabricação Digital?

Este primeiro webinário trata sobre temas gerais da pesquisa, tais como fabricação, revoluções digitais, fab labs e Movimento Maker. Também explico neste vídeo, um pouco mais sobre pesquisa desenvolvida.

Webinário 2 - Dissemina...

APÊNDICE D - TESTE DE APLICAÇÃO DO WEBINÁRIO 1

No dia 14 de outubro de 2019, às 21h, testei o Webinário 1, disponibilizado por meio da plataforma de vídeos YouTube⁴⁰, no qual os espectadores puderam assistir e interagir com o vídeo, por meio de perguntas e comentários. Primeiramente, divulguei o projeto por meio da minha página pessoal do Facebook⁴¹, com um *flyer* promocional que construí com as informações sobre o Webinário, que exibo na figura a seguir:

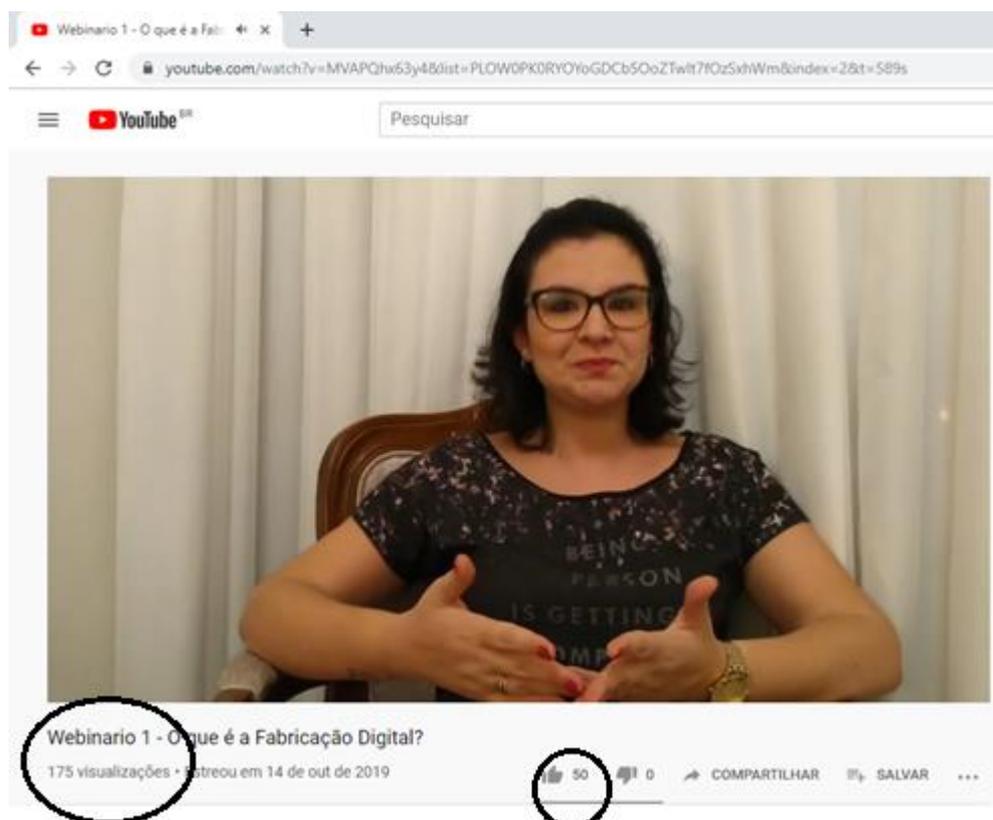


O Webinário obteve, em dois dias, 175 visualizações e 50 curtidas, conforme demonstro na figura a seguir. Os usuários interagiram por *chat* durante a transmissão e por comentários, depois e nos dias seguintes, como é possível observar nas próximas imagens. A interação envolveu desde dúvidas sobre os temas até questionamentos acerca do meu projeto. Ao acessar o vídeo, ainda é possível ler as mensagens, tanto do *chat* quanto dos comentários.

⁴⁰ O vídeo foi disponibilizado através do link: <https://www.youtube.com/watch?v=MVAPQhx63y4&list=PLOW0PK0RYOYoGDCb5OoZTwt7fOzSxh.Wm&index=2&t=0s&fbclid=IwAR1fj0CsB3tLf7wQWX988VwtbSI3W7LZEeDRaT22ITicDRjMneRoUTL8nn0> e também inserido na playlist www.youtube.com/playlist?list=PLOW0PK0RYOYoGDCb5OoZTwt7fOzSxhWm.

⁴¹ <https://www.facebook.com/bflordarosa>.

Transmissão do Webinário 1:



Chat durante a transmissão do vídeo:

Webinário 1 - O que é a Fabricação Digital?

103 visualizações • Estreou há 64 minutos

30:48 / 35:19

41 0 COMPARTILHAR SALVAR

Repetição do chat ao vivo

- 24:17 Fernanda Haisereder os fabLabs são abertos ao público ou são espaços mais destinados para estudantes?
- 25:38 Bruna Flor da Rosa Existem de diversos tipos: públicos, privados, acadêmicos e comunitários. Todos têm o open day, que farei mais adiante no vídeo. Mas basicamente é um dia livre aberto à comunidade.
- 25:52 Fabiana Leindeker Oi Bruna. Gostaria de saber de onde surgiu teu interesse em conhecer sobre movimento maker?
- 26:23 Ana Rosaura Moraes Springer Estou adorando a maneira com que tu está abordando este tema. Está sendo bastante esclarecedor.
- 26:33 Euridice Segaspini Peixoto Fico curiosa em saber como se deu a mudança do perfil do usuário de produtor de conteúdo para produtor de objetos (web 3.0)... 🤖
- 26:58 Bruna Flor da Rosa Oi Fabiana. Surgiu por indicação da minha orientadora profª Carine. Então comecei a conversar com meu coorientador, prof. André, coordenador do PoaLab do IFRS
- 28:40 Bruna Flor da Rosa Oi Euridice. Acredito que se deu na mudança para a 4ª revolução industrial, na qual passamos a não apenas utilizar tecnologias digitais, mas a interagir fisicamente com elas.

Comentários no vídeo:

YouTube BR

Pesquisar

Fernanda Haiseder 1 dia atrás
 Você comentou sobre aprendizagem, há alguma idade mais indicada para inserir uma criança nesse universo? A criança geralmente já tem uma criatividade bem aguçada, a fabricação digital poderia ser utilizada para 'aproveitar' melhor essa fase da criança? Extraindo mais suas ideias e instigando-as a criar mais?
 2 1 1 RESPONDER

Bruna Flor da Rosa 1 dia atrás
 Oi Fernanda. Acho que a partir de qualquer idade a criança já pode ser maker! Mas pelo que tenho observado dos projetos, as faixas etárias são entre 7 a 12 anos. Principalmente quando envolve máquinas de fabricação digital, algumas não são muito seguras e precisam de cuidado.
 1 1 1 RESPONDER

Ana Rosaura Moraes Springer 1 dia atrás
 A construção de um manual impresso poderia ser elaborado e impresso no FABLAB?
 1 1 1 RESPONDER

Bruna Flor da Rosa 1 dia atrás
 Oi Ana. Em qual material seria esse manual? papel? acredito que sim
 2 1 1 RESPONDER

Lisiane Zanella 1 dia atrás
 Oi Bruna, tudo bem? Sou profe de biologia e achei bem legal a ideia de imprimir coração em 3D. Gostaria de saber se existem escolas que desenvolvem projetos de fabricação digital vinculadas a um fablab. Em caso afirmativo, poderia me dar exemplos, por favor?
 2 1 1 RESPONDER

Bruna Flor da Rosa 1 dia atrás
 Oi Lisiane. Existem sim. Nos próximos vídeos eu falo mais sobre isto. Mas existem escolas, geralmente particulares, que tem fab labs. Existem também algumas que contratam projetos particulares ou levam seus alunos a participarem destes projetos, como o Educação Maker da rede Sesi.
 1 1 1 RESPONDER

Bruna Flor da Rosa 1 dia atrás
 Existem também projetos em parcerias com municípios que levam os laboratórios até a escola ou as escolas até os laboratórios. No vídeo de amanhã, sobre disseminação e democratização de tecnologias, eu falo mais sobre este assunto
 1 1 1 RESPONDER

Gabriel Silveira Pereira 1 dia atrás
 Oi, professora! Tudo bem? Também sou estudante de Mestrado e fiquei bastante curioso pra saber mais sobre a análise dos documentos até chegar nos três enfoques principais.
 1 1 1 RESPONDER

Bruna Flor da Rosa 1 dia atrás
 Oi Gabriel, tudo bem! Eu analisei teses, dissertações, livros e artigos. Comecei marcando o que chamava mais minha atenção. Então selecionei excertos de textos e classifiquei estes excertos de acordo com a similaridade de assuntos. A primeira classificação render 12 grupos. No segundo refinamento, diminui para 4 grupos. Como era inviável escrever todos os assuntos pertinentes aos 4 grupos, observei quais enfoques eram mais tratados nestes grupos, até que cheguei nos 3 enfoques que comento neste webinar. Os próximos webinários tratam sobre cada um dos enfoques. Assista hoje, às 21h! Um abraço
 Ler mais
 1 1 1 RESPONDER

Considerei o Webinário (Re)pensar a Fabricação Digital, além de relevante para esta pesquisa, uma oportunidade de compartilhar algumas problematizações sobre a FD e os assuntos relacionados a esse contexto. Essa experiência, que me permitiu compreender que é possível pensar de outros modos a FD e dividir com outros indivíduos as reflexões traçadas nesta trajetória, foi muito gratificante.

ANEXO A – MANIFESTO DO MOVIMENTO *MAKER*

Faça

Fazer é a maior característica dos seres humanos. Nós temos que fazer, criar, e expressar nós mesmos, para nos sentirmos completos e felizes.

Este sentimento é muito forte quando fazemos coisas materiais. Estas coisas passam a ser pedaços de nós mesmos e parecem incorporar partes do nosso ego.

Compartilhe

Compartilhando o que você faz e o que você aprendeu sobre o que fez é a forma pela qual esta satisfação de fazer é percebida. Você não pode fazer e não compartilhar. Fica sem graça e sem sentido!

Presenteie

Há poucas coisas mais desprendidas e prazerosas do que presentear com coisas que você mesmo fez! O ato de fazer coloca um pouco de você no objeto. Presentear alguém é como dar um pedaço do seu verdadeiro eu. Estes presentes em geral se tornam os bens mais estimados que possuem.

Aprenda

Você deve aprender para fazer o melhor possível. Você deve sempre buscar aprender mais sobre os seus feitos. Mesmo que você já seja um especialista ou um artesão experiente você ainda precisará aprender, querer aprender, e forçar-se a buscar novas técnicas, materiais e processos. Construir um caminho de aprendizagem ao longo da sua vida garante uma existência produtiva, e feliz.

Equipe-se

Você deve ter acesso às ferramentas adequadas para os seus projetos. Investir e desenvolver acesso local a todas as ferramentas que você precisa para fazer o que você deseja fazer. As ferramentas nunca foram tão baratas, acessíveis, fáceis de usar e poderosas.

Divirta-se

Divirta-se com o que você estiver fazendo, e você vai se surpreender, e se orgulhar com o que vai descobrir.

Participe

Junte-se ao Movimento Maker e espalhe para todos a sua volta, o prazer de fazer. Participe de seminários, festas, eventos, feiras, exposições, aulas e encontros com outros makers e participe de grupos de discussão.

Apoie

Este é um movimento que exige apoio emocional, intelectual, financeiro, político e institucional. A melhor esperança de mudar o mundo somos nós, e nós somos os únicos responsáveis por fazer um futuro melhor.

Mude

Aceite as mudanças que naturalmente vão ocorrer enquanto você for avançando nesta missão. Uma vez que fazer é a principal característica dos humanos, você começará a estar cada vez mais parecido e conectado às coisas que você faz.

Permita-se errar

Seja tolerante com os seus erros, aprenda com eles, recomece! Atinja o grau de perfeição que você quiser, mas não deixe de fazer e refazer por medo de errar.

A única coisa que exige sua perfeição é a sua segurança e dos demais à sua volta.