

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

RODRIGO BARBOSA E SILVA

**Para além do movimento maker: Um contraste de diferentes
tendências em espaços de construção digital na Educação**

TESE DE DOUTORADO

CURITIBA

2017

RODRIGO BARBOSA E SILVA

**Para além do movimento maker: Um contraste de diferentes
tendências em espaços de construção digital na Educação**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Tecnologia e Sociedade – Área de Concentração: Tecnologia e Sociedade.
Orientador: Luiz Ernesto Merkle, Ph.D.

CURITIBA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S586p
2017

Silva, Rodrigo Barbosa e

Para além do movimento maker : um contraste de diferentes tendências em espaços de construção digital na educação / Rodrigo Barbosa e Silva. -- Curitiba, PR : 2017. 240 p.

Tese (Doutorado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade, Curitiba, 2017.

Bibliografia: p. [231]-240

1. Pinto, Álvaro Vieira, 1909-1987 - Crítica e interpretação. 2. Inclusão digital. 3. Freire, Paulo, 1921-1997 - Crítica e interpretação. 4. Tecnologia - Aspectos sociais. 5. Tecnologia de ponta e educação. 6. Inovações tecnológicas - Aspectos sociais. 7. Inovações educacionais. 8. Difusão de inovações. 9. Tecnologia - Dissertações. I. Merkle, Luiz Ernesto, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade. III. Título.

CDD: Ed. 23. – 600



TERMO DE APROVAÇÃO DE TESE Nº 54

A Tese de Doutorado intitulada Para além do movimento maker: Um contraste de diferentes tendências em espaços de construção digital na Educação, defendida em sessão pública pelo(a) candidato(a) Rodrigo Barbosa e Silva no dia 31 de agosto de 2017, foi julgada para obtenção do título de Doutor em Tecnologia e Sociedade, Área de Concentração – Tecnologia e Sociedade, Linha de Pesquisa – Mediações e Culturas e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade.

Profª. Dra. Roseli de Deus Lopes (USP)
Prof. Dr. Nestor Cortez Saavedra Filho - (UTFPR)
Prof. Dr. André Luís Alice Raabe - (UNIVALI)
Prof. Dr. Rafael de Almeida Evangelista - (UNICAMP)
Prof. Dr. Luiz Ernesto Merkle - (UTFPR) - *Orientador*

Visto da coordenação:

Profª. Drª. Nanci Stancki da Luz
Coordenadora do PPGTE



Dedicado a todas as pessoas que proporcionam experiências com tecnologias para a liberdade na Educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as graças que tenho recebido na jornada da vida.

Agradeço imensamente ao professor Luiz Ernesto Merkle, orientador de mestrado e doutorado, pela belíssima visão de mundo compartilhada comigo em cada pesquisa, reunião e debate. Certamente teríamos mais esforços com tecnologias a serviço da humanidade observando as ideias e trabalho do professor Merkle. Ao Mestre, todas as palmas possíveis pelo belíssimo posicionamento profissional, social e pessoal!

Um agradecimento especial para o professor Paulo Blikstein, um pesquisador que fortemente incentiva e inspira tecnologias para a liberdade e propaga ideias democráticas na transformação da educação brasileira.

A todas as pessoas com quem compartilhei ideias no Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Sociedade da UTFPR e no Lemann Center em Stanford. Docentes, colegas, funcionários e funcionárias, pessoas das comunidades universitárias, muito grato! A Cristina Antunes, Juliana Marangoni Amarante, Guilherme do Nascimento e Silva e Mateus Neves Barreto agradeço imensamente pela atenção em discutir ideias, projetos e melhorias em nosso país. Angelene Lazzareti, eternamente grato pela bela amizade e incentivo! Agradeço especialmente à Pricila Castellini pela importância ímpar durante toda a jornada do Doutorado.

André Luís Alice Raabe, Heloisa Maria Domingues Neves, Nestor Cortez Saavedra Filho, Rafael de Almeida Evangelista e Roseli De Deus Lopes, agradeço pela competente avaliação da tese e por tantos exemplos e ações com tecnologias digitais no Brasil.

Agradeço com carinho a Terezinha, Ramon, Ramires e Veridiana.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
1 Prólogo.....	11
1.1 Categorização do movimento maker.....	13
1.2 Problema, objetivos e metodologia.....	16
1.2.1 As ideias como problema: bens de consumo e bens de produção.....	16
1.3 Motivação e jornada de pesquisa.....	22
1.4 A proximidade do objeto de pesquisa.....	29
2 Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade para o fazer digital na educação.....	34
2.1 Álvaro Vieira Pinto.....	37
2.1.1 Vieira Pinto e o Instituto Superior de Estudos Brasileiros.....	39
2.1.2 Ideias como bens de consumo e bens de produção.....	46
2.1.3 O porquê de contribuições de Vieira Pinto para discussão sobre espaços de construção digital no Brasil.....	51
2.1.4 Uma discussão sobre o conceito de programação como vir a ser.....	57
2.1.5 A faculdade de projetar.....	65
2.1.6 A falácia de explosão tecnológica.....	69
2.1.7 A noção de aprendizagem.....	71
2.2 Paulo Freire.....	73
2.2.1 Educação dialógica.....	75
2.2.2 Reconhecimento do outro.....	77
2.2.3 Criação como liberdade humana.....	78
2.2.4 Educação como ideologia.....	80
2.2.5 Educação democrática.....	83
2.3 Conceitos CTS para o movimento maker.....	84
2.3.1 Determinismo tecnológico.....	84
2.3.2 Base social da técnica.....	86
2.3.3 Mediação.....	90
2.3.4 Caixas-pretas.....	96
3 Paulo Blikstein: fabricação digital nas escolas.....	101
3.1 Papert e Freire: bases teóricas para o FabLearn.....	102
3.2 Ambientes de construção digital.....	109
3.3 Da computação como habilidade à fluência em tecnologia.....	114
3.4 A retomada da fabricação na Educação.....	116
3.5 Educação e tecnologias.....	119
3.6 Mitos sobre Makers.....	124

4	Espaços de construção.....	127
4.1	Neil Gershenfeld: "how to make (almost) anything".....	129
4.1.1	Do MIT FabLab para a Educação.....	134
4.1.2	Aplicações em Educação.....	140
4.2	Maker: Uma "nova" economia e a "liberdade" de fazer(?).....	142
4.2.1	Visão determinista no movimento Maker.....	146
4.2.2	"Novo" e "Maker".....	148
4.2.3	Maker e Educação sob o manto de debate econômico.....	152
4.2.4	MakerEd.....	157
4.3	Visão crítica de laboratórios de construção modelo californiano.....	159
4.3.1	Inclusão à brasileira: laboratórios experimentais.....	162
4.3.2	Contestação ao sistema educacional.....	163
4.4	Além de bits e átomos.....	167
4.5	FabLearn.....	176
4.5.1	FabLearn Brasil 2016.....	177
4.5.1.1	Oficinas FabLearn Brasil 2016.....	178
4.5.1.2	Discussões FabLearn Brasil 2016.....	185
4.6	FIC Maker 2017.....	190
4.6.1	Abertura e palestras.....	191
4.6.2	Mesa redonda.....	197
4.6.3	Oficinas e exposições Fic Maker.....	201
4.6.4	Integração maker no currículo escolar.....	205
4.6.4.1	Como "fazer" um vale do silício no Brasil.....	209
5	Epílogo.....	211
5.1	Vieira Pinto e Freire: construção digital e práxis na educação brasileira.....	213
5.2	<i>Making</i> em uma abordagem CTS: bits, átomos e ideologias.....	221
6	Referências.....	231

Lista de tabelas

Tabela 1: Comparação entre dois programas que fazem um led piscar: Arduino C (design para adultos e profissionais) e Cricket Logo (design para crianças) Fonte: (BLIKSTEIN, 2014c, p. 3, tradução própria).....	124
Tabela 2: Lista de oficinas (FABLEARN BRASIL, 2016).....	183
Tabela 3: Agrupamento de oficinas FabLearn Brasil 2016.....	184
Tabela 4: Artigos apresentados no painel de educadores do FabLearn Brasil 2016.....	187
Tabela 5: Artigos apresentados no painel de pesquisadores do FabLearn Brasil 2016.....	189
Tabela 6: Lista de oficinas (FESTIVAL DE INVENÇÃO E CRIATIVIDADE, 2017).....	202
Tabela 7: Lista de exposições.....	203

RESUMO

BARBOSA E SILVA, Rodrigo. Para além do movimento maker: Um contraste de diferentes tendências em espaços de construção digital na Educação. 2017. 240 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Sociedade, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Com o recente crescimento do interesse em atividades manuais baseada em tecnologias digitais, espaços de construção começam a fazer parte de projetos educacionais públicos e privados no país. Estes espaços são planejados, construídos e executados seguindo tendências transnacionais de construção digital. Esta tese contrasta propostas maker baseadas em FabLabs, na Maker Media, em críticas à tecnoutopia californiana e no FabLearn com objetivo de compreender as origens, objetivos e implicações de cada uma dessas diferentes propostas de tecnologias para a Educação. Considerando a sub-teorização do movimento maker em geral, que privilegia o fazer acima do refletir, esta tese apresenta conceitos de tecnologia baseado em Álvaro Vieira Pinto, de práxis e liberdade em Paulo Freire, e de bases social da técnica no campo de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Trata-se de uma pesquisa descritiva de fatos e fenômenos em voga na tecnociência e educação brasileiras. Os resultados alcançados são uma abordagem crítico-reflexiva das diferentes vertentes maker, o contraste entre diferentes propostas de construção digital, uma contribuição a propostas progressistas de educação e a valorização e expansão da obra de pensadores nacionais de Educação e tecnologias. Conclui-se que a proposta FabLearn é condicente com ideias freirianas para Educação e que parte da falta de embasamento teórico do movimento maker em geral pode ser preenchida pelo pensamento filosófico de Álvaro Vieira Pinto e educacional de Paulo Freire, em uma perspectiva emancipatória e inclusiva da sociedade.

Palavras-chave: Vieira Pinto, Freire, FabLearn.

ABSTRACT

BARBOSA E SILVA, Rodrigo. Beyond maker movement: a contrast of different trends in digital construction spaces in Education . 2017. 240 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Sociedade, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Spaces dedicated to construction based on digital resources are taking part of public and private educational projects in Brazil as a result of the growing public interest in hands-on activities. These spaces are planned, built, and executed under transnational trends of digital construction. This Ph.D. thesis contrasts maker proposals, e.g. FabLabs, Maker Media, criticism to the Californian tecnoutopia, and FabLearn, in order to comprehend the origins, the aims and the implications of each one of these distinct proposals of technologies in Education. One considering the under-theorization of maker movement in general, which privileges the 'making' over reflection, this thesis presents concepts of technology based on Alvaro Vieira Pinto, and praxis and freedom on Paulo Freire's work, along a discussion of social basis of techniques on Science, Technology and Society Studies. It is a descriptive research about facts and phenomena in an ongoing debate about Brazilian techno science and education. As results, it presents firstly a critical reflexive approach of diverse maker proposals, secondly a contribution to progressive education discussions, and thirdly the enrichment and expansion of national thinkers' theories on technology and education. It concludes that FabLearn is consistent with Freire's ideas of progressive education, and Alvaro Vieira Pinto's philosophical and Paulo Freire's educational thoughts can be filled in, based on an emancipatory and inclusive perspective of society, the theoretical gap of maker movement.

Keywords: Vieira Pinto, Freire, FabLearn.

1 Prólogo

El mundo no puede ir hacia adelante con esta educación selectiva donde buscamos a los mejores, a los más inteligentes, y a los que tienen más dinero para pagar una buena escuela y una buena universidad. Está educación selectiva lleva al desencuentro y a la exclusión. Franciscus PP.

Esta tese discorre sobre espaços de construção na perspectiva de estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS – a partir do entendimento de que usos de tecnologias digitais em educação no Brasil representam diferentes vieses de aquisição, ressignificação e (re)produção de conhecimentos: de um lado, tem-se o ato reflexo de pesquisa tecnocientífica voltada a correntes exteriores de produção e exercício de conhecimentos; por outro, há práxis brasileira, também presente em fóruns acadêmicos internacionais, com preocupação no entendimento, proposição e ação a partir da situação de país em desenvolvimento e portador de mazelas e diferenças sociais gritantes. O posicionamento desta pesquisa na academia é heterodoxo, pois fundamentalmente afasta-se da ortodoxia da computação, em *stricto*, e das tecnologias, em *lato*, para investigar as correntes de pensamento que pugnam pela construção ativa de uma brasilidade acadêmica. Esta proposta advém da consideração de Academia como titular por dever, muitas vezes não exercido, e por direito, muitas vezes negado ou negligenciado, de um potencial de resolução de problemas endógenos brasileiros.

A tese é centrada na análise dos diferentes movimentos *maker* que disputam espaço nas construções coletivas da Academia brasileira e internacional, com reflexos na educação, em circulação nos querereres, fazeres e práticas – em maior ou menor grau críticas –, situadas e preocupadas com a equidade de oportunidades da consolidação e pacto por uma agenda nacional de educação. Destarte, as discussões aqui propostas assumem que construção digital, enquanto esforço tecnocientífico, educacional, social e coletivo, não será portadora de mudanças que tendam à liberdade do fazer nas escolas, o que significaria uma concessão ao determinismo tecnológico e a ideias ingênuas de

inserção nacional na produção tecnocientífica transnacional atual. O exame desta tese é de como, também nas discussões sobre construção digital no país, estão presentes perspectivas de inserção dos fins brasileiros em esforços metropolitanos de tecnociência, perspectivas de resistências e perspectivas de conciliação.

Na centralidade da discussão de construção digital em educação, aponta-se para o embasamento epistemológico de Paulo Freire. Esta intencionalidade não é inédita: ao discutir as referências teóricas e práticas para atividades do fazer com recursos digitais na educação, Paulo Blikstein aponta Paulo Freire como um pilar¹ da construção digital em escolas (BLIKSTEIN, 2008, 2013, 2014b) e afirma o que deve ser feito é ler o que pessoas como Paulo Freire, Seymour Papert e outros educadores e filósofos escreveram (BLIKSTEIN, 2014b). Dessa forma, Blikstein, que lidera a iniciativa FabLearn², reconhece o suporte de pensadores de tecnologias e de educação na concepção e execução de espaços de fabricação digital nas escolas. Este texto acompanha esta proposição de Blikstein e discute, principalmente, as contribuições de dois pensadores brasileiros para a tecnologia e para a educação, respectivamente Álvaro Vieira Pinto (seção 2.1, página 37) e Paulo Freire (seção 2.2, página 73).

O movimento maker representa uma crescente aceitação pública dos argumentos propostos há décadas por educadores progressistas em propostas de liberdade e significação das práticas educacionais; entretanto esta aceitação não é isenta de conflitos sociais em prática tecnocientífica, como esta tese demonstra a partir da exposição e análise de vertentes maker presentes na discussão sobre educação e tecnologias no Brasil. Para tanto, a empiria da tese volta-se para as iniciativas que fazem parte do debate acadêmico no Brasil, principalmente as derivadas da Maker Faire, da proposta FabLab e MIT, do FabLearn de Stanford, e de críticas brasileiras ao modelo linear de desenvolvimento, inspirado em iniciativas metropolitanas mundiais,

1 O segundo pilar apontado por Blikstein é Papert.

2 FabLearn é discutido a partir da página 101, capítulo 3, e também na seção 4.5, página 176. O site de referência da iniciativa é <http://fablearn.org/>.

reproduzido no Brasil. A tese demonstra, então, que há discussões em circulação transnacional que sofrem atuação da realidade brasileira, enquanto outras maximizam internamente os aspectos homogenizantes proporcionados pelo grau de interconectividade presente nas sociedades modernas.

Na colaboração com este debate em curso na Academia brasileira, demonstrando que discutir o país não necessariamente se faz dentro das fronteiras, mas sim dentro do espectro, o autor desta tese foi *auditing student* na disciplina de *Topics in Brazilian Education* durante o período de estágio doutorado no exterior em Stanford. A disciplina ocorre de modo aberto para pessoas do Brasil com atividades em Stanford e também de outras nacionalidades com interesses nas questões brasileiras. Entre os temas tratados estavam educação rural no Nordeste; Pedagogia do Oprimido; Plano Nacional de Educação; interesses públicos e privados na educação brasileira; vantagem acadêmica de Cuba (livro de Martin Carnoy); sociologia dos escândalos; bolsa-família; desafios para educação de qualidade no Brasil; origem social e mercado de trabalho no Brasil; lógica e consequências do financiamento corporativo transnacional americano na educação de meninas no Brasil; outras visões de tecnologias educacionais: ferramentas, comunidades e emancipação; melhorias na educação – desafios e oportunidades; pequenas inovações transformadoras; laboratórios remotos; ações afirmativas na educação superior; e estudos comparativos entre instituições superiores americanas e brasileiras.

1.1 Categorização do movimento maker

A construção digital como ação educacional apresenta vertentes que classificam, definem, identificam e propõem explicações teóricas, técnicas e práticas sobre fabricação digital. Nesta tese, o enfoque de discussões acontece sobre três delas. A primeira é a iniciativa do professor Paulo Blikstein, com inspiração freiriana e papertiana, chamada

de FabLearn, principalmente a partir do capítulo 3 e seções 4.4, 4.5 e 4.6. A segunda constitui-se por abordagens críticas a uma “utopia californiana” representadas nas obras de Fonseca e Evangelista, da Universidade de Campinas (seção 4.3, página 159); e a terceira é a abordagem promovida pela *Maker Media Inc.*, detentora e promotora mundial da *Maker Faire* e da *Maker Magazine* (MAKER MEDIA, 2015), a partir da seção 4.2, página 142, que reforça o tecno liberalismo em âmbito da construção digital.

As abordagens teóricas de cada dessas vertentes são expostas para melhor contraste baseado em Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade. A vertente *Maker Faire*®, na discussão proposta por Maker Media (2015) e Anderson (2012), aponta para uma computação e automação como facilitadores de artefatos para tornar mais eficiente e mais atrativa visualmente a construção digital, além de ocupar-se com uma suposta nova revolução industrial em curso. A vertente crítica (EVANGELISTA, 2011; FONSECA; FLEISCHMAN, 2014) questiona e provoca o sistema de ensino tradicional, pois denuncia a contradição de equipamentos como solução definitiva para a educação como um todo. A vertente Blikstein (2013, 2014b) propõe que a construção digital observe os trabalhos de autores progressistas da educação. A estas vertentes esta tese assesta contribuições do campo de Ciência, Tecnologia e Sociedade, especialmente de Álvaro Vieira Pinto, e aprofunda-se em Paulo Freire – educador que também é inspiração para Blikstein.

A identificação de diferentes vertentes, expostas nesta tese, colabora com a compreensão geral do problema de conhecimento da construção digital como inédito viável freiriano na educação brasileira. A proposição de análise por categorias dialéticas segue o disposto na obra “Ciência e Existência”. No livro, Vieira Pinto coloca a pesquisa e a interpretação da realidade “como um momento” da matéria em um sistema vivo em evolução (em outras palavras, acumulação histórica), em qual “encontraremos o terreno firme em que assentar nossas análises e indagações, e de onde igualmente brotarão as ideias gerais, as categorias

lógicas, que nos permitirão abordar o problema gnosiológico³ e resolvê-lo racionalmente” (VIEIRA PINTO, 1979, p. 13–14, destaques artificiais)⁴.

Este texto discute recursos computacionais em educação sem preocupação centrada em formato, produto, técnica ou abordagem individual. Laboratórios de fabricação são reconhecidos em siglas, marcas e nomenclaturas como *FabLab*, *Hacker Spaces*, *Maker spaces*, entre outros. Embora o termo *FabLab* seja o mais frequente e popular, o estudo das implicações sociais de artefatos computacionais em ambientes educacionais não está estritamente ligado à abreviatura. Dessa forma, laboratório de fabricação, laboratório de robótica, laboratório de prototipação, espaço educacional de fabricação, espaços de reciclagem tecnológica, estúdio ou, simplesmente, espaço de construção, denominam o lugar em que a atividade de criação é estimulada e permitida. Assim, para colaborar com a discussão sobre laboratórios de fabricação na educação, esta tese apresenta argumentação baseada em abordagens críticas de tecnologia na sociedade, seguindo as palavras de Vieira Pinto:

Se o homem⁵ da ciência e o técnico não perceberem o papel, que lhes incumbe, de participarem da transformação geral das estruturas de sua sociedade, ou se se recusarem a exercê-lo, estarão merecendo, além de outras censuras, a de resvalarem na inversão idealista que consiste em antropomorfizar, ou melhor, divinizar a tecnologia do país rico, acreditando que a simples transferência dela para o meia atrasado modificará as condições existenciais da realidade deste último. (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:299)

Discutem-se os ambientes de construção como locais de preenchimento pela imaginação e pelas ideias das pessoas que, antes de usuários e usuárias, são fazedores dos espaços físicos e sociais em quais convivem. O texto é focado em atividades de humanidade em tecnologias nas bases históricas e sociais. Desta forma, deriva-se o conceito de fabricação e prototipação em ambientes escolares como proposta e ação

3 Para a Filosofia, os fundamentos do conhecimento.

4 A primeira edição de *Ciência e Existência* é de 1969.

5 Vieira Pinto utiliza a palavra “homem” nos textos para referir-se à humanidade como um todo. Em determinada passagem, escreve: “ao dizermos ‘o homem’, precisamos logo acrescentar que nos referimos ao universal concreto, e não à abstração individual (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:700)”. É preciso clarificar que à época dos escritos de Vieira Pinto a crítica feminista à masculinização da linguagem não tinha o – incipiente – reconhecimento que tem hoje. Dessa forma, durante a constituição do texto desta tese há a tentativa de aproximar a linguagem às questões de exclusão por gênero pela fala e escrita, muito embora reconheça-se que a sociedade e este pesquisador devem avançar muito no tema.

humana e social, afastando a ideia de tecnologias como *deus ex machina*⁶ na Educação. A principal motivação para a tese é debater construção baseada em recursos digitais na perspectiva de produção, inserção e liberdade com tecnologias.

1.2 Problema, objetivos e metodologia

1.2.1 As ideias como problema: bens de consumo e bens de produção

O problema que motivou esta pesquisa consubstancia-se na necessidade de identificação e análise das ideias que dão suporte a ações de construção digital em curso no Brasil. A consideração crítica das diferentes vertentes levou à análise destes dados como bens de consumo e bens de produção, seguindo categorias metodológicas propostas por Vieira Pinto (1979, p. 48). Investigou-se como vertentes de construção digital, ditas maker, em circulação na arena acadêmica nacional, servem para reforçar a educação tradicional e a distância entre quem tem acesso a tecnologias e quem não o tem. Maker, nesta tese, é assumido como “opinião formalizada em ação” (CLAIR, 2017), visto que cada uma das vertentes analisadas materializa-se em estruturas consistentes que manifestam e concentram poder. Na educação, estruturas de poder são importante objetos de escrutínio porque fazem parte da “manutenção dos papéis hierárquicos de diferentes grupos na sociedade de uma geração para a próxima” (CARNOY, 1974, p. 15). Também investigou-se como as diferentes ideias, abordagens e fundamentos das propostas em curso fomentam circulação, compreensão e articulação crítica e cidadã de tecnologias. Esta tese explorou a seguinte pergunta: como aumenta a compreensão sobre o conhecimento de espaços de construção digital em uma perspectiva crítica e cidadã em estudos de ciência, tecnologia e sociedade?

6 Significa “deus surgido da máquina”. Esta expressão é trazida para ilustrar o fato de que não são tecnologias que resolverão as questões e demandas sobre a educação; mas com tecnologias as demandas e questões são elaboradas pela sociedade.

A pergunta de pesquisa que denota três elementos: a) estudos CTS; b) conhecimento de ideias e espaços de construção digital; e c) perspectiva crítica e cidadã. Os esforços de pesquisa centram-se em contribuições centrais no campo de CTS, que consideram artefatos como resultados das atividades humanas em inter-relacionamento social, histórico e cultural. Para contribuir com o avanço do entendimento e circulação de espaços de construção digital, são apresentadas discussões interpretativas analíticas do fazer em educação. E, finalmente, uma perspectiva crítica e cidadã sobrevém com o deslocamento da intencionalidade de construção digital para atender a questões como o anseio expresso por Papert por tecnologias para uma educação progressista:

No início da década de 1980, havia poucos computadores nas escolas, que, além de poucos, estavam na sua maioria em salas de aula de professores visionários, grande partes destes os empregando em um espírito "progressista", desbravando caminhos entre as práticas de uma Escola de currículo compartimentalizado e de memorização impessoal. (PAPERT, 2008, p. 50)

O objetivo geral epistemológico é compor um panorama de estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade baseado nos autores brasileiros Álvaro Vieira Pinto e Paulo Freire que contemple os diferentes movimentos de fazer que estão em diálogo com a educação formal. Para cumprir este objetivo geral, são discutidos na tese os seguintes objetivos específicos:

a) Identificação dos pressupostos teóricos das diferentes abordagens de construção digital em circulação na Academia brasileira.

b) Análise, baseada em Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade, das contradições, mediações e transformações das diferentes propostas *maker*.

c) Verificação das propostas de educação progressista do professor Paulo Blikstein.

d) Reconhecimento do faça você mesmo na escola como um faça-se você mesmo socialmente⁷ pelas relações sociais, históricas e nas mediações materiais ou simbólicas..

Os resultados alcançados são:

a) Uma abordagem crítico-reflexiva que permite a diferentes movimentos de fazedura o diálogo baseado em literatura CTS e educacional para ações, reações e conjunções com a educação.

b) O desvelamento das referências conceituais utilizadas e divulgadas pela vertente Maker Faire/Maker Media®.

c) Uma contribuição com propostas progressistas para o fazer na educação com base nas dimensões sociais, históricas e éticas de estudos de CTS.

d) A valorização e expansão do conhecimento de obras de pensadores da tecnologia, como Vieira Pinto; e da educação, como Paulo Freire, nas discussões sobre tecnologias na educação.

Trata-se de uma pesquisa descritiva. Segundo Santos (1999, p. 26), é uma pesquisa que caracteriza-se por “descrever um fato ou fenômeno”, ou seja, como o faça você mesmo (em inglês: *do it yourself*), em concorrência com tecnologias digitais, coloca-se e insere-se na Educação analisado sob uma perspectiva crítica de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Seguindo o texto de Moreira e Caleffe (2008, p. 73), a pesquisa é qualitativa porque explora “cenários que não podem ser descritos numericamente. O dado é frequentemente verbal e é coletado pela observação, descrição e gravação”.

Os dados desta pesquisa foram coletados, principalmente, por diário de campo no período como pesquisador visitante em Stanford e também em gravações e anotações no FabLearn Brasil (seção 4.5.1) e Fic Maker (seção 4.6). Não optou-se por uma entrevista formal com o

⁷ A expressão “faça você mesmo” valoriza o modo imperativo do verbo fazer: “faça!”. Ao lado desta expressão, preferi a construção “faça-se você mesmo socialmente” por entender que, com estes complementos, o destaque continua no modo imperativo do verbo fazer, mas com uma nuance de pedido ou conselho em um diálogo freiriano, e não de ordem direta.

idealizador e líder de um dos objetos de estudo desta tese, o FabLearn, porque a preocupação central é com a recepção na práxis do trabalho do professor Blikstein. Dessa forma, embora este autor tenha pesquisas em andamento com o professor de Stanford, a estratégia adotada é de interpretação analítica da produção no âmbito do FabLearn, sediado no *Transformative Learning Technologies Lab* de Stanford.

Expõem-se as ideias que sustentam as diferentes vertentes maker no viés apontado por Vieira Pinto: “o trabalho humano distingue-se da atividade que outros animais exercem na natureza porque tem por efeito supremo as ideias”. Vieira Pinto, ao analisar o trabalho científico como um caso particular do trabalho geral, mostra que os efeitos da humanidade sobre o mundo físico, o trabalho, criam as ideias que “tornam-se determinantes do prosseguimento e da modificação desta ação, levando-a continuamente a graus superiores de complexidade”. Vieira Pinto analisa que das ideias produzidas pela mediação científica, ou seja, pelo trabalho científico, “decorrem as alterações do mundo, a construção de máquinas que poupam esforço muscular, as instalações que abrigam e embelezam a vida humana, e os demais bens que lhe asseguram conforto e maior duração”. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 326, destaque artificial)

A obra de Vieira Pinto suporta o trabalho científico crítico, em contraposição ao pensamento ingênuo, em uma atitude metodológica que se aproxima de Freire, um educador que propõe a saída da condição ingênua para a consciência. Desta forma, a atividade científica aqui proposta faz jus ao pertencer social do autor. Neste sentido, Vieira Pinto colabora:

O trabalho científico não pode ser considerado isoladamente, nem em abstrato, mas só se torna entendido quando o situamos no conjunto concreto do qual é uma manifestação. Esta lição tem importância capital para a formação do cientista crítico. Com efeito, uma das ingenuidades mais vulgares encontra-se nos trabalhadores científicos que não refletem na relação que liga seu campo de atividade às condições gerais da sociedade a que pertence e ao trabalho que em comum aí se realiza. Sendo suas funções de ordem cultural e tende por objeto o saber, muitas

vezes em caráter teórico puro, o cientista pode ser levado a ignorar as relações de dependência com relação ao estado da sociedade que o sustenta e lhe dá as oportunidades de trabalhar (VIEIRA PINTO, 1979, p. 326-327).

A partir do excerto, esta tese afasta-se do isolar variáveis do movimento maker para uma análise formalista e aproxima-se de situar as diferentes propostas no conjunto concreto de suas manifestações, em particular aquelas relacionadas à educação. Consubstancia-se um exercício de formação crítica, especialmente porque o percorrer da tese expõe as atividades analisadas às condições da sociedade a que pertence o trabalho educação que nela se realiza. Busca-se, então, não ignorar as relações de dependência com a sociedade que sustenta este trabalho científico.

Neste sentido, Vieira Pinto afirma que “a metodologia mais lúcida e avançada de nossa época”, compreendida “pelos pedagogos mais competentes, entre os quais merece especial destaque o **Professor Paulo Freire**”, fixou a “noção essencial” de que a aprendizagem é a modificação de consciência da relação do homem com mundo, e não a “tarefa mecânica de introduzir conhecimentos no espírito dos alunos” (VIEIRA PINTO, 1979, p. 361, destaque artificial).

Em grande parte, o trabalho metodológico nesta tese é o reconhecimento de que “o problema da capacitação metodológica do pesquisador tenha de ser resolvido no único âmbito dentro do qual efetivamente adquire sentido, o âmbito da consciência” (VIEIRA PINTO, 1979, p. 359). Neste sentido, a crítica de Vieira Pinto aos tratadistas da metodologia é exposta:

Os tratadistas da metodologia e da lógica estão habituados a apresentá-la como ciência que deve ser estudada por si, ser possuída antes de começar o trabalho de pesquisa, não apenas dissociada dos objetos a que se aplica, e em função dos quais unicamente encontra a razão de ser, mas ainda do sujeito que a pratica, da realidade do homem que a pensa e que a utiliza porque dela necessita (VIEIRA PINTO, 1979, p. 359-360).

O trabalho científico é, para a pessoa pesquisadora, a dialética do labor, que transforma-o ao formar o objeto de estudo. Vieira Pinto

afirmou que o trabalho é uma origem existencial do ser humano, uma experiência que assume o caráter histórico. O trabalho científico é um fundamento de outra(s) ação(ões) e, principalmente em um país subdesenvolvido, a “formação da consciência do pesquisador para a transformação da existência do povo (VIEIRA PINTO, 1979, p. 339)”. Destarte a emergência da pesquisa científica para transformação, Vieira Pinto constata que “o primeiro obstáculo no qual o país esbarra encontra-se na estrutura educacional, especialmente a universitária, que não foi originalmente organizada com o propósito de servir ao empenho de emancipação nacional” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:313).

É cediço na proposição de Vieira Pinto que o trabalho seja de propriedade da pessoa, que medeie sua relação com o mundo. O trabalho científico, para Vieira Pinto, é um *fazer-se a si*. Nas palavras do filósofo:

O conceito supremo de toda concepção ética humanista, de que o homem deve trabalhar *para si*, é de absoluta e insondável profundidade, pois não se limita apenas a indicar a exigência de eliminação de toda alienação do trabalho, que o espolia economicamente, mas a expressão “para si” significa que deve trabalhar para *fazer-se a si mesmo homem*. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 343)

Mormente à metodologia positivista, Vieira Pinto afirma que:

A metodologia não sendo um receituário, não existe à parte do processo de descoberta da verdade, mas só adquire significação concreta no ato real pelo qual se defrontam a razão humana e a natureza objetiva, e se trava a empresa de penetração e captação intelectual das propriedades das coisas pelo pensamento indagador (VIEIRA PINTO, 1979, p. 359).

Ainda acerca da pesquisa científica como instrumento da evolução da sociedade, Vieira Pinto constata que, pela imposição da “diversificação do trabalho”, o conhecimento é reduzido a uma escala de atribuições técnicas. Cita, para exemplificar, o campo da eletrônica com a produção de pesquisas para “numerosos aparelhos atualmente banais e domésticos”, que para o filósofo era crescente. A crítica de Vieira Pinto, nesta seara, é dirigida à pesquisa científica como divisão do trabalho, onde a cada pessoa pesquisadora é imposta uma fração de um conhecimento. Em um tempo que pugna pela hiperespecialização,

constituem-se objetos técnico apartados da noção de totalidade. Entretanto, para Vieira Pinto, “observamos uma escala descendente de valorização social da capacitação humana no trato com esses aparelhos” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:317).

Em suma, para Vieira Pinto, a formação cultural da pessoa da ciência está ligada à “práxis do trabalho científico”. Para Vieira Pinto, “de nada vale um curso de metodologia abstrata”, pois “é preciso que aprenda lógica fazendo lógicos os resultados do seu trabalho”. Assim, Vieira Pinto pugna pelo afastamento da “metodologia abstrata, uma lógica entendida como ciência por si”, que é desligada da ação sobre a realidade. Logo, “falta a essa lógica de manuais ou mesmo de ensino rotineiro a relação com a prática de laboratório, com a produção matemática, as investigações sociais, as discussões filosóficas relativas aos fundamentos do conhecimento” (VIEIRA PINTO, 1979, p. 357–358). Dessa forma, em um ser-para-si, a metodologia que expôs o trabalho tese é consubstanciada na a práxis cotidiana no laboratório (ou local de labor), na produção em tecnologias digitais (especialmente na computação), na discussão educacional e filosófica e, principalmente, na investigação social de movimento maker na educação.

1.3 Motivação e jornada de pesquisa

O projeto preliminar deste estudo apresentado durante processo de seleção ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia chamava-se “Ambientes pervasivos na Educação: um estudo para tratar criticamente na escola os conceitos de ofuscação pela evidência e noção de aprendizagem segundo Álvaro Vieira Pinto” e era uma sequência da dissertação apresentada em 2012. Nas discussões sobre robótica educacional (BARBOSA E SILVA, 2012), houve a conclusão de que a ação com tecnologias na educação, como a robótica apresentava potenciais para a tomada de decisões principalmente acerca dos pressupostos e finalidades de ações tecnocientíficas amplas na educação.

Durante e após um mestrado em CTS, passa-se a perceber a relação do social de um mundo constituído de tecnologias concebidas, feitas, executadas e justificadas por interesses em uma sociedade que não é neutra e produz artefatos que são resultados de construções e disputas sociais. Por ocasião do projeto, propus que o Doutorado apontasse para uma educação mediada por computação menos dependente de formas e conteúdos estanques e desligados de questões sociais, políticas e culturais brasileiras. O intento, naquele momento, era expandir a discussão de robótica “da mesa” para “as paredes”. Explico: a atividade em robótica educacional, via de experiência, acontece em um laboratório de informática, em uma bancada de computador e com um objeto que chamamos de interface de robótica. Mesmo rica em possibilidades e em execuções, a robótica é inserida em um modelo de laboratório tradicional onde, muitas vezes, o que se sobressai é a individualidade. Assim, a discussão necessária era sobre o laboratório, sobre o espaço, sobre o lugar em que a robótica e outras atividades com computadores aconteciam e, principalmente, sobre os porquês da prática de tecnociência na educação brasileira.

Esta discussão sobre o espaço de construção digital, com este nome e esta intencionalidade direta, é recente, principalmente considerando sua nomenclatura mais famosa: *FabLab*. Gershenfeld (2012) e Blikstein (2013) colocam a origem do termo *FabLab* nos anos 2000. Mesmo com várias propostas de laboratórios de experimentação tomando crescente interesse público (FabLearn, FabLab, Hack Labs, Maker Labs, etc), a questão da robótica “à mesa” ainda se coloca em minhas reflexões como central. Ao discutir espaços de construção que se baseiam também em processamento digital, ou pelo padrão computador ainda vigente, há influência direta das práticas robótica educacional no processo de entendimento e discussão dos laboratórios. Uma reflexão similar foi feita por Blikstein (2015b) durante o evento Transformar 2015, em São Paulo. Blikstein afirmou durante palestra sobre movimento *maker* que, na educação, o laboratório de construção deveria:

Sair dessa armadilha de tudo ser no contraturno, de tudo ser extraclasse. O que acontece sempre que é extraclasse vira o que aconteceu com a maioria dos trabalhos em robótica educacional. Vira um clubinho de vinte alunos que fazem robótica, os outros mil alunos da escola nem sabem que robótica existe porque não são parte do clubinho, e são aqueles alunos que já iriam se dar bem em engenharia, matemática e ciência de qualquer jeito. Então não está democratizando nada. Eu vejo isso acontecendo com robótica e fico triste porque a ideia da robótica originalmente era democratizar a engenharia, era democratizar! A robótica virou mais um clubinho dentro da escola porque virou só extraclasse na maioria das escolas – claro que tem escolas que isso não acontece (BLIKSTEIN, 2015, pt. 24min40s, transcrito).

Blikstein (2015b, pt. 17min20s, transcrito) diz que *fablabs* na educação são mais uma camada oferecida às pessoas para “aquilo que já fazem”. Esmiuçando o discurso de Blikstein, está a se falar em oferecer à educação mais uma camada tecnológica (no caso, uma camada suportada por dispositivos eletroeletrônicos, mecânicos e lógicos) para o que as pessoas fazem. Destaco que o termo *maker* utilizado para esta discussão representa o significado em português para *fazedor/fazedora*. O termo deve ser entendido mais como uma atualização de nomenclatura do que em uma novidade desligada do passado de fazeres das escolas. Assim, o movimento fazedor que defendo para a educação é aquele que resgata a robótica educacional, a programação de computadores e pequenos equipamentos por crianças, os cortes e recortes que, se não executados com auxílio de *laser cutters*, são possíveis com as tesouras escolares ou com as ferramentas que ainda são comuns especialmente nas garagens de habitantes do interior, como serras e punções. Também é o mesmo movimento em que a construção 3D é praticada com massas de modelar e que a fresadora é uma lixa ou o atrito entre objetos. Em todos, está o fazer e o saber de pessoas. Por paixão, vocação e escolha de vida, todos esses fazeres que abordo na tese são acompanhados de computação. Então, quando propus o projeto de doutorado, ainda não estava totalmente consciente de que a robótica expandida além da mesa teria um campo de discussão profícuo de fazeres que congregam dos portentosos *fablabs* às salas onde pessoas curiosas montam e desmontam

computadores, trocam peças e quebram mais algumas das caixas-pretas da computação.

Dita a motivação direta de pesquisa, é necessário explicar o porquê da mudança do foco de “ambientes pervasivos” para “ambientes de fazer”. Minha atenção em robótica educacional centra-se em uma interface livre chamada *Gogo Board* (SIPITAKIAT; BLIKSTEIN; CAVALLO, 2004). Foi a busca de elementos desta interface que levou ao meu primeiro contato com as propostas educacionais do professor Paulo Blikstein. Entretanto, até o final da dissertação em 2012, assumo que conhecia muito mais o Blikstein “da Gogo” do que o Blikstein “do FabLearn”. Não sem motivo: o texto final da minha dissertação estava encaminhado no final do ano de 2011, embora a defesa tenha ocorrido somente em agosto de 2012. E 2011 foi o ano em que a proposta FabLearn, então ainda chamada de FabLab@School, começava a tomar atenção após o prêmio *Early Career Award* (BLIKSTEIN, 2012), de 600 mil dólares americanos, concedido pela *National Science Foundation* dos Estados Unidos em 2011 para o projeto que propõe “fazer o equipamento custar o mesmo que um livro didático, e ser de código totalmente aberto e público” (BLIKSTEIN, 2011a). A proposta FabLearn apresenta uma ideia central: levar para a escola laboratórios na forma com que são usados em pesquisas científicas, acadêmicas e profissionais.

A proposta de Blikstein baseou-se em uma constatação sobre os procedimentos hodiernos da tecnociência: os laboratórios não são mais feitos de tubos de ensaio, e sim de tubos de ensaio ligados a computadores (BLIKSTEIN, 2011a). Confesso que eu estava enganado no meu primeiro impulso de pesquisa: queria estudar como expandir os computadores que eram utilizados na robótica para mais ações em laboratórios, o que eu chamava de “sair da mesa” e pervadir os laboratórios. Entretanto, esta expansão está em curso pelo contínuo crescimento de absorção de tecnologias computacionais pelas pessoas. Passei a tratar, mesmo inconscientemente, não apenas da inserção do

computador nas escolas, mas de aproveitar esta inserção – lenta ou rápida, não importa – no bojo do crescente debate público sobre os laboratórios.

Durante o curso de Doutorado, no final de 2014, fui selecionado em processo público promovido pelo *Lemann Center for Educational Entrepreneurship and Innovation in Brazil* em Stanford para um período de três meses como *Visiting Student Researcher* orientado pelo professor Paulo Blikstein. Após vários adiamentos devido às questões de financiamento nacionais – corte de bolsas do Programa Ciência Sem Fronteiras e fechamento de propostas para o Programa Doutorado Sanduíche no Exterior da Capes – fui agraciado pela Stanford University e pelo Lemann Center com uma bolsa completa e participei como *Fellow* naquele centro de Janeiro a Junho de 2016, também com apoio direto do Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Sociedade da UTFPR. Participei de aulas, discussões e ações do *FabLearn*, das atividades do Lemann Center e de diversas oportunidades de pesquisa e compartilhamento em Stanford.

O período em Stanford completou os três ciclos que identifiquei ter percorrido em minha jornada *stricto sensu* e que ajudaram a compor o panorama que influencia esta pesquisa acadêmica nas intencionalidades e vieses propostos e discutidos, a saber:

a) *Bricoleur*. Neste ciclo coloco minha prática curiosa em robótica educacional. Nunca fiz um curso tradicional de robótica na condição de aprendiz formal – embora considere-me um aprendiz em tudo o que faço, frequento e vivo – e toda vez que ofereci um curso, que discuti o assunto em sala de aula, em congressos e similares, foi baseado em experiências de bricolagem, ou seja, colocar em dúvida meus pressupostos anteriores daquilo que convencionava-se entender por robótica. Para isso, inconformismo era o mote: nunca me considerei pronto. Em suma, nos primeiros anos busquei subsídios para a prática de robótica nas publicações do Núcleo de Informática Aplicada à Educação da

Unicamp⁸, nos fóruns Gogo Board e em textos de iniciativas como Lego e similares. Essas buscas me induziram a praticar as quatro liberdades do software livre também na robótica: 1) executar a robótica livremente em qualquer propósito; 2) estudar como a robótica funciona e adaptá-la às minhas necessidades e às necessidades das pessoas com quem trabalhava e estudava; 3) redistribuir cópias, experiências e conhecimentos para ajudar outros e outras; e 4) aperfeiçoar a robótica educacional. Pela inclinação pessoal histórica, entendo que esta prática é desvelada pelo termo *swim or sink*, proposto por Blikstein (STANFORD, 2015b). Mesmo com a vontade latente de quebrar o código, ou de transparecer o conteúdo da caixa-preta, o percurso em meu ciclo *bricoleur* tem uma explicação direta: no início, a falta de recursos financeiros para comprar artefatos tecnológicos. Apesar disso, com o tempo fui entendendo que a liberdade, em computação, está além da questão da falta ou sobra financeira, entendi que liberdade na computação é sinal de outras liberdades, e não causa de outras liberdades. Hoje identifico que meu ciclo *bricoleur* era uma busca à minha “ontológica vocação de ser sujeito” (FREIRE, 1967, p. 36).

b) *Motivação Crítica*. Consubstancia-se no *corpus* que começou a reclamar forma teórica a partir de minha entrada no Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Sociedade, PPGTE/UTFPR. Desde meu primeiro contato com o Campo de Ciência, Tecnologia e Sociedade tenho caminhado rumo a abordagens e entendimentos mais críticas de tecnologias em geral, especialmente na educação. Uma vertente de movimento *maker*, identificada por Blikstein (2014a, pt. 13min55s, transcrição e tradução próprias), atribui a publicações como *Make Magazine* a preferência pelo maravilhar: “querem mostrar coisas maravilhosas, não querem mostrar a média”. Esta tendência é a mais pública e publicada do movimento *maker* atual, pois eventos como Maker Faire demonstram um nível altíssimo de produção, interesse midiático e são realmente “maravilhosos” naquilo que apresentam. Entretanto, a

8 www.nied.unicamp.br

realidade no cotidiano da educação não é somente de coisas maravilhosas no resultado, até porque cada um de *nosotros* não somos otimizadores funcionais que incrementam criações a cada passo; somos construções quiçá durante toda a vida. Portanto, ao espelhar-se em um modelo *Maker Faire*, a abordagem fazedores na escola caminharia para um objetivo inalcançável: fazer coisas cada vez mais gigantescas, brilhantes e notáveis em tamanho, desempenho, visual, etc. A crítica vinha inconsciente de minha prática em robótica educacional, pois nunca aceitei, por exemplo, que trabalhos formalizados para apresentação em olimpíadas padronizadas fossem o objetivo final da iniciativa. Depois de assistir competições, feiras e mostras de robótica em diferentes estados, como Paraíba, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, inconformava-me o fato de trabalhos de diferentes regiões do país apresentarem inaudita similaridade. Então, centrar-se apenas nos objetivos de uma feira ou de uma olimpíada leva os interesses de quem participa em alguns modelos de computação e de robótica não necessariamente preocupados com a ideia de liberdade e de expressão com tecnologias. A crítica que me move é a seguinte: mais importante do que o resultado, ou do brilhantismo de um resultado que possa ser exposto em um show feira, é a circulação e liberdade do processo, da técnica e da tecnologia que está minha atuação acadêmica e profissional.

c) *Motivo Educacional*. É um processo que permanecerá além do mestrado e doutorado. Esta dimensão contém as duas anteriores e demarca o período em que redireciono meus esforços para discutir uma epistemologia das tecnologias de computação na educação. Percorro esta dimensão a partir da aceitação da grandeza *bricoleur* como positiva para a circulação de artefatos e processos técnicos na sociedade, entretanto tendo-a como ponto de partida, não de chegada. Perpassa, então, o ciclo crítico, que leva a atenção a *outros*, sejam outros processos, outras técnicas, outras culturas e outras pessoas. Assim, o constante embranquecimento da caixa-preta assume uma posição de considerar, olhar para, escutar e dialogar com outros e outras, na perspectiva do que

Freire (1987, pt. 1228) chamou de “um encontro de homens para a tarefa de saber agir”. Este encontro de homens e mulheres “para a tarefa de saber agir” ocorre cotidianamente nas atividades acadêmica na UTFPR, na minha produção de software na empresa, em cursos e conversas com pessoas da educação e em meu período de pesquisas em Stanford. O período como aluno pesquisador visitante em Stanford proporcionou a esta tese uma discussão privilegiada de educação brasileira a partir de experiência no Vale do Silício. Esta fase é importante porque a tese aborda visões críticas à utopia californiana e privilegia a brasilidade em uma discussão de tecnologias para a educação nacional, assim defrontei-me com o *cogito*⁹ fundamental: estudar no Vale do Silício, sede da chamada utopia californiana, para reforçar os compromissos com a educação para a liberdade no Brasil.

1.4 A proximidade do objeto de pesquisa

Durante a qualificação da tese, pontos levantados pela banca avaliadora foram importantes para considerar o intento de análise de um processo em andamento, popularmente conhecido por movimento maker, no Brasil. Este processo é considerado embrionário na educação brasileira, pois projetos públicos ainda apontam para a ampliação de laboratórios de computadores e/ou fornecimento de equipamentos relacionados. Uma questão importante foi levantada pela banca sobre a análise maker em associação a vertentes mais identificadas com o empreendedorismo do que com o setor educacional. Como ver-se-á no decorrer da tese, há vertentes de construção digital que se aproximam mais de educação como prática para a liberdade do que com o empreendedorismo nos termos internacionais replicados no Brasil¹⁰. Esta questão encontra respostas na

9 O *cogito* é inspirado no pensamento agostiniano *si fallor sum*. Anterior ao *cogito ergo sum* cartesiano, utilizando de alter ego, Santo Agostinho (354-430 d.C) diz: “Vê bem para onde estás indo! Pensando que nada é desdito pela sabedoria, provavelmente concluirás que o entendimento se constitui na bem-aventurança. Mas somente é bem-aventurado aquilo que vive, e nada vive se não existir. Estás querendo ser, viver, entender e existir para viver, e viver para entender”.

10 Exemplos: no ambiente empreendedor, a pessoa não faz uma apresentação, faz um *pitch*; a empresa não tem um levantamento de valor, mas um *valuation*; não existe trabalho em conjunto, mas *co-working*; a empresa não é recém-aberta, está em *early stage*.

situação da pesquisa em relação a seus principais locais de atuação do pesquisador, a saber: as cidades e a Academia.

Há mais de uma década este pesquisador vive entre as cidades de Guarapuava e Curitiba, portanto é natural que o interesse volte-se a assuntos que fazem parte das inquietações e expectativas vividas no estrato social da pesquisa e de quem pesquisa. Dessa forma, a recepção da cidadania, aqui entendida como a qualidade coletiva de quem é cidadão, sobre o tema da pesquisa têm importância na análise empreendida. Guarapuava, cidade origem, tem um espaço mantido pelo poder público chamado de LAB – Laboratório de Ideias. Em conjunto com a UTFPR de Guarapuava, o espaço é promotor de ações e, principalmente, de mensagens para a comunidade acadêmica e para a cidade. Em 23 de outubro de 2015, em evento assistido por este pesquisador poucos dias antes da qualificação da tese, a Prefeitura de Guarapuava assim divulgou:

Que tal ter a chance de criar uma empresa real em 54 horas e ainda ter suporte financeiro de investidores? Ou fazer uma nova revolução industrial na qual você cria e produz o que consome? A partir desses questionamentos, o LAB (Laboratório de Ideias), da Prefeitura de Guarapuava, desenvolveu a segunda edição do LAB Makers. O encontro aconteceu na noite da última quinta-feira (22), na UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná). [...] Por fim, o coordenador do LAB destacou quais os próximos passos do laboratório para incentivar novas soluções tecnológicas, inovação sustentável de construção social e economia criativa para a cidade, além de vivenciar o empreendedorismo coletivo. “Vamos começar a criar clubes que terão o apoio do LAB e da UTFPR. Estes clubes podem ser compostos por qualquer pessoa que tenha uma ideia ou um hobby e queiram desenvolver de uma forma criativa, seja através de robôs e técnicas inovadoras. Tudo vai ser voltado à imaginação e ao próprio esforço, misturando diversas áreas de conhecimento. Nosso objetivo com esse incentivo é desenvolver em cada pessoa o seu lado maker”, finaliza” (GUARAPUAVA, 2015).

Real, investidores, produz, consome, inovação, qualquer pessoa, próprio esforço e áreas de conhecimento são palavras e expressões normalmente encontradas em ações que envolvem tecnologias digitais, mesmo que os significados sejam ignorados nestes usos. O excerto anterior, divulgado em conjunto entre um ente público municipal e

a UTFPR local, é suportado por uma vertente maker que será exposta nesta tese, pontificada pelo ethos Maker Faire.

Em Curitiba, ainda no primeiro mês de gestão, o prefeito Rafael Greca e a secretária da Educação Maria Silvia Bacila reuniram dez chefias de Núcleos Regionais da Educação de Curitiba para tratar dos encaminhamentos iniciais da área no mandato vigente. A prefeitura relatou que “o prefeito pediu aos chefes de núcleo que trabalhem para as crianças terem acesso às mais elevadas formas de cultura e formação ética”. Entre as ações para tornar este acesso elevado possível, o prefeito anunciou uma intervenção nos Faróis do Saber, estruturas presentes em vários bairros da cidade: “serão recuperados e cuidados e receberão novo acervo de livros e recursos tecnológicos [...] A meta é que funcionem também como fablabs, laboratórios de criação para que pessoas da comunidade possam fazer projetos da área digital de forma colaborativa” (CURITIBA, 2017).

Na mesma toada, a Secretaria de Estado da Educação do Paraná anunciou o *Scratch Day* no estado da seguinte forma:

Na Secretaria de Estado da Educação do Paraná (Seed-PR), o Scratch Day será realizado no Seed Lab, localizado na Diretoria de Políticas e Tecnologias Educacionais (DPTE). O projeto Seed Lab, é uma ação da Seed-PR que disponibiliza um espaço de criação com a proposta do movimento Maker, ou “faça você mesmo”, que promove o protagonismo, a autoria e valoriza a criatividade de estudantes, professores, profissionais, pesquisadores e entusiastas (PARANÁ, 2017).

Em atuação no campo profissional, este pesquisador foi responsável pela supervisão, em modelo Ensino a Distância (EaD), de cinco polos do curso de Engenharia da Computação da Universidade Virtual do Estado de São Paulo, Univesp¹¹. Em um período de quatro meses (abrangendo dois bimestres letivos pelo calendário de disciplinas bimestrais da Univesp), a Univesp oferece um “Projeto Integrador para Engenharia de Computação”. Esta disciplina integradora pretende que discentes, em grupos de cerca de seis pessoas, desenvolvam um protótipo

11 Conhecida como a “quarta universidade pública” de São Paulo, a Univesp oferece os seguintes cursos EaD: Licenciaturas em Biologia, Química, Física e Matemática, e Engenharias de Computação e de Produção.

a partir de tema geral proposto pela docência. No primeiro semestre de 2017 o tema foi “ferramentas computacionais para laboratórios de cursos de engenharia”. A ideia é virtuosa: a disciplina de engenharia moldes EaD construiria os próprios equipamentos para laboratórios, buscando assim aprofundamento prático nos conceitos normalmente limitados a videoaulas. A proposta da Univesp, em campo de educação pública, estabelece uma relação direta entre empreendedorismo, movimento maker e “aprender fazendo”:

Com os atuais desafios da sociedade atual (*sic*), o perfil empreendedor pode fazer a diferença na carreira dos engenheiros. Dentro deste contexto, o movimento “criador” (maker) tem ganho especial destaque pela sua característica que fomenta o empreendedorismo. [...] O movimento maker pode ser entendido como uma evolução de um movimento anterior chamado faça-você-mesmo (Do-It-Yourself – DIY). Ambos movimentos partem do princípio que qualquer pessoa pode inventar novos dispositivos com suas próprias mãos, ou mesmo alterar e melhorar dispositivos já existentes. O resultado final é que algo concreto seja construído, mesmo que na versão de protótipo, e não apenas uma proposta ou um modelo conceitual. [...] Este Projeto Integrador (PI) visa posicionar os alunos no contexto de “ferramentas computacionais para laboratórios de cursos de engenharia” e propiciar que eles desenvolvam competências e habilidades de prototipação de soluções que gerem benefícios a diferentes cursos na área de engenharia, seguindo o movimento maker acompanhado do movimento de “aprender fazendo” (UNIVESP, 2017).

Os quatro exemplos denotam a aceitação pública de argumentos maker e da importância da experiência manual apoiada por recursos digitais na educação. Comunicações oficiais normalmente não se baseiam em pesquisa ou pensamento rigorosos, pois o momento histórico de consumo rápido de comunicações, boatos, fatos e notícias não colabora com a análise profunda do significado e das implicações daquilo que se está relatando. Os quatro excertos demonstram que há ideias na base das ações de entes municipais, estaduais, campi universitários e universidades que seguem estruturas de argumentação e poder incógnito para quem os reproduz, mas material para quem o pratica a partir da determinação inconsciente ou interessada de projetos e ações que fazem parte da definição do papel social praticada na educação. A essas práxis correntes oferece-se a discussão crítica dos diferentes entendimentos maker

buscando preencher o campo educacional da consciência do discente freiriana.

2 Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade para o fazer digital na educação

Não nos esqueçamos, porém, que por maior que seja nossa admiração pela complicação da engenharia dos computadores, seus princípios são extremamente simples e lógicos. Efetivamente complexo é o processo cerebral humano capaz de fabricá-lo.

(VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:23)

Este capítulo assesta contribuições de estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade para a discussão sobre espaços de construção digital na educação. Uma educação em abordagem CTS contesta a neutralidade e o determinismo tecnológico (DAGNINO, 2006) – assuntos que serão abordadas principalmente a partir da seção 2.3.1, página 84 - com características “mais transdisciplinares do que disciplinares e dando lugar a uma interação entre diferentes atores sociais, como cientistas, representantes dos governos, do setor produtivo, de organizações não-governamentais e da imprensa” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 2). Com as bases de rejeição epistemológica do determinismo e da neutralidade, advém esta discussão sobre os laboratórios de construção à luz de estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade:

A expressão “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS) procura definir um campo de trabalho acadêmico cujo objeto de estudo está constituído pelos aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tanto no que concerne aos fatores sociais que influem na mudança científico-tecnológica, como no que diz respeito às consequências sociais e ambientais. Utilizaremos a expressão “CTS” para fazer referência ao objeto de estudo – às relações ciência – tecnologia – sociedade – e a denominação “estudos CTS” para o âmbito do trabalho acadêmico que compreende as novas aproximações ou interpretações do estudo da ciência e da tecnologia (BAZZO; LISINGEN; PEREIRA, 2003, p. 119).

Discussões sobre ciência e tecnologia, interpoladas com temas como desenvolvimento, inovação e política científica, entre outros, são comuns ao campo CTS, que é uma área interdisciplinar em processo de desenvolvimento e expansão no Brasil. Para exemplificar, o PPGTE/UTFPR, programa origem desta tese, foi criado em 1995, portanto jovem. Por tratar-se de uma área recente na academia brasileira, o campo CTS apresenta-se como uma arena de entendimentos e estudos

tecnocientíficos sobre as alterações provocadas nos meios pelas sociedades humanas. Interessa em CTS as construções feitas pela humanidade, principalmente entendendo que inscrevem nas sociedades o caráter de acumulação histórica de modificação e adaptação ao meio. Essa perspectiva que vai além do disciplinar compõe CTS de pessoas de diversas origens, ideias, pensamentos, práticas, querer e fazeres, o que denota multiplicidade de projeções e conclusões acerca do tema ciência e tecnologia. Não obstante, apontamentos críticos ao campo acontecem internamente, mostrando que CTS no Brasil e na América Latina também podem reproduzir o modelo de importação e ressignificação interna de conhecimento e discussões exteriores. Dagnino (2006), discutindo Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade na América Latina, diz:

A adoção da Teoria da Inovação pelos pesquisadores que a partir dos 80 passaram a analisar o desenvolvimentismo de C&T na América Latina ocorreu como se não tivesse sido formulado na região um marco de referência analítico-conceitual ao qual, se não pela sua pertinência, pelo menos por respeito a uma regra do trabalho científico (dialogar com abordagens herdadas), deveria ser levado em conta. Por essa razão, os ESCT latino-americanos tiveram que assumir uma posição, não de tréplica às críticas formuladas por uma nova corrente de análise, mas de simples réplica a proposições de quem atuava como se estivesse penetrando um campo que não tivesse sido tratado anteriormente(DAGNINO, 2006).

Dagnino argumenta que estudos sociais de ciência e tecnologia, "ao analisar o desenvolvimento de C&T na América Latina", assumiram uma posição de réplica, ou seja, uma potencial replicação dos interesses que o próprio campo critica. Dagnino pugna por "tréplicas", ou críticas, formuladas a partir de "uma nova corrente de análise", pois os campos discutidos no âmbito de análise de C&T encontrariam discussões anteriores – e mesmo "um marco de referência analítico-conceitual" – na região. Dagnino conclui dizendo que os atores de Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade estão "presentes nas atividades de docência, pesquisa e extensão que se realizam na universidade". O desafio, para Dagnino, seria incorporar o público em geral, passando por estudantes e professores, a uma visão crítica de ECTS na produção da tecnociência. E assevera que o trabalho a que se dedica "pretende ser uma contribuição

para a remoção de um obstáculo ao desenvolvimento científico e tecnológico em Ibero-América que não é de natureza estrutural mas também não poderia ser classificado como institucional, mas sim [*de natureza*] cognitiva” (DAGNINO, 2006).

Esta tese discute o desenvolvimento de uma vertente de C&T no Brasil como forma de reconhecimento que as atividades em computação e construção digital no Brasil têm abordagens transnacionais herdadas, entretanto também apresenta um marco de referência analítico conceitual que a expande no país. A falta de discussão analítica e conceitual constatada no movimento *maker*, ou de “subteorização” nas palavras de Blikstein & Worsley (2016, p. 65), é nesta tese preenchida com Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade como forma de remover um obstáculo ao desenvolvimento de C&T nacional: o cognitivo, como apontado por Dagnino.

Para a discussão em Ciência, Tecnologia e Sociedade, a tese utiliza-se de contribuições de Álvaro Vieira Pinto como estímulo à educação como transformação de nossa condição de país periférico e neocolonizado. Vieira Pinto diz que “o caminho que o professor escolheu para aprender foi ensinar” e que “a educação é um ato intransitivo, quer dizer, o educador não pode transformar a outrem que não esteja se transformando no próprio trabalho de ensinar” (VIEIRA PINTO, 2010a, p. 22, 25). Aliado à constante crítica de Paulo Freire à educação bancária, a educação como transformação em Vieira Pinto leva a considerar que um laboratório de construção digital é um lugar para este fazer entre quem ensine e aprende mutuamente, por convenção identificados de “professor/professora” e “aluno/aluna”. Esta tese assume ambientes de fabricação digital como os fazeres e lidares – ambos substantivados – dos querereres das pessoas com objetos físicos computar – em ação em ambientes de educação. Disto decorre a percepção que há questões de cunho utilitário, ou seja, as máquinas e equipamentos que são usados para constituírem o espaço laboratório de construção; e também de

construção social, como a atividade educacional: “para quem” e “por quem” são constituídos os espaços e, por decorrência, a liberdade para o fazer. Trata-se de recursos epistemológicos na educação na proposta freiriana de uma prática de liberdade, pois “para quem” e “por quem” são questões que encontram na abordagem CTS suporte para entendimento de fazer e computar como atividades não-neutras e com vieses sociais. A aproximação de estudos de CTS à discussão de laboratórios de construção digital visa expandir – ou mesmo proporcionar rumos novos – às propostas abordadas ao longo da tese.

A abordagem CTS foi utilizada anteriormente por este autor em dissertação sobre robótica educacional (BARBOSA E SILVA, 2012). Naquele texto, temas como abertura de caixa-preta, determinismo tecnológico e tecnologia como manifestação de relações sociais e históricas foram discutidos com base em estudos de CTS e, principalmente, no trabalho do filósofo Álvaro Vieira Pinto. Assume-se que a dissertação debateu um componente específico de atividade com tecnologias na educação: a robótica educacional. Em seu turno, esta tese discute a ampliação da discussão para o local onde elementos como a robótica educacional e outras atividades constituem laboratório de práticas e vivências educacionais.

2.1 Álvaro Vieira Pinto¹²

No primeiro volume do livro “O Conceito de Tecnologia” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:xii), em nota do editor o cientista político e atual Secretário Municipal de Educação da Cidade do Rio de Janeiro, César Benjamin, narra brevemente fatos da vida do escritor e filósofo carioca. Álvaro Borges Vieira Pinto viveu de 1909 a 1987, foi catedrático da Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil – hoje UFRJ. Também, nas palavras de Benjamin, foi “professor admiradíssimo por várias gerações de alunos e um dos animadores do Instituto Superior de Estudos Brasileiros (Iseb)”. No que depreende-se da nota de César

12 Seção revisada e ampliada da dissertação do autor desta tese: (BARBOSA E SILVA, 2012, p. 15).

Benjamin, embora Vieira Pinto tenha finalizado "O Conceito de Tecnologia" em 1974¹³, o original permaneceu incógnito até a publicação pela Contraponto em 2005. O resgate de O Conceito de Tecnologia, de Vieira Pinto, dividido em volumes I e II com 531 e 794 páginas, ocorreu por iniciativa do então presidente do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)¹⁴, Carlos Lessa, ao estimular a publicação de obras de "intelectuais que foram importantes para a discussão sobre o desenvolvimento do país" (AGÊNCIA BRASIL, 2004). Também é uma obra publicada postumamente o livro "A Sociologia dos Países Subdesenvolvidos" (VIEIRA PINTO, 2008), editada a partir de manuscritos mantidos por Mariza Urban e editados por José Ernesto de Fáveri (GONZATTO, 2014, p. 34).

A obra de Vieira Pinto é apontada por Freitas como "uma densa reflexão sobre o significado social da filosofia em lugares pobres". Para Freitas, essa reflexão encontrou resistências e obstáculos para chegar ao conhecimento público muitos anos após a morte do autor "porque os escritos estão/estavam dispersos". Para Freitas, essa dispersão dos escritos de Vieira Pinto ocasionou que "gerações discutiram o tema desenvolvimento sem conhecer um dos mais completos tratados sobre o tema e, principalmente, sem considerar a dimensão política que autor atribui à disseminação do trabalho tecnicamente elaborado em sociedades pobres, como a nossa" (FREITAS, 2006, p. 80, 82).

Ao Freitas afirmar que "gerações discutiram o tema desenvolvimento sem conhecer um dos mais completos tratados sobre o tema", mostra-se que o pensamento de Vieira Pinto atualmente é muito mais ligado aos debates sobre desenvolvimentismo – "em função da obra produzida no período 'isebiano' – do que sobre filosofia, fato que foi apontado na Revista de Filosofia Antiga Kléos (VIEIRA PINTO, 2010b, p.

13 "Terminada a terceira e última revisão em 5 de abril de 1973. Terminada a transferência das correções da cópia para a primeira via em 19 de fevereiro de 1974" (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:794).

14 (AGÊNCIA BRASIL, 2004, p. 1) divulgou que a coleção incluiria Álvaro Vieira Pinto: "uma obra sobre o entrosamento da filosofia com a tecnologia. 'São 1.400 páginas datilografadas e por uma sorte da vida a obra não foi queimada nem jogada fora', lembrou Lessa". Carlos Lessa referia-se, naquela oportunidade, ao texto de "O Conceito de Tecnologia".

113). O importante a destacar é que a obra de Vieira Pinto tem sido, nos últimos tempos, consultada para diálogos na Filosofia, nos debates sobre desenvolvimento e, como nesta tese, em educação, tecnologia e sociedade. Trata-se, portanto, de um pensador de profícua reflexão sobre o Brasil.

2.1.1 Vieira Pinto e o Instituto Superior de Estudos Brasileiros

Sobre Vieira Pinto e o Instituto Superior de Estudos Brasileiros (ISEB), Demerval Saviani, na Introdução de "Sete lições sobre educação de adultos", diz que o filósofo "havia desempenhado importante papel na mobilização político-social do início da década de 60, que provocara seu exílio em decorrência do golpe militar de 1964". Saviani narra a oportunidade de entrevistar Vieira Pinto no Rio de Janeiro em 1981: "essa visita nos causou forte impacto. Impressionou-nos a determinação com que o professor (assim costumamos chamá-lo) se dedicava a um trabalho intelectual anônimo, solitário, porém sistemático". Com a entrevista, Saviani tomou conhecimento que Vieira Pinto partiu para o exílio em setembro de 1964, passou um ano na Iugoslávia, viveu no Chile até 1968, quando retornou ao Brasil¹⁵. Narra Saviani que:

Apesar das informações de que dispunha, persistia em mim uma grande curiosidade a respeito daquele polêmico pensador que era apresentado, na quarta capa do livro *Ciência e existência*, como sendo, na opinião de muitos, "o primeiro universalmente importante filósofo brasileiro". Quem era ele? Como se tinha tornado filósofo? O que tinha sido feito dele? Onde estaria ele e o que estaria fazendo? A oportunidade para responder a essas indagações surgiu em 1977, quando fui informado que o professor Álvaro V. Pinto estava morando no Rio de Janeiro. Consegui, então, visitá-lo em companhia de três colegas, à época minhas colaboradoras na Universidade Federal de São Carlos. Essa visita nos causou um forte impacto. Impressionou-nos a determinação como que o professor (assim costumamos chamá-lo) se dedicava a um trabalho intelectual anônimo, solitário, porém sistemático. Eram vários livros cujos manuscritos já estavam prontos, constituindo um considerável número de volumes. (VIEIRA PINTO, 2010a, p. 11)

15 O levantamento mais completo sobre a vida e obra de Vieira Pinto foi feito pelos pesquisadores Rodrigo Freese Gonzatto e Luiz Ernesto Merkle, intitulado "Vida e obra de Álvaro Vieira Pinto: um levantamento biobibliográfico" (GONZATTO; MERKLE, 2016).

Saviani também narra que Vieira Pinto, após o retorno ao Brasil, “se recolheu em seu apartamento, onde se dedicou exclusivamente à incansável tarefa de redigir os manuscritos de um conjunto de obras até agora inéditas¹⁶” (VIEIRA PINTO, 2010a, p. 9–11). Entre essas obras inéditas, em 1977 e 1981, Saviani possivelmente fizera referência aos manuscritos de “O Conceito de Tecnologia”. O caráter de ineditismo da obra de Vieira Pinto, principalmente se consideradas as publicações *post-mortem*, também é apontado por Benjamin em nota do Editor de “O Conceito de Tecnologia”:

É com emoção e orgulho que apresentamos ao público uma obra, até aqui inédita, de um dos mais importantes filósofos brasileiros de todos os tempos. Homem de extensa e reconhecida cultura, Álvaro Vieira Pinto (1909-1987) foi catedrático da Faculdade Nacional de Filosofia da então Universidade do Brasil (hoje UFRJ), professor admiradíssimo por várias gerações de alunos e um dos animadores do Instituto Superior de Estudos Brasileiros (Iseb), a mais importante entidade envolvida no debate desenvolvimentista nas décadas de 1950 e 1960. Dentro do Iseb e fora dele, o professor Vieira Pinto influenciou decisivamente a geração de intelectuais de sua época. O educador Paulo Freire referia-se a ele como “meu mestre” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:xv).

Foi durante o período no ISEB que Vieira Pinto publicou o livro “Consciência e Realidade Nacional (VIEIRA PINTO, 1960)” e as obras “A questão da Universidade” (VIEIRA PINTO, 1962a) e “Por que os ricos não fazem greve?” (VIEIRA PINTO, 1962b). A produção do filósofo no Instituto foi interrompida pelo golpe (civil-)“militar de 1964, quando o ISEB foi extinto e seus membros, entre eles Vieira Pinto, foram exilados”. Após o exílio na Iugoslávia, morou no Chile a convite de Paulo Freire e trabalhou no Centro Latino-americano de Demografia (CELADE), quando publicou “*El pensamiento critico en demografía*” e “Ciência e Existência: problemas filosóficos da pesquisa científica” (GONZATTO, 2014, p. 23).

Em uma generalização sobre ISEB, Bresser-Pereira coloca o Instituto como um reflexo do pensamento da CEPAL, entretanto esta

¹⁶ A entrevista foi concedida, segundo Demerval Saviani, quando “em julho de 1981 retornei à sua casa, agora munido de um gravador” (VIEIRA PINTO, 2010a, p. 11). Entre as obras estavam vários volumes de “um livro sobre tecnologia” e um com o título “a educação para um povo oprimido”. O primeiro livro viria a ser publicado em 2005 e é utilizado largamente nesta tese. O segundo livro citado, sobre Educação, permanece incógnito.

correlação direta está incompleta, pois aceita que tanto CEPAL como ISEB eram, na essência, apenas desenvolvimentistas:

Nos anos 50, os intelectuais do ISEB, refletindo o processo de revolução industrial e nacional que estava em curso desde 1930, conceberam a interpretação nacional-burguesa ou nacional-desenvolvimentista do Brasil e da América Latina. Ao mesmo tempo, os intelectuais da CEPAL desenharam a crítica da lei das vantagens comparativas, dando fundamentação econômica à política de industrialização com participação ativa do Estado, além de haverem formulado a teoria estruturalista da inflação". Em nota de rodapé, Bresser-Pereira conclui: "Por esse motivo, os economistas da CEPAL são com frequência chamados de estruturalistas. Essencialmente, porém, foram desenvolvimentistas, como os do ISEB" (BRESSER-PEREIRA, 2005, p. 201).

Bresser-Pereira foca em um aspecto do ISEB, ou em uma discussão que ocorria no Instituto: "para o ISEB, assim como para a CEPAL, o desenvolvimento era industrialização, mas, mais do que isto, era o processo mediante o qual o país realizava sua revolução capitalista (BRESSER-PEREIRA, 2004, p. 55)". Em suma, Bresser-Pereira diz que:

Foi fundamentalmente uma escola de intelectuais públicos que se reuniam sob a liderança de Hélio Jaguaribe para pensar o Brasil. Embora tivessem grande cultura, não estava primordialmente preocupados com as pesquisas acadêmicas, mas em participar da vida pública com sua inteligência. [...] Tratavam-se de intelectuais que, embora inseridos no aparelho de Estado e preocupados com a formulação de projetos de desenvolvimento, não tinham habilidades tecnocráticas nem políticas especiais. Sua força estava em suas ideias, não na ação. (BRESSER-PEREIRA, 2004, p. 50)

O contraponto ao pensamento de Bresser-Pereira é oferecido a partir da obra de Marcos Cezar de Freitas que, ao discutir "a contribuição de Álvaro Vieira Pinto para o estudo histórico da tecnologia" (FREITAS, 2006), aponta a influência da CEPAL "nos escritos mais densos de Vieira Pinto". Entretanto, para Freitas, o léxico cepalino era presente em muitos ambientes intelectuais – especialmente no ISEB. Para Freitas, Vieira Pinto "encontrou, naquela economia política que nascia, um 'lugar argumentativo' para desaguar seu incomensurável acervo de leituras filosóficas e sociológicas" (FREITAS, 2006, p. 82). O que Bresser-Pereira aponta como ponto de chegada – a CEPAL –, Freitas aponta como "lugar argumentativo" para desaguar o acervo intelectual de Vieira Pinto. É

incorreto correlacionar diretamente, como fez Bresser-Pereira, o pensamento do ISEB como CEPAL. Campos (2010, p. 9) afirma que "existencialismo, marxismo, nacionalismo, desenvolvimentismo, historicismo e outros 'ismos' perambulavam nos corredores isebianos, preocupados em interpretar e transformar a 'realidade nacional'". Especificamente sobre Vieira Pinto, Queluz e Merkle esclarecem que:

Vieira Pinto, posiciona-se, assim, dentro de uma tendência democrática do nacional desenvolvimentismo. Ou seja, o desenvolvimento deveria ser um projeto consciente, participativo, democrático, e vindo das pessoas comuns, o que não deixa de ser, inclusive, uma visão deveras apropriada para se pensar hoje inclusão tecnológica, acesso e transparência, governança eletrônica e outras tendências mediadas pelas tecnologias (QUELUZ; MERKLE, 2012).

A negação de correlação total do pensamento do ISEB – e de Vieira Pinto – com a CEPAL não decorre somente em questões léxicas. Marcos Cezar de Freitas, desta vez na Introdução de "O Conceito de Tecnologia", discute a influência da teoria cepalina dos anos 1950 sobre as obras de Vieira Pinto. Para Freitas:

Se a teoria cepalina projeta-se a partir dos conceitos de "centro e periferia", a plataforma conceptual de Vieira Pinto projetou-se com as respostas que ofereceu para a questão: o que é trabalhar na periferia sob a dominação econômica e cultural do centro? Tanto nos escritos cepalinos quanto nos escritos de Vieira Pinto a dicotomia centro-periferia oferece condições para uma compreensão singular da propagação do incremento tecnológico e da utilização da técnica para a substituição do trabalho manual. O que se verá adiante é que na acepção de Vieira Pinto o centro capturava um dos significados da tecnologia e ideologicamente o proclamava como universal, reservando ao mundo da periferia a condição de "paciente receptor" das inovações técnicas quando, na verdade, já se pronunciava uma "fase histórica" na qual era possível atuar como "agente propulsor" do próprio desenvolvimento. Em ambos os escritos, os cepalinos e os de Vieira Pinto, as noções de centro e periferia eram usadas para descrever uma situação assimétrica na apropriação de ganhos originados na 'divisão internacional do trabalho' (VIEIRA PINTO, 2005, v. 1, p. 4).

Desta apresentação de Marcos Cezar de Freitas depreende-se que Vieira Pinto afastava-se da ideia de tecnologia universal, assim combatendo o ideário de periferia – dominada economicamente e culturalmente pelo centro – como receptora passiva das tecnologias do dominante. Bresser-Pereira (2005, p. 212) diz que o termo "centro-

periferia” é um eufemismo para indicar a relação imperialista. Freire (1987, pt. 2527) esclarece que:

É preciso não confundir desenvolvimento com modernização. Esta, sempre realizada induzidamente, ainda que alcance certas faixas da população da 'sociedade satélite', no fundo interessa à sociedade metropolitana. A sociedade simplesmente modernizada, mas não desenvolvida, continua dependente do centro externo, mesmo que assuma, por mera delegação, algumas áreas mínimas de decisão. Isto é o que ocorre e ocorrerá com qualquer sociedade dependente, enquanto dependente. [...] Parece-nos que o critério básico, primordial, está em sabermos se a sociedade é ou não um “ser-para-si”.

Queluz e Merke (2012), em um trabalho que discute a influência de Vieira Pinto e Darcy Ribeiro no Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade, dizem que “no livro *Consciência e Realidade Nacional*, de 1960, Álvaro Vieira Pinto retoma a necessidade de construção de uma teoria do desenvolvimento nacional” (QUELUZ; MERKLE, 2012). O pensamento de Vieira Pinto sobre a necessidade do desenvolvimento de “um novo instrumento conceitual que permitisse ao Brasil desenvolver uma ideologia do desenvolvimento” é explicitado em Queluz e Merkle. Os autores informam que Vieira Pinto, no livro *Ideologia e Desenvolvimento Nacional*,

[...] defenderia a necessidade de elaboração de um novo instrumento conceitual que permitisse ao Brasil desenvolver uma ideologia do desenvolvimento que superasse a visão finita a que historicamente fora limitado, tendo por princípio, a partir de então, do ponto de vista do infinito, ultrapassar limites em direção a um novo horizonte de entendimento de si mesmo. (QUELUZ; MERKLE, 2012)

Depreende-se então que os debates que tinham lugar nas décadas de 1950-60 no Brasil ainda encontram eco na atualidade: qual é o “modo” de desenvolvimento que seguirá o país? Queluz e Merkle (2012) ajudam a compreender o debate entre “desenvolvimentismo” e “nacionalismo econômico”. Para os autores, as correntes convergiam para a necessidade de industrialização e para um caráter nacionalista. Entretanto, o primeiro “acabou coligando interesses aparentemente contraditórios entre a burguesia nacional, especialmente a industrial e oligarquia rural”¹⁷. O nacionalismo econômico, em oposição, defendia “a

17 A constatação é corroborada por (BRESSER-PEREIRA, 2005, p. 54): “Nos anos [19]50, o ISEB identificava

expansão dos direitos dos cidadãos através das reformas de base e ao combater diretamente os interesses oligárquicos, através da proposta de reforma agrária, opondo-se decisivamente ao capital internacional”. Queluz e Merke (2012) concluem que o nacionalismo econômico fazia oposição a interesses dominantes no país à época.

Dois campos de debate sobre desenvolvimento brasileiro também são identificados em Côrtes (2001, p. 38, destaque original): “Vieira Pinto acreditava expressar a consciência social de um *dizer comum* e popular; enquanto seus críticos imaginavam edificar uma ciência radicalmente contrária aos saberes vulgares e aos ditos ideológicos”.

Da leitura dos textos de Vieira Pinto, concorda-se com Queluz e Merkle, e com Côrtes na constatação de que Vieira Pinto acreditava no desenvolvimento do Brasil a partir do popular, do nacional, advogando a valorização do saber local em relação a um conhecimento inspirado – ou adaptado – do estrangeiro. Côrtes diz que:

Eram duas visões radicalmente antagônicas de Brasil. Subdesenvolvimento *versus* desenvolvimento combinado e dependente; cosmopolitismo *versus* nacionalismo; consciência *versus* ciência; lógica dual *versus* lógica dialética; historicismo *versus* estruturalismo; razão histórica *versus* razão sociológica: tais dicotomias relevaram duas *weltanschauungen*¹⁸ que disputavam o significado da realidade social, travavam um conflito de interpretações acerca da sociedade brasileira e se chocaram pela prerrogativa de definir a melhor chave explicativa do mundo dos homens (CORTES, 2001, p. 38)

Paulo Freire assumia no ISEB um espaço de discussões sobre o Brasil. Antes do ISEB, segundo Freire, vigia uma análise sob o ponto de vista externo, primeiro europeu e depois norte-americano: era o “pensar o Brasil” de um ponto de vista não brasileiro (FREIRE, 1967, p. 97). Para Freire, o ISEB era uma ação de brasileiros pensando o Brasil “como realidade própria”:

O ISEB, que refletia o clima de desalienação característico da fase de trânsito, era a negação desta negação, exercida em nome da

a industrialização, que se acelerara desde 1930, com a Revolução Nacional Brasileira, e argumentava que então, sob a égide de Getúlio Vargas, se formara um novo pacto político nacional-populista unindo burguesia industrial, trabalhadores, técnicos do Estado e parte da oligarquia substituidora de importações, e atribuía um papel protagonista para os empresários industriais”.

18 Do alemão *Welt* (mundo) mais *anschauung* (visão): visão de mundo.

necessidade de pensar o Brasil como realidade própria, como problema principal, como projeto. Pensar o Brasil como sujeito era assumir a realidade do Brasil como efetivamente era. Era identificar-se com o Brasil como Brasil. A força do pensamento do ISEB tem origem nesta identificação, nesta integração. Integração com a realidade nacional, agora valorizada, porque descoberta e porque descoberta, capaz de fecundar, de forma surpreendente, a criação do intelectual que se põe a serviço da cultura nacional. Desta integração decorreram duas consequências importantes: a força de um pensamento criador próprio e o compromisso com o destino da realidade pensada e assumida. Não foi por acaso que o ISEB, não sendo uma universidade, falou e foi escutado por toda uma geração universitária e não sendo um organismo de classe, fazia conferências em sindicatos (FREIRE, 1967, p. 98).

Vieira Pinto e Freire, contemporâneos e com afinidade ideológica, ajudam a compreender a relação do país em desenvolvimento – ou, nas palavras do passado, subdesenvolvido – em relação às metrópoles. A alienação, desta forma, consubstancia-se em um “não-ser-para-si”, onde o desenvolvimento deveria ser, no lugar de uma modernização dependente, um processo “consciente, participativo, democrático, e vindo das pessoas comuns”, conforme constataram Queluz e Merkle (2012). Deve-se reconhecer que o conflito aparece nas mais diversas áreas, como no desenvolvimento econômico e social, no ensino, na pesquisa e na sociedade em geral perpassando, certamente, por ciência e tecnologia.

A prática docente de Vieira Pinto também serve de apontamento para um estilo de educação voltado a um aprofundamento de questões em volta do conteúdo tradicional da escola. Em uma entrevista transcrita por Demerval Saviani (VIEIRA PINTO, 2010a, p. 13), o filósofo conta que formou-se médico pela Faculdade Nacional de Medicina e atuou como professor de Filosofia. Na entrevista, narra que estudou no ano de 1949 em Sorbonne, onde defendeu tese na Faculdade de Filosofia. Vieira Pinto conta que fez um curso de “matemática superior” na Universidade do Distrito Federal que encerrou-se com o fechamento da escola no meio do terceiro ano. Em 1951, foi aprovado em concurso e assumiu cadeira como professor catedrático de História da Filosofia. Vieira Pinto narra a própria trajetória dentro do ensino de História da Filosofia:

Saviani: Como professor de História da Filosofia qual era a orientação filosófica que o senhor desenvolvia nos cursos?

Vieira Pinto: Era uma orientação exclusivamente pragmática, quer dizer, eu dava o curso seguindo os manuais da filosofia comum, idealista, mas sempre num nível superior e elevado, desenvolvia cronologicamente o pensamento. (...) Depois entra outro período, que é o do aparecimento do ISEB. Isto em 1955. Com a entrada para o ISEB fui mudando aos poucos de orientação, fui tomando uma orientação mais objetivista, menos idealista e deixando de lado toda aquela forma clássica de ensinar História da Filosofia, que era puramente repetir o que o outro disse. Passei a fazer uma exposição sobre o autor e depois a crítica, o que me dava oportunidade de alargar mais o meu campo de pensamento, embora sem jamais ter chegado a impor a ninguém qualquer ideia extremista, ou qualquer ideia que julgava tal, que fosse considerada indevida num currículo de Filosofia. Na Faculdade de Filosofia jamais saí da linha puramente ortodoxa do ensino da Filosofia; o que fazia antes era seguir os autores, naturalmente que se o autor dissesse alguma coisa a qual eu não concordava tinha que dizer o mesmo, porque a minha obrigação era ensinar, não o que eu pensava, mas o que os outros pensavam. Então eu tinha que repetir, resumir, repetir e depois fazer alguma crítica, mas muito pouco elaborada, porque senão eu perderia muito tempo na crítica e acabava não podendo adiantar a matéria (VIEIRA PINTO, 2010a, p. 17).

O relato de Vieira Pinto serve de reflexão à prática docente como um conflito entre um ensino pragmático, idealista, de repetição do que o outro disse, e um exercício que alarga mais o campo de pensamento, mais objetivista e menos idealista. Entretanto, mesmo que Vieira Pinto procurasse praticar um ensino para alargar o campo de pensamento, havia um conteúdo a ser estudado nas disciplinas: a crítica “muito pouco elaborada” acontecia ao passo da necessidade de adiantar a matéria.

2.1.2 Ideias como bens de consumo e bens de produção

Para Vieira Pinto, uma categoria expressa o processo *[do conhecimento]*¹⁹ da integridade do desenvolvimento até o momento atual, “é o todo que domina logicamente as partes componentes”(VIEIRA PINTO, 1979, p. 15). Categorias auxiliam a compreender o todo (as ideias) e suas componentes, destarte aplicadas em exame desta tese sobre construção digital na educação para compreendê-la na realidade material que a constitui no Brasil. Acerca desta premissa, afirma:

19 “O processo, a que nos referimos, é o do conhecimento”(VIEIRA PINTO, 1979, p. 15).

Uma coisa é o conhecimento como ato vivo de apreensão de um conteúdo da realidade, outra é a sua formulação mental e depois verbal. A lógica, que procura penetrar o íntimo da operação viva, e captá-la, fazendo dela um dado da consciência, delimitado numa ideia, tem igualmente por função ordenar a exposição verbal coerente daquilo que o pensamento apreende de si mesmo ao produzir seus elementos constituintes, as ideias que refletem a realidade dos objetos ou fenômenos a cujo exame se aplicou(VIEIRA PINTO, 1979, p. 15-16).

Depreende-se de Vieira Pinto que uma categoria representa um processo de conhecimento, que capta uma operação viva para fazê-la dados da consciência, delimitando-o em ideias que ordenam uma exposição verbal coerente da produção de elementos constituintes. Reflete-se, assim, a realidade dos objetos e fenômenos aplicados a exame. Destaque-se que há uma ordenação da exposição verbal coerente dos elementos que constituem e são categorizados.

A exposição verbal permite que o conhecimento, "em sua realização mais perfeita" como expressão da teoria e da prática, "manifeste-se como ideia". Também ressalta que a ideia é manifestação de caráter e essência social, "o qual explica a possibilidade de *comunicação* superior, intelectual entre os homens" (VIEIRA PINTO, 1979, p. 46). Vieira Pinto propõe que o processo de formação das ideias assenta-se sobre solo social em que pessoas, em sociedade, trabalham a Natureza para subsistir. Então:

No curso desse esforço comum geram-se as condições objetivas, isto é, a prática existencial, que possibilitarão a criação da ideia como representação de um objeto, de uma situação ou de um fenômeno, a que se dirige no momento, por alguma razão vital, o interesse do homem. Este fato liga indissolavelmente o conceito de ciência ao da existência, e mostra ser inteiramente improfícua e puro produto da imaginação uma teoria da ciência, e com mais forte razão da pesquisa científica, que não a configure no campo da dialética existencial(VIEIRA PINTO, 1979, p. 47).

A obra do filósofo clarifica que a existência de uma sociedade, ou das ideias que permeiam as sociedades, não é determinada por sua tecnociência. Ao ligar indissolavelmente os conceitos de ciência e existência, Vieira Pinto mostra que as ideias que governam os projetos, as ações e intenções são produzidas coletivamente, dentro das possibilidades de comunicação superior intelectual entre pessoas. Neste sentido, a

categorização das ideias que permeiam a construção digital na educação é um exercício de reconhecimento e identificação das diferentes vertentes que suportam as atividades práticas colocadas em seus espaços derivados. Para exemplificar, um FabLearn, um FabLab, ou qualquer outra iniciativa, representam não apenas um espaço, mas principalmente a concretização de ideias em processo em ambientes sociais diversos. Assim, Vieira Pinto propõe duas classificações para ideias que delineiam o texto desta tese, ideias como bens de consumo e como bens de produção:

A exigência de fundamento social para o surgimento das ideias determina a incorporação delas à economia da sociedade. Apreciada por este ângulo, a ideia manifesta uma essência contraditória: por um lado, é o resultado da ação produtiva do homem sobre a natureza, desde os primórdios, quando começa a emergir da etapa do instinto; neste sentido a ideia é um bem de consumo. Mas, por outro lado, na medida em que a atuação criadora que o homem exerce na natureza é dirigida pela ideia que já foi capaz de formar a respeito dela, dos objetos, forças e fenômenos que a compõem, a ideia aparece como bem de produção. Em virtude deste segundo aspecto, as ideias têm de ser contadas entre as forças sociais de produção (VIEIRA PINTO, 1979, p. 48, destaques originais).

Vieira Pinto mostra que o conceito de produção é aplicado pelo homem nas atividades existenciais e sociais, “inclusive na mais perfeita destas, a realização da ciência”. O conceito exposto pelo filósofo, de bem de consumo e bem de produção, “só em caráter secundário e derivado se reveste de significação econômica”. Os bens de produção são assumidos como bens indiretos, que sem relação direta a uma função social de prover necessidades imediatas de pessoas. Os bens de consumo têm relação direta entre a necessidade e o resultado da ação produzida. Vieira Pinto explica que o bem de consumo é o exercício da ação criadora sobre a natureza, ao passo que o bem de produção é a atuação criadora da humanidade a respeito da ideia, “dos objetos, forças e fenômenos que a compõem”. Assim, “o homem *consume* socialmente as ideias, da mesma maneira que qualquer outro bem indispensável, e o faz porque delas necessita para a atividade permanente a que está obrigado a se dedicar, a de produzir a existência” (VIEIRA PINTO, 1979, p. 48–49, destaques originais).

Assumindo o conceito de ideias como bens de consumo e de produção, por conseguinte é válido considerar que, na discussão proposta neste texto, ideias anteriores sobre movimento maker produzem existência ao passo de seu consumo. Vieira Pinto propõe a reflexão crítica das origens e condicionamentos das ideias consumidas, o que este texto coloca-se a fazer no tema construção digital na educação. Acerca deste reconhecimento, Vieira Pinto diz que:

Uma das condições para adquirir e aplicar a metodologia autêntica está em que o investigador se situe no campo da consciência crítica, a constitua para si, a fim de partindo dela, e dirigido por sua inspiração, exercer as atividades que a pesquisa científica impõe. Uma das características da consciência ingênua está em não se reconhecer tal, principalmente porque ignora a dualidade dos modos da consciência, ou não a aceita, o que a torna insensível aos reclamos do pensar crítico (VIEIRA PINTO, 1979, p. 49).

Vieira Pinto retoma o argumento de que “as ideias na origem são bens de produção, mas se destinam, como todos os demais, a ser *consumidas*”. O conhecimento maior da concatenação dos fenômenos, bem como das propriedades dos corpos²⁰, dá o *valor para ação* no mundo (VIEIRA PINTO, 1979, p. 86, destaques originais). O que Vieira Pinto está demonstrando com a palavra “valor” é que ideias sustentam a significação de uma ação, o que permitiria assumir que ideias como bem de produção e consumo dão significado à ação. Assim, a produção de existência, consumida através de ideias acumuladas anteriormente, mesmo mantendo a característica contraditória proposta pela lógica dialética, é significada por concepções anteriores à ação.

Depreende-se em Vieira Pinto a categorização do processo de conhecimento expresso em ideias. Tem-se também que ideias são contraditórias, pois ao mesmo tempo são bens de consumo e de produção. Assim, cabe analisar como ideias, em forma de bens de produção – e que efetivamente são produzidas socialmente e interessadas –, circulam na ponta de bens de consumo. Dessa forma, reconhece-se que

20 Ideias constituem *corpus* de análises e objetos de estudo, como o caso desta tese.

um país em desenvolvimento consome ideias produzidas em outros centros. Vieira Pinto assevera:

Aceita por muito natural, e, ainda mais, por definitiva a postura de consumidora de ideias *forâneas*. E nisso precisamente consiste o aspecto principal da alienação cultural. Mas tal atitude não seria possível, se as ideias não contivessem em sua realidade este aspecto, o de serem bens de consumo, e portanto poderem ser transferidas, exportadas, distribuídas aos que são incapazes de fabricá-las. À consciência do país subdesenvolvido, que pouco ou nada empreende, que não tem condições para ser origem de um projeto próprio de existência para si e da correspondente transformação material da realidade, não é perceptível o *outro lado* da ideia, o de ser um bem de produção, isto é, instrumento de criação de novas condições da realidade (VIEIRA PINTO, 1979, p. 53).

A importação, por um país em desenvolvimento, extrapola mercadorias, tecnologias e técnicas estrangeiras: acontece também com a composição do projeto de existência, dos fins e dos empreendimentos locais. Vieira Pinto coloca esta importação como uma forma de alienação cultural, o que é reconhecido como a absorção primaz de modos e pensamentos exteriores para discutir e – tentar – resolver contradições locais. Em vários pontos da obra, Vieira Pinto ajuda a constatar que essa absorção ingênua acontece com observação de boas práticas, com comparação internacional, com a recepção de modos de fazer estranhos às necessidades da sociedade brasileira. Destaque-se, novamente, que não se trata de fechar a sociedade para conhecimentos que circulam inicialmente fora dos espaços nacionais, mas de não deixar de privilegiar o endógeno por crê-lo menor do que o exógeno.

Para uma concepção original de transformação material da realidade brasileira, deve-se destacar a concepção de Vieira Pinto sobre “projeto próprio de existência”. Reconhece-se que uma sociedade ampla e complexa como a brasileira tem inúmeras tendências, projetos, visões de mundo e ações para o que cada estrato considera “desenvolvimento”. Nas acepções propostas na obra do filósofo, tem-se que o desenvolvimento é um projeto para si, o que de princípio afasta a ideia de reforçar o projeto de existência de outrem. Assim, colabora Vieira Pinto para demonstrar que ideias produzem e são consumidas, portanto cabe verificar no âmbito

desta tese como produção e consumo acontecem nas recepções da construção digital no Brasil, especialmente no campo educacional.

Para cumprir este objetivo, recorre-se à obra de Vieira Pinto como suporte à análise de construção de digital na educação brasileira com fins de analisar, a expor e “a criar ideias gerais, denominadas ‘categorias’, que são a expressão ideal, generalizada, das relações entre os fatos e das propriedades mais profundas e essenciais de todos os seres” (VIEIRA PINTO, 1979, p. 64).

2.1.3 O porquê de contribuições de Vieira Pinto para discussão sobre espaços de construção digital no Brasil

Álvaro Vieira Pinto oferece elementos que suportam a expansão do conceito que a sociedade brasileira adota de tecnologias. Vieira Pinto propõe a movimentação do pensamento ingênuo em direção ao crítico, o que também é proposto por Freire na educação. É válido buscar as contribuições do pensamento de Vieira Pinto a um projeto educacional porque o projeto de Nação encontra-se em curso, especialmente pelo lugar que a sociedade discute os caminhos do desenvolvimento nacional. Outrora discutiu-se a modernização pela via industrial ou agrária, atualmente a via tecnológica digital entra na lista de opções nacionais. Tanto as primeiras, que remontam ao tempo pré-Vargas, e as últimas, que se colocam em preocupações especialmente a partir da década de 1990, ou advogam a inserção autêntica nacional no cenário global, ou advogam uma internacionalização perfilada a projetos exteriores²¹.

Para Vieira Pinto, a Nação não é um fato dado, é um vir a ser. Destarte, o que no país é feito, o que é produzido, e mesmo ideias materializadas também na educação como bens de consumo e bens de produção, estão neste vir a ser. Vieira Pinto passa da representação da

21 Um dos “sofismas relativos ao desenvolvimento” apontado por Vieira Pinto “é a suposição, a que aludimos, de que só alguns países tenham o poder de realizar a revolução emancipadora”. O segundo é ao qual “sucumbe com extrema frequência a consciência ingênua, é a afirmação de que o desenvolvimento de um país subdesenvolvido tenha de ser feito por outro que esteja em condições de pleno desenvolvimento” (VIEIRA PINTO, 1960, p. 96-97).

sociedade brasileira, especialmente a partir da análise de sua característica trabalho, para apontar caminhos para o devir. Neste sentido, ao analisar tecnologias discutidas fora em uma perspectiva brasileira, é em Vieira Pinto que busca-se a reflexão que “a transmutação das fontes, dos modelos do pensar, que configuram a consciência da massa não se faz, pois, pela interferência das elites, mas ocorre tão somente como consequência do movimento do próprio processo de realidade” (VIEIRA PINTO, 1960, p. 108). Esse processo de consciência da realidade – do deslocamento processual da consciência ingênua para a crítica – ocorre também nas mediações tecnológicas que expressam, além do “como”, o “para quem” o processo de desenvolvimento da Nação está em curso.

Há na obra do filósofo Vieira Pinto um forte debate sobre o tema relação centro-periferia, expressão e ideário em voga nas décadas 1950-90 no Brasil e é atual, embora com a alcunha de relação entre mundo desenvolvido e em desenvolvimento. A retomada da análise sob o ângulo de centro e periferia – embora a norma atual proponha o termo desenvolvidos e em desenvolvimento – auxilia a refletir sobre o tipo de educação desejada com tecnologias. Mesmo que em uma perspectiva não mercantilista direta, a absorção acrítica de uma prática exterior de computação na educação tem o potencial de reforçar as exclusões na informática enquanto carreira e trabalho. Interessa debater também sobre o “quem” terá/construirá/usará/conhecerá/criará tecnologias de construção digital como uma forma de expressão social: não se trata de criar ilhas de excelência (por exemplo, em escolas particulares, em ambientes com associação remunerada, em organizações sociais “sem fins lucrativos”, entre outras) e reforçar a distância com escolas de regiões menos privilegiadas economicamente e socialmente.

O que Vieira Pinto inspira é a buscar o desenvolvimento da educação – e da sociedade – brasileira através de uma consciência do ser brasileiro. Tal esforço intelectual, educacional e político será em vão se

privilegiar centros metropolitanos internos, o que em nada auxiliará à projeção brasileira em totalidade no mundo. Vieira Pinto (2005, p. 1:299) advoga que é o homem da ciência que deve perceber seu papel na “transformação geral das estruturas de sua sociedade”. Não fazê-lo, para Vieira Pinto, equivaleria a “divinizar a tecnologia do país rico, acreditando que a simples transferência dela para o meio atrasado modificará as condições existenciais da realidade deste último”. Ao dizer que o “homem da ciência” deve “perceber” um papel na transformação da sociedade, Vieira Pinto está a falar em um posicionamento político manifestado em práxis.

Esta práxis como posicionamento do “homem da ciência” tem o potencial de influir em decisões que afetam a vida social brasileira. Por exemplo, há uma cultura governamental de construir focos irradiadores de práticas educacionais. Este viés ideológico é travestido de “projeto-piloto”, “boas práticas”, “exemplo de gestão”, entre outros rótulos. Um exemplo de centro metropolitano na área de construção digital está exposto no documento “Produtivismo Incluyente: Empreendedorismo Vanguardista”²² (SAE, 2015, p. 185). Este documento, que almejava constituir-se em uma “agenda pós-ajuste fiscal”, propôs, entre diversas outras ações de base legal e organizacional do governo e sociedade brasileiros, a criação de 10 (dez) FabLab no país nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Brasília, Curitiba, Manaus, Porto Alegre, Recife, Salvador e Fortaleza. A proposição destes centros é assim justificada:

O desenvolvimento de novas tecnologias de comunicação, informação e manufatura está transformando o empreendedorismo ao redor do mundo. Elas facilitam a criação de empresas inovadoras de alto crescimento que oferecem produtos com alto potencial de ganho de escola. Ao entorno de empresas inovadoras de alto crescimento se formam ecossistemas de inovação como em Boston, no Texas e no Vale do Silício na Califórnia. Esses ecossistemas disponibilizam o capital, experiência e conhecimentos que auxiliam novos empreendedores a aumentarem suas chances de sucesso. Entretanto, na ausência da formação espontânea de ecossistemas de empreendedorismo e inovação e existindo a possibilidade do Estado acelerar o uso dessas tecnologias para o

22 O título reflete as ideias do professor de Harvard Roberto Mangabeira Unger, ex-ministro da Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos. A Secretaria foi extinta ao final de 2015 em uma reforma ministerial promovida pela então presidenta Dilma Rousseff.

empreendedorismo de mercado, ele pode assumir o papel indutor na criação de ecossistemas, centrados no uso de tecnologias avançadas (SAE, 2015, p. 185, destaque artificial)

No diagnóstico da Secretaria, existiria a possibilidade do Estado acelerar os usos de determinadas tecnologias em determinadas cidades. A este projeto cabe a crítica aos centros metropolitanos. Vieira Pinto é direto nesta questão: para ele, o pensamento teórico adotado é, na verdade, a “diretriz ideológica” que norteia as políticas. A falta de consciência crítica na diretriz ideológica adotada, para Vieira Pinto, leva a decisão política, em primeiro lugar, a “desenvolver o desenvolvido”, ou seja, concentrar em áreas mais ricas a instalação de nova tecnologia. Em segundo lugar, Vieira Pinto identifica uma “falta de consciência social crítica no planejamento da expansão a partir destes focos irradiadores”. A terceira, a transferência do “foco de irradiação”, como feudo, para os “proprietários do 'foco'”. São três atitudes teóricas, conseqüentemente de suporte político, que para Vieira Pinto demonstram a “falta de consciência crítica na direção do processo de desenvolvimento” e contribuem para o desnivelamento do país, “deixando sempre pobres, quando não ainda mais pobres, as áreas atrasadas²³” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:299).

Nota-se o constante relacionamento de Vieira Pinto a um ideário teórico e político de desenvolvimentismo brasileiro. Embora o lugar de discussões da atualidade não induza à consideração de bases locais, por pregar-se que vivemos um período de globalização inexorável, ao alcance dos dedos e de pequenos aplicativos, educadores como Paulo Freire mostram que o poder público tem, historicamente, incutido a indiferença fatalística na educação pública “que leva ao cruzamento de braços. 'Não há o que fazer' é o discurso acomodado que não podemos aceitar” (FREIRE, 1996, p. 67). Há, sim, o que fazer. E este “fazer” de Freire mostra que a discussão de Vieira Pinto sobre o desenvolvimento

23 Trazendo este viés inclusivo para educação, em entrevista sobre políticas públicas de tecnologias nas escolas, Paulo Blikstein afirma que as ações de computadores, ou outras, devem buscar 100% dos alunos e que 99% não é suficiente (BLIKSTEIN, 2011b). Trata-se de um exemplo em que a teoria exposta por Vieira Pinto mostra-se latente de aplicação em questões práticas de programas de tecnologias aplicadas à educação.

como projeto da totalidade da Nação é importante historicamente para as discussões sobre educação.

O debate sobre desenvolvimentismo e outros “ismos” iniciado na Era Vargas, continuado nos anos JK, perpassados em um período de ditadura civil-militar, adentrando em um período de abertura liberal nos anos FHC e com retomada de um tímido grau de nacionalismo nos anos Lula/Dilma, continua atual no Brasil principalmente com a ascensão do período do golpe capitaneado por Temer. Cada momento histórico brasileiro teve e tem questões de ordem técnica, apresentou novos vieses do próprio entendimento de “progresso” e de propôs formas e modalidades de tecnologias. Entretanto, não foram estes momentos, cada um a seu turno histórico, uma “explosão tecnológica”, ideia que Vieira Pinto atribui a uma “ausência de sensibilidade histórica” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:233). São as ideias, consumidas, que dão suporte aos períodos.

O Brasil persiste, historicamente, como um fornecedor de matérias-primas para o centro desenvolvido, fato que o afeta diretamente nas esferas de trabalho. Então a obra de Vieira Pinto indica o debate sobre passar do subdesenvolvimento para o desenvolvimento, e esta questão tem lugar na educação. Para mostrar que educação refere-se à sociedade como um todo, Vieira Pinto diz que:

A educação é um fato *social*. Refere-se à sociedade como um todo. É determinada pelo interesse que move a comunidade a integrar todos os seus membros à forma social vigente (relações econômicas, instituições, usos, ciências, atividades etc.). É o procedimento pelo qual a sociedade se reproduz a si mesma ao longo de sua duração temporal (VIEIRA PINTO, 2010a, p. 32, destaque original).

Vieira Pinto identifica a educação como fato social, um componente do sistema vigente. E educação é componente do sistema econômico, das instituições, dos usos, ciências e atividades atuais. Entretanto, aponta Vieira Pinto, a educação é um processo contraditório: a sociedade quer fazer-se no futuro “mais igual possível a si mesma; porém, a dinâmica da educação atua em sentido oposto, uma vez que

engendra necessariamente o progresso social, isto é, a diferenciação do futuro em relação ao presente”. Vieira Pinto conclui que a educação apresenta duplo aspecto social, deixando clara a contradição entre manutenção e progresso: “*incorporação* dos indivíduos ao estado existente (a intenção de perpetuidade, de conservação, de invariabilidade, inércia pedagógica, estabilidade educacional) e *progresso*, isto é, necessidade de ruptura do equilíbrio presente, de adiantamento, de criação do novo” (VIEIRA PINTO, 2010a, p. 33, destaques originais).

O primeiro ponto destacado de Vieira Pinto para uma projeção de atividade de construção apoiada em computação nas escolas é a ideia de incorporação e de progresso em uma sociedade que “continua” e “progride” por meios educacionais. A incorporação – continuidade – e a criação do novo – o progresso – se dão pela materialidade, pelos meios que a sociedade utiliza historicamente. Disto decorre o segundo ponto que Vieira Pinto auxilia a compreender: técnica como mediação. Para Vieira Pinto:

A técnica “em si” só existe a título de objeto ideal de uma teoria universal, cujo fundamento de verdade está nas manifestações reais, ou seja no uso social. Tais manifestações porém fazem parte do armamento de condutas de que o ser humano se muniu para resolver, por esse meio, os problemas com que se defronta (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:294).

Nesta tese é presente o uso da palavra “alienação” e derivadas. A obra de Vieira Pinto é um suporte teórico e um convite à prática para uma educação menos alienada. Assim, é central definir “alienação” a partir da própria obra de Vieira Pinto. O filósofo assim a explicou:

Que é alienação? Em sua expressão mais geral, *filosófica*, é um conceito que define a condição de um ser que se encontra privado de sua essência, ou porque se encontre separado dela ou porque dela não se realiza completamente, perfeitamente em tal ser. Este é o aspecto antropológico do conceito de alienação. Em sentido mais restrito, histórico, social, a alienação se refere ao estado do indivíduo, ou da comunidade, que não retira de si mesma, de seus fundamentos objetivos, os motivos, os determinantes (as matrizes) com que constitui sua consciência, e sim os recebe passivamente de fora, de outros indivíduos ou comunidades (para os quais são válidos), e se comporta de acordo com esses motivos

e determinantes como se fossem seus. Neste sentido é que o indivíduo ou a comunidade *perdem* sua essência. O homem perde sua dignidade de ser livre, a sociedade perde suas características de autonomia, de capacidade criadora de si, material e culturalmente (VIEIRA PINTO, 2010a, p. 56, destaques originais).

Para contribuir com um viés menos alienado de tecnologias na educação que esta tese procura em Vieira Pinto a motivação brasileira para a discussão de espaços de construção digital. A obra deste filósofo, aliada à preocupação específica de Freire com uma educação crítica, tem condições de dar suporte à academia, a educadores e a educadoras que procuram formas autônomas de lidar com tecnologias em sala de aula. O que se espera é que indivíduos e comunidades possam criar e refletir sobre os próprios fundamentos objetivos, motivos e determinantes. Espera-se, dessa forma, mais liberdade e mais autonomia.

2.1.4 Uma discussão sobre o conceito de programação como vir a ser

Programar um computador ou, mais recentemente, outros dispositivos móveis, como *smartphones*, ou dedicados, como interfaces de robótica, entre outros, tende a ser um ato naturalizado principalmente por quem dedica-se a este labor, como é o caso do autor desta tese. O ato de programar, quando naturalizado e internalizado, assemelha-se a pronunciar língua: quem a fala português, por exemplo, não procura pensar no porquê de falar português. A língua, naturalizada, escorre pelos veios que encontra no curso dos seus usos e costumes. Embora um contínuo processo de sofisticação de uso, o falar torna-se parte da pessoa. O mesmo ocorre com o programar: quem programa não procura assentar uma justificativa ou um conceito para sua elaboração. Desta forma, o abstrato da programação está na própria *e-labor-ação*²⁴, entretanto o concreto está em sua mediação. Explica-se: programar é abstrato – concorda-se-, mas uma abstração que concreta a ligação entre um desejado no passado e uma qualidade futura. Em uma definição ortodoxa, criticada por Vieira Pinto, o programar “aos olhos dos pensadores ingênuos [...] seria um fato inédito, que por isso marca um novo período

²⁴ “Elaboração” que esta tese baseia na acepção da palavra em Latim: “e” de ex- (fora), “labor” (trabalho) e “ação” (*actio*, em movimento).

na evolução da condição humana”. O programar, para Vieira Pinto, não está dissociado do planejamento consciente da existência, que se faz com “máquinas calculadoras e previsoras que lhe facilitem a execução” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:308). Vieira Pinto assumia a programação das máquinas como acumulação histórica do planejamento da existência, distinguindo-a:

A cibernética presta um serviço ao desenvolvimento da razão em sua expansão objetiva, da qual, aliás, não passa de um resultado, procurando oferecer instrumentos para a confirmação do futuro, que não depende do curso ideal das representações mas de um condicionamento social, apenas em parte, e mesmo assim de modo inseguro, previsível no tempo. A cibernética não pode eliminar da essência do homem um traço de sua constituição, a imprevisibilidade imanente das criações racionais (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:310).

O que Vieira Pinto está a propor é que os grupos sociais historicamente programaram o futuro que desejavam ter a partir dos meios intelectuais ao alcance de cada época e que a novidade, agora, está na maquinaria utilizada, não no projeto ou na razão. Entretanto, ao tratar de educação progressista, imanente é projetar um futuro diferente. E este “futuro diferente” não é um fator técnico:

A programação é um ato praticado no presente, por conseguinte ligado aos conhecimentos atualmente existentes, e sua gradativa realização introduz variações entre os elementos da realidade que, por serem em número infinito, não podem estar contidas em nenhum projeto atual. Neste sentido, queremos acentuar que a programação, caso se cumpra, converte-se em fator perturbador dela mesma, tornando a que foi feita em certo momento continuamente inadequada, segundo uma margem variável de inexatidão²⁵. Por isso, em todos os campos da existência a programação representa uma atividade legítima, um útil instrumento de direção social, reduz em alguma medida a causalidade de certo número de acontecimentos, sempre nociva ao estabelecimento de melhores situações humanas, mas não a pode anular, em virtude do fato acima apontado, a retroação dos efeitos do programa sobre o projeto que permite prevê-los e os desencadeia (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:309).

Vieira Pinto expressa o pensamento sobre uma programação que tende para uma palavra muito usada ao mencionar potenciais futuros: desenvolvimento. O desenvolvimento que Vieira Pinto aponta vem do “fator perturbador” da programação que, cumprida, torna o feito

²⁵ A elegância do pensamento de Vieira Pinto é exposta no excerto citado. O filósofo coloca aqui um conceito primordial da Teoria Geral de Sistemas de Ludwig von Bertalanffy: a entropia.

inadequado. E por que este feito torna-se inadequado? Pela retroação da programação ao projeto que a desencadeou e concebeu. Especificamente sobre retroação, Vieira Pinto (2005, p. 2:16) discute o conceito como reversão à inteligência de tudo o que é criado pelo homem. Para Vieira Pinto, os maquinismos e dispositivos, compostos de saber teórico e tecnologia operatória, são uma projeção da racionalidade humana. Quaisquer da maquinaria “retornam ao homem, como à sua fonte, as ideias de controle e comunicação postas em prática na construção das máquinas, modelos, programas e esquemas, que formam o conteúdo empírico com o qual o realizador humano instituiu a cibernética”. E assevera: “vista em conjunto [*a cibernética*] não é mais do que uma gigantesca alça de retorno, uma retroação, um *feedback*, pelo qual reverte à inteligência a informação relativa a tudo o que o homem cria, teoricamente em forma de ideias, máquinas, instrumentos, em particular os servomecanismos e computadores”.

Para Vieira Pinto, é no emprego dos conhecimentos recebidos de volta, na práxis, que novos engenhos, outros modelos e métodos mecânicos e eletrônicos são concebidos. As criações humanas são, então, a própria extensão da humanização no aparato técnico. O programa é (faz parte de) quem programa²⁶. O que Vieira Pinto aponta é uma relação de concernência da programação à humanização, afastando a ideia de tecnologia com desenvolvimento autônomo. Esta relação indica que no programa, agora expresso em maquinaria digital, está o pensamento materializado:

Quando um cibernético inclui na máquina um “programa” que lhe pertence, por só a ele interessa, está na verdade incluindo a máquina computadora em si, no seu pensamento pessoal. O fato da máquina ser fisicamente exterior ao construtor ou a quem com ela trabalha constituiu uma diferenciação desejada, prevista e calculada, para efeito de encarregar os mecanismos materiais de elaborarem tecnicamente a tarefa que o pensamento não necessita fazer, desde quando descobriu o meio de transferi-la para o autômato. Mas, sendo o homem o verdadeiro autômato natural, o artificial não passa de uma emanção de sua inteligência,

26 “Os engenhos cibernéticos, sendo fabricados, corporificam os modos de pensar humanos, refletem o estado dos conhecimentos possuídos pelo cientista sobre as propriedades dos corpos e forças naturais com que opera e que aplica na pesquisa de algum objeto” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:113).

evidenciada na capacidade construtiva da cibernética enquanto ciência e técnica (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:117).

Vieira Pinto apresenta as definições de dois grupos que considera fundamentais da cibernética: (a) por natureza, e (b) por construção. O grupo cibernético “por natureza”, para Vieira Pinto, “inclui os seres vivos e os processos sociais e econômicos”. Neste caso, a cibernética é “explicativa”. O grupo b, cibernética por construção, abrange “autômatos, máquinas, servomecanismos, computadores, robôs” e a compressão é representativa (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:97). Ao elicitar abordagens educacionais, o que a obra do filósofo indica é a conclusão de que cibernética por criação – os objetos, utensílios, equipamentos – tenha finalidade humana. Para isto, uma educação mais significativa é necessária e possível em espaços em que a construção livre seja estimulada. Trata-se, então, de praticar na educação uma programação – e construção – que permita às pessoas a alça de retorno, o entendimento da computação e seus adjacentes como extensões da humanização enquanto acumulação histórica. A identificação dos dois grupos fundamentais da cibernética, por Vieira Pinto, denota que a prática educacional ou restringe-se à dimensão representativa (*v.g.*: pessoas executando tarefas no computador/site/jogo/maratona) ou expande-se para a dimensão explicativa, em que a liberdade de criar, questionar, debater percorre a atividade de aprender e ensinar como forma de externar quereres e fazeres das pessoas.

Quando Vieira Pinto fala de “fator perturbador” da programação remete a um pensamento que Papert externou em 1997: as características “subversivas” do computador foram bloqueadas por uma “reação imunológica” da escola, que aproximou-se da computação “com um currículo linear imposto burocraticamente, separação de assuntos e despersonalização do trabalho” (PAPERT, 1997, tradução própria). Dos problemas apontados por Papert, e relacionados aqui com a discussão em Vieira Pinto, a despersonalização do trabalho colide com a composição da programação e dispositivos como extensões do pensamento. A

despersonalização é a negação da possibilidade dos querereres e fazeres terem lugar na educação, constitui-se também no não-reconhecimento do saber de outrem e no privilégio a *uma* computação, normalmente de viés canônico (MERKLE, 2010) e abstrativo.

Então, baseado em Vieira Pinto (2005, p. 2:308-311), tem-se que programação é uma acumulação que em nenhum momento enseja o “fim da história” ou uma nova idade da razão (p. 309). O pensamento divergente, para Vieira Pinto, é transformar o futuro em um presente por vir, ou seja, “pelo planejamento em todos os setores, será racionalizada [a história]” (p. 308). Pensamento muito em voga nos anos 1990, o “fim da história”, de Francis Fukuyama, significaria, em interpretação baseada na obra de Vieira Pinto, o controle e planejamento do futuro com as mediações do presente. É isto que ele identifica como “presente por vir, que está sendo preparado hoje (p. 309)”. A racionalidade denunciada por Vieira Pinto estabelecer-se-ia findando o imprevisível, substituindo-o pelo inexorável.

Nestas palavras, Vieira Pinto auxilia a compreender a atividade de programação em educação como mediação de dois vieses: o primeiro, com características ligadas ao planejamento, controle e inexorabilidade; o segundo, continua Vieira Pinto, é não “contradizer a essência da consciência humana, por definição permanentemente autora do projeto de si, com a liberdade de estabelecer finalidades relativas à situação de cada momento, situação essa que resulta da materialização das finalidades dos projetos anteriores” (p. 309, destaque artificial). A ideia de labor é encontrada ao levar em conta que “o homem elabora na existência individual, mas em função da realidade social” (p. 310). O labor é inelutável uma essência individual, mas em função da realidade social, segundo Vieira Pinto, culminando que “a verdadeira unidade do processo histórico de avanço da racionalidade funda-se na ação do homem, único agente possível de todo acontecer tecnológico” (p. 311). É importante destacar o jogo de palavras, pois Vieira Pinto utiliza o labor e a ação (e-

labor-ação) para mostrar que o homem “não só concebe, executa e usa [*a tecnologia*], mas a transforma em mediações para as suas finalidades” (p. 311). Assim, Vieira Pinto apresenta dois conceitos vitais de programação, como o transformar (labor) tecnologias (mediações) para as finalidades da existência individual “nas circunstâncias oferecidas pelos sistemas de relações sociais vigentes” (p. 311).

Esta perspectiva em Vieira Pinto aponta caminhos para a crítica de Merkle (2010), Blikstein (2013) e Papert (1997), a uma computação com viés formalista e abstrato, chamado de “canônico” por Merkle, “rigoroso, disciplinado e prescrito” por Blikstein e de burocrático por Papert. A solução, na discussão de Vieira Pinto, está em atividades que estimulem, a quem aprende, “a liberdade de estabelecer finalidades relativas à situação de cada momento”. Elementos basilares do pensamento de Vieira Pinto são destacados: o primeiro, programação como construção histórica. Em atividade em educação, a programação não se insere como uma prova de tempo nunca antes vivido pela humanidade, mas como um acúmulo histórico de conhecimentos que permitiram-na chegar até aqui. O segundo elemento é o trabalho (labor). Em vários trechos da análise filosófica sobre programação, Vieira Pinto apresenta a ideia de elaboração. Com o labor, a ação, o trabalho, que é feito com e por uma mediação²⁷ – computadores, linguagens de programação, equipamentos. O terceiro elemento é a finalidade, que Vieira Pinto discute à luz dos conceitos de tarefa e de problema. Não é incomum que discentes deparem-se com a resolução de “problemas”, então a questão emprestada de Vieira Pinto é que os problemas, conceitualmente, são criados por outros (lembra a figuração popular de

27 Vieira Pinto ajuda a compreender o sentido *lato* de programação, que envolve os seres cibernéticos por natureza (homens, mulheres) e cibernéticos por criação (artefatos). Há outro conceito formal de programação que também é apontado por Vieira Pinto: “A comparação do homem, em particular do funcionamento do sistema nervoso de relações, com as máquinas cibernéticas tem por argumento lógico mais convincente a noção de 'programação'. O mero emprego do termo, aparentemente inócuo, destina-se a insinuar a concepção, já então ideológica, do parentesco entre ambas a espécies de 'máquinas', facilitando comentários ingênuos, mas interesseiros, subsequentes. O essencial reside na afirmação de que ambas as estruturas desenvolvem ações em série, ordenadas segundo modelos prefixados, porém contendo na condição de parte da mesma programação a possibilidade de os efeitos parcelados, ou o efeito total, reverterem aos centros estruturais que os produzem e modificarem a programação oriunda destes, dando origem a resultados diferentes, melhorados ou mais complexos” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:313, destaques artificiais).

que a criança entra na escola fazendo perguntas; então a escola a ensina a responder perguntas de outros). Entretanto, o conceito de tarefa, que Vieira Pinto retoma da biologia humana, "possui terminologicamente maior extensão que a de problema, porquanto envolve as sucessivas confrontações da capacidade operatória do homem com as contradições vitais a ele antepostas"(VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:314-315). Ambos, tarefa e problema, embora semelhantes na mediação por algoritmos - "sucessão de operações definidas, que se apresentam com o significado de programa (p. 315)" - embarcam abordagens diferentes: enquanto o problema enfatiza a passividade, a acertar um resultado, a tarefa desdobra atos e ações de "sucessivas confrontações da capacidade operatória", nas palavras de Vieira Pinto. A resolução de problemas está muito mais ligada à ideia de "repetição de procedimentos eficientes, quer pela imaginação de outros, que se espera sejam eficazes" (p. 314). A tarefa, além de abranger o problema, ou vários problemas, ainda tem o condão de reunir atos sucessivos nos quais se desdobra para concatená-los ou, ainda, é concebida com uma série de ações julgadas capazes de conduzir ao resultado esperado (p. 314).

Vieira Pinto permite vislumbrar que há uma "proto programação, que consiste na primitiva construção da máquina para a execução de determinados tipos de programas"(VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:315). Trazendo o conceito para a educação com computação e em espaços digitais, cada software, equipamento, ambiente de construção e mesmo sistema ou método de ensino têm a primitiva construção baseada naqueles que os produziram. Em um exemplo prático, ao programar em Java, mesmo a criação de um software novo acontece dentro dos limites impostos pelas ideias que o suportam. Um espaço de construção digital também terá os limites impostos pelo(s) produtor(es) dos equipamentos e software. Em uma perspectiva material, a atividade humana não-estruturada fica restrita aos limites do sistema utilizado: "o operador empírico e meramente executivo de um programa está assim na dependência de outro programador, que foi projetista da máquina e seu

construtor” (*id.*). Como não está a se falar de construir tudo do zero, e este intento colidiria com a acumulação material histórica dos conhecimentos produzidos socialmente, em atividade educativa advém a necessidade de alargar-se o “limite de funcionamento” da máquina/programa, aceitando que o imprevisto aconteça:

Pode complicar-se com a intervenção de novas mediações, além da primeira [*mediação programador – produtor*], e de mediações entre mediações, até o ponto de dar ao computador qualidades operatórias chamadas inapropriadamente “criadoras”, no sentido de facultar a resolução de problemas não previstos pelos construtores e suscitados pelos resultados que a primeira programação ou as seguintes vão obtendo (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:315).

Aponta-se, assim, uma relação existente também na educação entre quem produz e quem consome software e hardware. Mesmo assumindo que a margem de criação utilizando dispositivos computacionais é larga, a atuação de ensino fica restrita ao proto programado por quem produziu. Começa-se a vislumbrar, a partir desta assertiva, a opção por software e hardwares que permitam a abertura, modificação e distribuição livres. A fim de que possa-se, tecnicamente, legalmente e ontologicamente, “alargar o limite de funcionamento” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:316) da maquinaria. Para Vieira Pinto, é na concepção da máquina que estará a característica de otimização do funcionamento que lhe foi imposta e o grau de rigidez que permitirá que os aparelhos cumpram seu aspecto de “serem produtos culturais da atividade social dos homens” (p. 319).

Conclui-se, então, que uma educação com programas pode lidar com questões de resolução de tarefas – e não apenas de problemas – levando em conta a dimensão mediativa da computação, trazendo e valorizando questões reais das vidas sociais de quem aprende e ensina. Não se trata, portanto, de reproduzir a tradição da escola – crítica que foi trazida a esta seção por Blikstein, por Merkle e por Papert – em responder perguntas e usar soluções proto programadas, mas de alargar o sistema na resolução de problemas que fogem do canônico em computação. Estes pressupostos parecem presentes em espaços de construção digital e estão

contemplados na ontologia de educação progressista, mas devem ser postos em prática levando em conta o que Vieira Pinto aponta sobre o vir a ser: “a programação nas máquinas cibernéticas significa de fato a programação do homem, que, de acordo com a natureza nesse ser vivo, se mundo, por invenção, dos utensílios necessários” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:320). Assume-se, então, a necessidade e potencialidade de explorar computação como mediação social em espaços de construção digital. Em o assim fazendo, a educação com tecnologias digitais terá seus limites em constante alargamento.

2.1.5 A faculdade de projetar

Ao abordar espaços de construção em ambientes educacionais, está a se tratar de ações humanas em locais elaborados pela humanidade. Ações humanas implicam a relação social – a educação é uma relação social – nesses espaços. A educação está em fluxo social, portanto é esperado que a educação em espaço institucional espraie-se na sociedade: a pessoa está na educação formal e esta formalização social a levará a uma atuação na sociedade que a formou e que ela ajuda a (re)formar. Tanto em ambiente educacional formal, quanto em outros momentos de convivência da sociedade, como a profissão, as pessoas estão em relacionamento com o espaço e com outras pessoas, atuando diretamente e conjuntamente no fluxo de vivência social e individual. Essa vivência e relacionamento com outros e com o meio é mediada por tecnologias, portanto os espaços diversos também são considerados espaços de comunicação inter-humana. É o aspecto pertinente à Ciência, Tecnologia e Sociedade que interessa para esta tese.

Voltando ao tema maquinaria digital na educação, há concepções de espaços de construção que estimulam o empoderamento das pessoas no uso de tecnologias que servem de mediação entre pessoas, meio e sociedade. Um dos autores que debate humanidade e tecnologias, Terry Winograd identifica que as atividades humanas não

estão centradas no design de *interfaces*, estão no design de *interspaces*. Esclarecendo melhor o neologismo proposto, vê-se que as tecnologias estão em *espaços* de inter-relacionamentos humanos. Entretanto, Winograd alerta que “interação soa bem, mas é difícil na prática” que há falhas na “computação em grupo ou interativa” (WINOGRAD, 2011).

A análise sobre essa dificuldade prática identificada por Winograd na concepção de uma computação em grupo enseja uma reflexão sobre a proposta de espaços de construção educacional. O pressuposto é coerente: interação soa bem, mas é difícil na prática. Entretanto, a crítica de Winograd é acompanhada de uma possível solução, ou um possível caminho à solução, com o uso de um neologismo: *informívaro*. Winograd crê que buscadores facilitam ao ser humano o consumo de informações. Em uma analogia proposta por Winograd, “procurar informações é como procurar comida” (WINOGRAD, 2011). Neste ponto acontece uma relação com a obra e proposta de Gershenfeld, principalmente sobre compartilhar coisas – ou compartilhar a possibilidade de fazer coisas – pela internet (GERSHENFELD; VASSEUR, 2014). O *informívaro* de Winograd pode surgir a partir de uma prática ou necessidade social de compartilhar as coisas, mesmo em formato digital, em uma comunidade local ou expandida pela internet.

As características de grupo, interativa, comunicativa, construcionista são favorecidas por discussões das aplicações de tecnologias em ambiente educacionais. A própria magnitude da Educação leva a uma necessidade de alargar a discussão de projetos a partir de conceitos expostos por pensadores não imediatamente identificados com o campo de Ciência ou Engenharia da Computação, abrindo um leque maior de participação para, por exemplo, Filosofia, Psicologia, Antropologia, Sociologia, Economia, Política, entre outros. Em comum nesses campos está a inerente preocupação com o papel central das relações sociais. Assume-se tecnologias digitais como mediação humana, portanto onde houver humanidade – e, efetivamente, a compreensão da humanidade

está no uso de cada signo, da linguagem, da materialidade e da historicidade –, está também colocada a perspectiva social.

Um dos conceitos teóricos que favorecem tecnologia “em grupo ou interativa” - que se encontra em fluxo –, é encontrado em Álvaro Vieira Pinto e trata sobre a faculdade de projetar, uma característica peculiar da humanidade. Um projeto, para Vieira Pinto, é a proposição de condições de existência para si. Esta “existência para si” acontece em meio às relações sociais, o que se entende como fazer para si a partir das relações com outra(s) pessoa(s). O “fazer para si” também é assumido por correntes existencialistas, entretanto Vieira Pinto alerta que expressões como “constituir-se a si mesmo” e “fazer-se na plenitude de sua liberdade insondável” são, na verdade, poéticas e não representam “o sentido real do projeto enquanto forma de ser definitivamente humana” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:54). Assim:

O homem projeta de fato o seu ser, mas não pelo cultivo dessas especulações metafísicas e sim mediante o trabalho efetivo de transformações da realidade material, tornando-se o outro que projeta ser em virtude de haver criado para si diferentes condições de vida e estabelecido vínculos produtivos com as forças e substâncias da natureza (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:55).

As críticas de Vieira Pinto ao existencialismo, ou seus expoentes, é recorrente na obra “O Conceito de Tecnologia”. Para exemplificar, Vieira Pinto (2005, p. 2:24) aponta como “amostra do pensar ingênuo” os filósofos “Marcuse, Heidegger e congêneres”. Para Vieira Pinto, aqueles pensadores aceitavam uma “técnica em escala planetária” e constituir-se-iam, basicamente, em futurólogos. Uma crítica forte é destacada:

“Mesmo com modesta capacidade de entendimento percebe-se logo a ingenuidade que tal ideia [*de tecnologia em escala planetária*] resume. Representa um excelente espécime da maneira de pensar metafísicas, que ignora o relativismo da valoração histórica e privilegia o presente, o objeto situado diante dos olhos, porque se mostra inábil para pensar sob a espécie da transformação histórica. A técnica da qual agora se diz espalhada em escala planetária é naturalmente modalidade avançada, que tem origem e se apresenta concentrada nos países presentemente hegemônicos” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:24).

O processo histórico da constituição de propostas de tecnologias frequentemente é ignorado, pois termos como “revolução” são frequentes ao abordar um tema como FabLab, por exemplo. Não apenas os objetos situados diante dos olhos, mas também laboratórios com vários objetos são assumidos como uma novidade desligada de transformações históricas, ou de projetos e empreitadas históricas de sociedades. Ao falar sobre técnica em escala planetária advinda de países hegemônicos, Vieira Pinto destacou relações Norte-Sul em uma época de forte dependência brasileira de recursos, métodos e tecnologias estrangeiras. O desafio atual não é levar tecnologias revolucionárias para escolas, é estimular que a prática em tecnologias seja mais um item na construção da autonomia pessoal, social e nacional.

A construção do relacionamento com o mundo – e com a sociedade – está, para Vieira Pinto, no contexto e na justificativa do projetar. Projetar, a partir de Vieira Pinto, é “característica peculiar [da humanidade] porque engendra no plano do pensamento, da solução humana do problema da relação do homem com o mundo físico e social” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:55). Encontra-se a justificativa para uma diversidade de atos humanos. Exemplificando, a humanidade projeta roupas para relacionar-se com o mundo físico e social; a humanidade projeta linguagens para relacionar-se com o mundo físico e social; a humanidade projeta equipamentos para relacionar-se com o mundo físico e social; e, no ponto específico desta tese, a humanidade projeta espaços para relacionar-se com o mundo físico e social. Assevera que:

A máquina, que, em sentido mais geral, de qualquer tipo de posição na escala do progresso técnico, é o objeto da invenção racional do homem, tem por motivo imediato a construção de uma mediação material que sirva à sua verdadeira função existencial, a de construir uma força impulsionadora do sistema de relações sociais. As relações entre o homem e a máquina, interpretadas isoladamente em seu contato direto, formam o primeiro sistema de relações entre estes entes. Para a sociedade individualista, na qual cada componente se julga autorizado a captar para si o máximo de vantagens privadas, esta correspondência, a chamada indústria, esgota o conteúdo da conexão do homem com a natureza. Porém, para a visão dialética, que compreende o homem como um ser biologicamente destinado a viver uma vida gregária

distinta da existência animal pelo nível superior em que se desenvolve, o nível social, aquele em que todos são predestinados a viver em dependência mútua e portanto necessariamente em colaboração fraterna, a máquina não pode ser concebida como resultado final da ação do homem sobre o mundo, mas como o instrumento de criação de mediações necessariamente humanas entre os homens. Neste sentido, a máquina passa a constituir o segundo sistema de relações entre os homens, aquele destinado efetivamente a humanizá-los. O objetivo final da ação do homem é o semelhante (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:86, destaques artificiais).

O que Vieira Pinto oferece é um entendimento de máquina como mediação entre pessoas. Há o contato direto da pessoa com a máquina, e este é somente o “primeiro sistema de relação”. Levando a análise para a educação com computadores, o uso destas máquinas por pessoas, ou a prática em comandos, métodos e outras formas de interação direta, constituem-se somente em um primeiro interesse educacional. A questão a perseguir com a construção em ambientes educacionais é o segundo sistema de relações, que se dá entre pessoas por mediação tecnológica. Nisto, a tem-se o potencial de expansão para o segundo sistema de relações. O segundo sistema de relações de tecnologias em educação consubstancia-se na percepção, entre as pessoas, que as máquinas, construções, fabricações e manufaturas são formas de humanização e de relacionamento humano e social.

2.1.6 A falácia de explosão tecnológica

Para afastar a ideia de que vivemos em uma era de descontinuidade que retirou a humanidade de um “atraso” do pretérito para a “modernidade” do tempo presente, recorre-se a Vieira Pinto para compreender o conceito por detrás da ideia de explosão tecnológica apregoada atualmente:

Figura sem falta nos enunciados da consciência ingênua, e bem se compreende por quê. Uma das deficiências dessa modalidade de percepção do mundo, já o sabemos, reside na ausência de sensibilidade histórica. Por isso, movida por um essencial impressionismo, eleva à categoria de valor o dado existente, pelo simples fato de ser aquilo imediatamente percebido o que impressiona à primeira vista. Incapaz de situar o fato no curso do processo que o engendra, pois tal atitude supõe a compreensão dialética, ignora o verdadeiro significado das conexões históricas e se mostra impossibilitada de avaliar as situações passadas, a que

não assistiu. Levada a absolutizar o presente, dele faz o termo final do processo da realidade e deixa os acontecimentos e objetos que não viu nascer na penumbra onde relega tudo quanto não a impressiona diretamente (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:233).

Vieira Pinto auxilia a compreender tecnologia como um acúmulo histórico de conhecimentos que se materializa em dispositivos agora chamados de digitais. Mesmo reconhecendo que há um grande número de novidades ferramentais – ou mesmo a possibilidade de acesso econômico a novos dispositivos – salienta-se a perspectiva histórica da tecnologia, buscando em Vieira Pinto (2005, p. 1:35) alguns esclarecimentos:

A concepção generalizada, e por mil modos expressa, segundo a qual nos encontramos em uma era de inédita grandiosidade, pois jamais o homem realizou tão triunfalmente seu domínio sobre as forças naturais e criou artefatos tão espantosos, conheceu tão profundamente os segredos dos processos naturais, tudo isso assegurando-lhe condições surpreendentes de conforto, segurança e dominação, esta concepção reedita o velho estado de espanto e maravilha, mas agora em face dos tempos que nos são dados.

Vieira Pinto denuncia um “estado de espírito de embasbacamento em face das maravilhosas criações da ciência moderna, dos resultados das técnicas produtivas de coisas jamais sonhadas até bem pouco (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:36)”. Esse embasbacamento serviria, então, para alienar o homem daquelas que são suas produções:

O homem maravilha-se diante do que é produto seu porque, em virtude do distanciamento do mundo, causado pela perda habitual da prática de transformação material da realidade, e da impossibilidade de usar os resultados do trabalho executado, perdeu a noção de ser o autor de suas obras, as quais por isso lhe parecem estranhas (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:35).

Identificam-se duas questões centrais na discussão proposta por Vieira Pinto para a suposta explosão tecnológica: a mais importante, tecnologia em perspectiva histórica. A segunda, a absolutização do presente. Vieira Pinto auxilia, então, a combater discursos frequentes na elite que se arvora ao labor das “impressionantes” criações atuais da humanidade. O filósofo combate o assentamento de uma “era tecnológica”, tão difundida por empresas, governos e outras agências atuais, mostrando que todas as eras se viam privilegiadas, que há uma

formação de consumidores de produção que, sem entenderem a origem, aceitam seus estados de vida e “crescem pela mão alheia”, tornando-se gratos por participarem do mercado de consumo (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:41-45).

O pensamento de “inérita grandiosidade”, denunciante da falta de conhecimento histórico, é suporte para o que Vieira Pinto chamaria de ingenuidade da técnica. A ingenuidade levaria à cegueira quanto a fatos importantes da criação de técnicas: pessoas criam, inventam e fabricam expressões de suas necessidades e o avanço tecnológico está ligado ao desenvolvimento das forças produtivas da sociedade (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:49). É salutar o pensamento de Vieira Pinto sobre o novo, pois desnuda a estratégia de aceitação de um mundo pronto e imutável:

O importante está em perceber que o novo de cada momento representa sem dúvida um novo diferente, distinto, possuindo caráter ímpar, do contrário não seria reconhecido, mas deve ter contudo algo em comum com todos os outros “novos” precedentes, justamente para ser percebido e conceituado como novo. Se o novo atual, manifestado mais salientemente na tecnologia, não participasse desse caráter juntamente com outras situações históricas equivalentes anteriores, nem sequer seríamos capazes de notá-lo e de atribuir-lhe o próprio nome de “novo” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:51, destaques artificiais).

2.1.7 A noção de aprendizagem

Em análise de estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade sobre tecnologias que pervadem o cotidiano das pessoas e constituem os ambientes de práticas humanas de construção, apresenta-se uma discussão sobre “noção de aprendizagem” de Vieira Pinto (2005, p. 2:587-601). Exemplificando, Vieira Pinto diz que o homem voa; entretanto não voa por um processo natural, mas a base do voo do homem encontra-se na cultura, pois tem os “recursos intelectuais necessários para construir os aparelhos destinados a esse fim” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:589). Depreende-se que não é o invento do avião que fez a humanidade adquirir capacidade de voar; são os recursos intelectuais da própria humanidade que a fornecem essa programação (o vir a ser) através de tecnologias.

Vieira Pinto fornece uma defesa contra a tendência de adaptação sistemática a eventuais caixas-pretas como forma de prática de ambientes perversos. Destaque-se que, para Vieira Pinto, aprendizado não é adaptação. Além disso, a “tese 'adaptacionista' faz o pensador e o experimentador incidirem em numerosas fraquezas e erros, desde os biológicos até os políticos” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:589). Denota-se mais uma vez a importância de explorar o que Vieira Pinto afirmou, como:

Aprendizagem não significa [...] melhor adaptação ao meio mas, ao contrário, invenções de novas condições de existência para o ente humano, capaz de modificar-se porque o faz pela prévia, ou concomitantemente, porém sempre ativa, modificação do meio onde está situado. Não se adapta, adapta o mundo a si. A criança que estuda na escola está momentaneamente recapitulando, num ato aparentemente passivo de recebimento de cultura, os conhecimentos que a humanidade produziu até o momento e de que a sociedade dispõe. Mas não o faz para apossar apenas desses dados do saber e arquivá-los em si, e sim para utilizá-los mais tarde na produção dos novos e mais avançados conhecimentos científicos. Por conseguinte, aprendizagem não significa adaptação nem mesmo do estado cultural de determinado tempo, mas exatamente o oposto, ou seja, a aquisição de instrumentos para a não-adaptação ao estado atual, graças à transformação deste em nova situação, representativa de maior progresso (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:586).

Em abordagens tratadas nesta de pesquisa no capítulo 4, “Espaços de construção”, a adaptação a situações existentes – mesmo travestidas do rótulo de revolução – levará a um conformismo com a condição de consumidor de tecnologias e estanca um possível desenvolvimento da produção de tecnologias. Vieira Pinto (2005, p. 2:597) diz que a aceitação da realidade do fato significa a “perpetuação do regime econômico vigente”. Continuando, Vieira Pinto afirma que, para a ideologia da classe dominante, “educar-se vem a ser não alterar as condições ambiente, antes aconchegar-se a elas”. Dessa forma, se a sociedade realmente deseja mudanças na estrutura econômico-social vigente, deverá evitar a adaptação a situações encontradas e tidas como definitivas.

2.2 Paulo Freire

Paulo Freire é pensador brasileiro de educação mais conhecido mundialmente e qualquer apresentação seria repetitiva e desnecessária. Muito mais importante do que preocupar-se com um histórico de vida de Paulo Freire é reafirmar o sentido pessoal e profissional da obra de um dos maiores brasileiros da História. A obra de Paulo Freire transcende fronteiras de países e apresenta-se como atemporal: escritos do autor na década de 1960, por exemplo, têm uma mensagem potente para o período em que vivemos. É comum que um grande pensador como Paulo Freire seja identificado como “homem do seu tempo”, em uma tentativa de restringir a importância histórica de sua personagem. Concorde-se com esta afirmação: Paulo Freire é um homem do seu tempo. E o tempo de Paulo Freire é a História: como educador, defendeu que a humanidade – a pessoa – é viva em relação ao passado, ao presente e ao futuro. Paulo Freire está no passado, no presente e no futuro das discussões sobre educação no Brasil. Esta é a tridimensionalidade, o processo de constante humanidade, apresentada em Freire (1987, pt. 1428).

Uma dúvida sobre este apregoado “novo tempo”, em qual persiste a afirmação de que as atuais gerações conhecem ou têm maior habilidade com tecnologias, é sobre a necessidade do labor docente em espaços compostos por computadores e outros equipamentos. A resposta direta é: sim, o labor docente é muito necessário em espaços de construção digital! A tese defende a valorização e o incentivo à docência em um espaço que se dispõe a ser de liberdade criativa e de ética. Nisto aparece uma decisão, primeiro, política de reconhecimento ao papel de professoras e professores na sociedade. Em segundo lugar, trata-se de reconhecer que a prática educativa é uma prática humana. Em terceiro, há um compromisso ético em assumir que a docência tem papel fundamental na projeção de espaços para construção em escolas. Freire diz:

É que me acho absolutamente convencido da natureza ética da prática educativa, enquanto prática especificamente humana. É

que, por outro lado, nos achamos, ao nível do mundo e não apenas do Brasil, de tal maneira submetidos ao comando da malvadez da ética do mercado, que me parece ser pouco tudo o que fazamos na defesa e na prática da ética universal do ser humano. Não podemos nos assumir como sujeitos da procura, da decisão, da ruptura, da opção, como sujeitos históricos, transformadores, a não ser assumindo-nos como sujeitos éticos (FREIRE, 1996, p. 17).

A ética que Freire (1996, p. 15–17) fala não é a ética de mercado, ou mesmo de um mundo pretensamente globalizado. A ética enaltecida por Freire é uma responsabilidade no exercício docente:

Em nível mundial começa a aparecer uma tendência em acertar os reflexos cruciais da “nova ordem mundial”, como naturais e inevitáveis. [...] Não falo, obviamente, desta ética. Falo, pelo contrário, da ética universal do ser humano. Da ética que condena o cinismo do discurso citado acima²⁸, que condena a exploração da força de trabalho do ser humano, que condena acusar por ouvir dizer, afirmar que alguém falou A sabendo que foi dito B, falsear a verdade, iludir o incauto, golpear o fraco, soterrar o sonho e a utopia, prometer sabendo que não cumprirá a promessa, testemunhar mentirosamente, falar mal dos outros pelo gosto de falar mal. A ética que falo é a que se sabe traída e negada nos comportamentos grosseiramente imorais como na perversão hipócrita da *pureza* em *puritanismo*. A ética de que falo é a que se sabe afrontada na manifestação discriminatória de raça, de gênero, de classe. É por essa ética inseparável da prática educativa, não importa se trabalhamos com crianças, jovens ou com adultos, que devemos lutar (FREIRE, 1996, p. 16).

Paulo Freire mostra que há uma ética inseparável da prática educativa. Não há uma aceção de que os critérios éticos elencados com entusiasmo por Paulo Freire se desenvolveriam apenas com a prática docente, entretanto a prática docente é lugar para o desenvolvimento e para o diálogo desta ética. A proposta dialógica de educação em Paulo Freire é antes um posicionamento ético do que uma proposição teórica. Portanto, a preocupação principal deste texto, ao abordar Paulo Freire, não está em citá-lo pontualmente. O principal interesse tomar contato como espírito da obra freiriana, que terá certamente influência direta – mesmo em nível inconsciente – em proposições e discussões sobre construção digital. Assume-se que a influência de Paulo Freire é muito mais uma atitude de vida do que pontual, mas uma demonstração do

28 Referia-se a um encontro mundial de ONGs, onde “um dos expositores afirmou estar ouvindo com certa frequência em países do Primeiro Mundo a ideia de que crianças do Terceiro Mundo, acometidas por doenças como diarreia aguda, não deveriam ser salvas, pois tal recurso “só prolongaria uma vida já destinada à miséria e ao sofrimento” (GARCIA, Regina L.; VALLA, Victor V. A fala dos excluídos. Cadernos Cede, 38, 1996 apud FREIRE, 1996, p. 15).

compromisso ético defendido pelo saudoso educador brasileiro. A isto, aponta-se claramente a um tipo de educação pretendida também em espaços de construção, conforme ensinou Freire:

Educação que, desvestida da roupagem alienada e alienante, seja um força de mudança e de libertação. A opção, por isso, teria de ser entre uma "educação" para a "domesticação", para a alienação, e uma educação para a liberdade. "Educação" para o homem-objeto ou educação para o homem-sujeito (FREIRE, 1967, p. 35).

Freire disse que o ISEB foi o primeiro fórum de pensamento genuinamente de brasileiro sobre o Brasil (FREIRE, 1967, p. 90). Na obra de Freire encontra-se um pensamento brasileiro genuíno sobre o *ser brasileiro*. Configura-se, assim, a contribuição pessoal que Freire dá a este autor para transmitir não apenas nesta tese, mas principalmente no processo de humanização em jornada de vida.

2.2.1 Educação dialógica

Freire mostra a educação como um ato de amor significando um ato de coragem, de compromisso, dialógico. É compreensível este pensamento porque Freire advoga uma educação em que relaciona o amor a "comprometer-se com uma causa. A causa de sua libertação". O compromisso de amor, para Freire, é um compromisso dialógico (FREIRE, 1987, pt. 1222).

O que é o "diálogo" em Freire, aqui buscada uma definição – inspiração – para o diálogo possível em construção digital? Freire esclarece: "o diálogo, como encontro dos homens para a tarefa comum de saber agir" (FREIRE, 1987, pt. 1228, destaque artificial). Assim, Freire mostra que o diálogo está no encontro em uma tarefa comum para saber agir – e, no raciocínio aplicado por esta tese – a dialogar sobre o agir, ou mesmo compartilhar o agir.

Freire também oferece base para pensar na definição de quem age isoladamente em contraponto ao agir dialógico, coletivo: "Como posso dialogar, se me fecho à contribuição dos outros? [...] A autossuficiência é

incompatível com o diálogo”. Além disso, define que “o monólogo, enquanto isolamento, é a negação do homem; uma vez que consciência é aberta” (FREIRE, 1987, pt. 1235).

As propostas de Freire para o diálogo na educação transcendem a um exercício de desalienação e de tomada de consciência. Aprofundando o pensamento, Freire não propõe somente uma conversa sobre a realidade; ele propõe a discussão e inserção das pessoas nas problemáticas, levando-a à identificação com métodos e processos científicos; afirmou:

Uma educação que possibilitasse ao homem a discussão corajosa de sua problemática. De sua inserção nesta problemática. Que o advertisse dos perigos de seu tempo, para que, consciente deles, ganhasse a força e a coragem de lutar, ao invés de ser levado e arrastado à perdição de seu próprio “eu”, submetido às prescrições alheias. Educação que o colocasse em diálogo constante com o outro. Que o predispusesse a constantes revisões. À análise crítica de seus “achados”. A uma certa rebeldia, no sentido mais humano da expressão. Que o identificasse com métodos e processos científicos (FREIRE, 1967, p. 90).

É clara a referência de Freire aos “métodos e processos científicos”, afastando uma crítica de que está a se defender um diálogo descolado de prática científica. Freire relaciona a inteligibilidade à comunicação dialógica: “não há inteligibilidade que não seja comunicação e intercomunicação e que não se funde na dialogicidade”. Em uma concordância entre as obras de Vieira Pinto e Freire, a prática dialógica de métodos e processos científicos é uma propriedade do povo, partindo do reconhecimento do saber do outro, e no diálogo dos saberes coletivos. “O pensar certo é por isso dialógico e não polêmico” (FREIRE, 1996, p. 38).

O “pensar verdadeiro”, em Freire, é “o que percebe a realidade como processo, que a capta em constante devenir e não como algo estático. [...] Para o pensar ingênuo, o importante é a acomodação a este hoje normalizado”. Em contraponto, Freire afirma que o pensar crítico o importante é “a transformação permanente da realidade, para a permanente humanização dos homens” (FREIRE, 1987, pt. 1269).

O diálogo começa na busca do conteúdo programático, antecede a relação do educador-educando com os educandos-educadores, pois o primeiro se pergunta, antes, “em torno do que vai dialogar com estes”. Esta abordagem freiriana é contrária à educação bancária, à centralidade em um conteúdo que será passado de A para B. Para Freire, a educação não é de B para A ou de A para B, “mas de 'A' com 'B', mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 1987, pt. 1055). Alerta também Freire que um “programa” deve respeitar o povo, assim:

Por isto é que não podemos, a não ser ingenuamente, esperar resultados positivos de um programa, seja educativo num sentido mais técnico ou de ação política, se, desrespeitando a particular visão do mundo que tenha ou esteja tendo o povo, se constitui numa espécie de “invasão cultural”, ainda que feita com a melhor das intenções. Mas “invasão cultural” sempre (FREIRE, 1987, pt. 1320).

Em uma abordagem Freiriana, conforme exposta na última citação, os espaços de construção digital na educação devem se preocupar muito mais com a “particular visão de mundo” daqueles que a praticam, em “uma situação presente, existencial, concreta”, do que em constituir-se em um viés repetitivo de normas, práticas, modelos e fórmulas estranhas, uma “invasão cultural” sempre.

2.2.2 Reconhecimento do outro

Freire aponta que a humanidade é para integração, não de acomodação. A acomodação, para Freire, torna o homem minimizado e cercado, com conseqüente sacrifício da sua capacidade criadora. A “marca da liberdade” está na integração, nesta “luta por sua humanização, ameaçada constantemente pela opressão que o esmaga, quase sempre até sendo feita – e isso é o mais doloroso – em nome de sua própria libertação” (FREIRE, 1967, p. 42).

Freire mostra que o ser é inconclusão, por isso funda-se “a educação como processo permanente”. Para Freire, não é a educação que faz homens e mulheres educáveis, “mas a consciência de sua inconclusão é que gerou sua educabilidade”. A “inconclusão assumida”, para Freire, é

fundamento da prática educativa. Então propõe que “educandos, educadoras e educadores, juntos, 'convivam' de tal maneira com este e com outros saberes de que falarei que eles vão virando *sabedoria*”. Disso advém a defesa de Freire em favor do respeito à “autonomia do ser do educando” (FREIRE, 1996, p. 58–59).

A obra de Freire provoca, assim, a refletir sobre “para onde levará esse diálogo”. Além do compromisso ético da compreensão humana, há uma objetivação (um objetivar em ação, em movimento) no diálogo. Freire mostra que o mundo não é uma criação estanque, mas uma elaboração²⁹ humana. É no reconhecimento de um mundo em elaboração que o Homem se faz livre, pois através do “pensar crítico [...] os homens se descobrem em 'situação'”. Após se entenderem 'em situação', para Freire, “da imersão que se achavam, emergem, capacitando-se para inserir-se na realidade que se vai desvelando. Desta maneira, a inserção é um estado maior que a emersão e resulta da conscientização da situação. É a própria consciência histórica”. Para Freire, assim, o autoconhecimento está intimamente ligado ao fazer com o outro: “só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros” (FREIRE, 1987, pt. 874).

2.2.3 Criação como liberdade humana

Paulo Freire ajuda a compreender a relação humana com objetos. Esta relação, para Freire (1996, p. 37), aproxima-se da ideia de mediação: “pensar certo implica a existência de sujeitos que pensam mediados por objeto ou objetos sobre que incide o próprio pensar dos sujeitos”. Novamente ressurgem o conceito de diálogo, onde Freire assume o pensamento do sujeito na mediação por um objeto e, ao mesmo tempo, o objeto como uma incidência do pensar de sujeito(s). Ao mesmo tempo que a humanidade elabora-se no diálogo, há elaboração de objetos que

29 “Elaboração” que esta tese fundeia na acepção da palavra em Latim: “e” de ex- (fora), “labor” (trabalho) e “ação” (*actio*, em movimento), cf. nota de rodapé 24.

representam o diálogo do(s) sujeito(s) e afetam novamente este(s) sujeito(s) e seu(s) diálogo(s). Esta dialogicidade se dá à medida que a pessoa se projeta como sujeito histórico de transformação da realidade:

Através de sua permanente ação transformadora da realidade objetiva, os homens, simultaneamente, criam a história e se fazem seres histórico-sociais. Porque, ao contrário do animal, os homens podem tridimensionar o tempo (passado-presente-futuro) que, contudo, não são departamentos estanques. Sua história, em função de suas mesmas criações vai se desenvolvendo em permanente devenir, em que se concretizam suas unidades epocais (FREIRE, 1987, pt. 1428).

O reconhecimento da humanidade em história leva a compreender um processo de luta de quem Paulo Freire chama de "oprimido". A liberdade do oprimido tem caminho – histórico e social – partindo do contínuo e crítico contato com a realidade. Este contato com a realidade, depreende-se em Freire, é uma oportunidade para criar, recriar e tomar decisão sobre a realidade: "a partir das relações do homem com a realidade, resultantes de estar com ela e de estar nela, pelos atos de criação, recriação e decisão, vai ele dinamizando o seu mundo. Vai dominando a realidade. Vai humanizando-a. Vai acrescentando a ela algo de que ele mesmo é o fazedor" (FREIRE, 1967, p. 43, grifo artificial). A luta, para Freire, é pela liberdade de admirar-se e aventurar-se, é um processo de humanização e pela supressão da contradição opressor-oprimido (FREIRE, 1987, pt. 395). Dar-se-á, então, a "assunção do sujeito", que "é incompatível com o *treinamento pragmático* ou com o *elitismo autoritário* dos que se pensam donos da verdade e do *saber articulado* (FREIRE, 1996, p. 42). Mais do que o fabricar (*making*), Freire inspira ao maravilhar:

De uma educação que levasse o homem a uma nova postura diante dos problemas de seu tempo e de seu espaço. A da intimidade com eles. A da pesquisa ao invés da mera, perigosa e enfadonha repetição de trechos e de afirmações desconectadas das suas condições mesmas de vida. A educação do "eu me maravilho" e não apenas do "eu fabrico" (FREIRE, 1967, p. 93).

Freire defende, então, que a criação, recriação e decisão sobre os temas fundamentais das épocas históricas leva à transformação em sujeito. Freire oferece embasamento para a construção com recursos

digitais como uma oportunidade para a educação crítica, em que o centro de decisão, a partir da criação e recriação com equipamentos digitais, vai para o sujeito. Evita-se, então, um treinamento com o saber de elite (ou, nas palavras de Freire, do opressor) e aproxima-se do reconhecimento dos saberes do sujeito. Não se trata de adequar-se a uma realidade informada, de uma receita, de uma prescrição. Trata-se de apoiar a experiência educadora às épocas históricas (passado, presente e futuro) para, enquanto sujeito, o educado reconhecer que cria, recria e decide sobre as próprias tarefas concretas. Freire diz:

E, na medida em que cria, recria e decide, vão se conformando as épocas históricas. É também criando, recriando e decidindo que o homem deve participar destas épocas. E o fará melhor, toda vez que, integrando-se ao espírito delas, se aproprie de seus temas fundamentais, reconheça suas tarefas concretas. Uma das grandes, se não a maior, tragédia do homem moderno, está em que é hoje dominado pela força dos mitos e comandado pela publicidade organizada, ideológica ou não, e por isso vem renunciando cada vez, sem o saber, à sua capacidade de decidir. Vem sendo expulso da órbita das decisões. As tarefas de seu tempo não são captadas pelo homem simples, mas a ele apresentadas por uma "elite" que as interpreta e lhas entrega em forma de receita, de prescrição a ser seguida. E, quando julga que se salva seguindo as prescrições, afoga-se no anonimato nivelador da massificação, sem esperança e sem fé, domesticado e acomodado: já não é sujeito (FREIRE, 1967, p. 43).

2.2.4 Educação como ideologia

Ao abordar a questão de ideologia na educação, Freire (1996, p. 125) diz que "ensinar exige reconhecer que a educação é ideológica". A principal ideologia denunciada por Freire é a que visa o lucro em detrimento do bem-estar humano. Para Freire, o poder da ideologia é como um nevoeiro em manhã de orvalho: "sabemos que há algo metido na penumbra, mas não sabemos bem".

Há penumbras que marcam os contornos do movimento *maker* como proposta educativa, por exemplo. A cada viés de "revolução na escola" cabe a quem pensa Educação refletir se "temos de docilmente aceitar que o que vemos e ouvimos é o que na verdade é, e não a verdade distorcida", nas palavras de Freire (1996, p. 126). Importante é

destacar que o pensamento de Freire como entendimento dialógico: tanto o otimismo quanto o pessimismo com tecnologias na educação merecem o olhar crítico para a tomada de decisões e ações. Diz Freire:

Na verdade, nas sociedades alienadas, condição de onde partíamos e de que saíamos, as gerações oscilam entre o otimismo ingênuo e a desesperança. Incapazes de projetos autônomos de vida, buscam nos transplantes inadequados a solução para os problemas do seu contexto. São assim utopicamente idealistas, para depois se fazerem pessimistas e desesperançosas. O fracasso de seus empréstimos, que está na sua inorganicidade, confunde suas elites e as conserva numa posição ingênua diante dos seus problemas. A sua grande preocupação não é, em verdade, ver criticamente o seu contexto. Integrar-se com ele e nele. Daí se superporem a ele com receitas tomadas de empréstimo. E como são receitas transplantadas que não nascem da análise crítica do próprio contexto, resultam inoperantes (FREIRE, 1967, p. 52, destaques artificiais).

Assim, Freire mostra que o ponto central de uma ideologia para a solução dos problemas do próprio contexto, no caso aqui discutido, pela educação, é o estímulo a pensar projetos autônomos de vida. Pensar autonomamente, para Freire, afasta o otimismo ingênuo e a desesperança. Freire está propondo, então, uma sociedade menos alienada, que não conforme-se em transplantar soluções fora de seu contexto. É um desafio que Freire oferece: conscientemente construir suas soluções.

O caminho – ou opção – que Freire oferece para esta alienação é a “radicalidade na defesa dos legítimos interesses humanos”. Com esta radicalidade, Freire apresenta sua proposição “do homem e da mulher enquanto seres fazedores da História e por ela feitos, seres da decisão, da ruptura, da opção”. Coloca-se, então, uma educação na ética da humanidade e não na do mercado, “aberta apenas à gulodice do lucro” (FREIRE, 1996, p. 129).

A epistemologia freiriana apresenta-se como um contraponto a uma perspectiva de movimento *maker* como forma de “nova revolução industrial”, como a advogada por Anderson (2012)³⁰. Trata-se de refletir sobre a ideologia proposta em atividades de inspiração *maker* na escola. A

30 Será discutido na seção 4.2, *Maker: Uma “nova” economia e a “liberdade” de fazer(?)*, página 142.

ideologia que discute-se como primordial nesta tese é a que promove a liberdade humana, o que implica buscar a transformação da realidade, conforme Freire:

O fundamental, realmente, na ação dialógico-libertadora, não é “desaderir” os oprimidos de uma realidade mitificada em que se acham divididos, para “aderir-los” a outra. O objetivo da ação dialógica está, pelo contrário, em proporcionar que os oprimidos, reconhecendo o porque e como de sua “aderência”, exerçam um ato de adesão à práxis verdadeira de transformação da realidade injusta (FREIRE, 1987, pt. 2758).

Freire mostra que oprimidos estão “aderidos” a uma realidade injusta, portanto não basta que a Educação apenas os movimente de uma prática injusta para outra. A construção digital na escola, como forma de abertura de caixa-preta e afirmação de sujeitabilidade, tem caminhos para seguir tanto na esfera de aderir a um sistema – injusto – de suposta inserção tecnológica, como também na reafirmação de valores humanos como a liberdade. A mesma acusação frequentemente levantada contra Freire, uma “utopia”, também pode ser levantada contra uma proposta que leve em conta a proposta freiriana de valorização do humano em uma abordagem ideológica de educação com tecnologias.

Quanto mais me deixo seduzir pela aceitação da morte da História tanto mais admito que a impossibilidade do amanhã diferente implica a eternidade do hoje neoliberal que aí está, e a permanência do hoje mata em mim a possibilidade de sonhar. Desproblematizando o tempo, a chamada morte da História decreta o imobilismo que nega o ser humano. A desconsideração total pela *formação* integral do ser humano e a sua redução a puro *treino* fortalecem a maneira autoritária de falar de cima para baixo. Nesse caso, *falar a*, que, na perspectiva democrática é um possível falar com, nem sequer é ensaiado. A desconsideração total pela formação integral do ser humano, a sua redução a puro treino fortalecem a maneira autoritária de falar de cima para baixo a que falta, por isso mesmo, a intenção de democratização no *falar com* (FREIRE, 1996, p. 115, destaques originais).

A educação com valores humanos, de inspiração freiriana, está em não falar de cima para baixo. Se assim o fosse, sem uma ideologia que considera a “formação integral do ser humano”, qualquer atitude em favor de oprimidos os deixaria na mesma situação ou, pior, os colocaria como opressores.

2.2.5 Educação democrática

É constante a referência de Paulo Freire à democracia. Esta palavra parece, na obra de Freire, indicar a solução para um processo de “ser-para-si”. Por amplo, democracia é um conceito que extrapola qualquer discussão que possa ser realizada para descrê-la, conceituá-la e mesmo abordá-la. Entretanto, Freire coloca a palavra democracia ao lado de educação. Educação não determina democracia, mas uma educação que aponte para a consciência crítica da relação oprimido e opressores aponta para uma vertente potencial de democracia na sociedade. Democracia, no sentido buscado em Freire, está ligada à possibilidade de mudança, e esta mudança é uma oportunidade também na “civilização tecnológica”. Entretanto, tecnologias tanto podem ser induzidas à abertura, à participação, à democracia, quanto para “uma certa rigidez mental do homem”. Neste sentido, Freire afirma:

A falta desta permeabilidade [*da flexibilidade da democracia*] parece vir sendo dos mais sérios descompassos dos regimes democráticos atuais, pela ausência, dela decorrente, de correspondência entre o sentido da mudança, característico não só da democracia, mas da civilização tecnológica e uma certa rigidez mental do homem que, massificando-se, deixa de assumir postura conscientemente crítica diante da vida (FREIRE, 1967, p. 90).

A democracia, para Freire, “antes de ser forma política, é forma de vida, se caracteriza sobretudo por forte dose de transitividade de consciência do comportamento do homem” (FREIRE, 1967, p. 81). Dessa forma, não há como classificar um tipo de educação, mediatizado por tecnologias da computação, como “democrática”. Não é na formalização de conteúdos, ou mesmo nas intenções, que a prática para a democracia se instalará. A característica desejada de democracia, com inspiração em Freire, foi explicitada como “transitividade”. A transitividade democrática, em Freire, contrasta com a civilização tecnológica massificando rigidamente o homem. Uma das formas de estimular a democracia, na educação, é pelo debate: “Transitividade que não nasce e nem se desenvolve a não ser dentro de certas condições em que o homem seja lançado ao debate, ao exame de seus problemas e dos problemas

comuns. Em que o homem participe” (FREIRE, 1967, p. 81). Freire deixa claro que o caminho democrático está na participação e no diálogo. No campo específico de tecnologias digitais na educação, é uma proposta que tem potencial de materializar-se nas práticas em laboratórios e nos usos de tecnologias. Tal uso, se democrático, favorecerá uma abordagem dialógica e que permita a transitividade, com possibilidade de influência sobre a sociedade no sentido de torná-la menos alienada e dependente.

2.3 Conceitos CTS para o movimento maker

2.3.1 Determinismo tecnológico

O conceito central que a tese obtém de estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS – em relação a espaços de construção é o determinismo tecnológico. Trata-se de colocar em questão a ampla aceitação da ideia de tecnologia como propulsora do desenvolvimento da sociedade cultural, material e economicamente. A questão, neste caso, é refletir sobre o que realmente significa tecnologia, desenvolvimento, cultura, etc, em relação à sociedade. CTS leva a discutir profundamente conceitos antes de aceitá-los como prontos, assim afastando a tomada de fatos ou artefatos tecnológicos como causas de desenvolvimento. Também é uma variante da mesma aceitação justificar a falta de desenvolvimento devido a carências de tecnologias. Há uma linearidade proposta pelo pensamento determinista: mais tecnologia promove mais desenvolvimento. Focalizando o determinismo tecnológico aplicado em ambientes educacionais, para exemplificar, uma ação de implantação de laboratórios de computação, de espaços de construção digital, é aceita como uma forma de promover desenvolvimento, empregabilidade, inserção, modernidade.

Esta ideologia determinista também leva a aceitar padrões exteriores ao local de ação como modelo almejado de desenvolvimento. Não se trata apenas de exterior como elemento internacional, mas também como uma ocorrência interna de um país. Por exemplo, as ações

possíveis com computação em espaços educacionais são diferentes em estabelecimentos rurais e urbanos. Entretanto, a padronização de ensino, se buscada durante a fase escolar, leva estudantes de áreas rurais, no exemplo proposto, a serem negligenciados de suas práticas e necessidades em detrimento daquelas consolidadas em centros de maior influência social, como os urbanos³¹. O mesmo acontece em outros grupos, como a computação assumida como historicamente masculina, fato que afasta mulheres para “carreiras femininas” (TABAK, 2003) ou a computação como uma atividade para jovens.

O determinismo tecnológico, ao ser assumido como um – e somente um – modelo de desenvolvimento, dá suporte a uma série de exclusões. Como observaram Bazzo *et al.* (2003, p. 130) o determinismo tecnológico está na concepção tradicional do desenvolvimento tecnológico. Tem um suporte determinista o ideário a proposta de modelagem de aprendizado utilizando recursos digitais, tal como acontecem em laboratórios de informática. Neste sentido, Vieira Pinto mostra que:

Em cibernética, sendo preciso grande engenhosidade e aplicação para elaborar “programas” de computadores, originou-se a crença de que os especialistas devotados a esses procedimentos estão fazendo ciência, quando na verdade a simples reiteração do processamento não significa dar o mínimo passo à frente na compreensão de um problema proposto, e sim equacioná-lo em formas que dificilmente os algebristas reconheceriam como semelhantes às que lhe são habituais (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:24).

A simples reiteração – não apenas do processamento, mas também do ideário – de práticas de espaços de fabricação digital não levará entes educacionais a darem passos à frente na compreensão e solução de problemas; a reiteração leva à acomodação e a não ultrapassar “as possibilidades explicativas da lógica formal”(VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:25).

Outro exemplo que combate este viés determinista é encontrado em Paulo Freire:

31 Ao analisar o discurso explícito e implícito sobre programas de informatização de escolas públicas urbanas rurais no âmbito do Programa Nacional de Tecnologia Educacional (Proinfo), Carvalo e Monteiro (2012, p. 344) mostram que nas escolas rurais há um reforço “na crença de que equipar escolas com computadores pode gerar a inclusão digital”.

Mais do que um ser no mundo, o ser humano se tornou Presença no mundo, com o mundo e com os outros. Presença que, reconhecendo-se como um “não-eu” se reconhece como “si própria”. Presença que se pensa a si mesma, que se sabe presença, que intervém, que transforma, que fala do que faz mas também do que sonha, que constata, compara, avalia, valora, que decide, que rompe. [...] Significa reconhecer que somos seres *condicionados* mas não *determinados*. Reconhecer que a História é tempo de possibilidade e não de *determinismo*, que o futuro, permita-me reiterar, é *problemático* e não inexorável (FREIRE, 1996, p. 19).

Freire também diz que gosta de “ser gente” porque a História que se faz é um tempo de possibilidades, e não de determinismos. Freire ajuda a ultrapassar das “possibilidades da lógica formal”: o futuro *problemático, não determinado, é de possibilidades*. (FREIRE, 1996, p. 53, destaques originais)

2.3.2 Base social da técnica

Ao analisar laboratórios de construção como elementos que farão parte das iniciativas sobre educação, é preciso responder se a educação tem a necessidade de tais espaços. Reconhece-se que o setor público educacional brasileiro sofre restrições e cortes de natureza orçamentária, então a proposta de ambientes de construção pode parecer apenas mais uma forma de destinação de recursos, apenas repetindo experiências passadas como *tablets* para escolas, por exemplo. A questão é reconhecer qual a base social para esta prática de aprendizagem na escola.

O primeiro ponto a considerar é a curiosidade humana. Freire (FREIRE, 1996, p. 88) diz que:

Nunca fui ingênuo apreciador da tecnologia: não a divinizo, de um lado, nem a diabolizo, de outro. Por isso mesmo sempre estive em paz para lidar com ela. Não tenho dúvida nenhuma do enorme potencial de estímulos e desafios à curiosidade que a tecnologia põe a serviço das crianças e dos adolescentes das classes sociais favorecidas. Não foi por outra razão que, enquanto secretário de Educação da cidade de São Paulo, fiz chegar à rede das escolas municipais o computador. Ninguém melhor do que meus netos e minhas netas para me falar de sua curiosidade instigada pelos computadores com os quais convivem (FREIRE, 1996, p. 87-88).

Freire ligou o tema curiosidade aos netos e netas e à “prática educativo-crítica”, reconhecendo nas crianças uma curiosidade latente e na docência, ao mesmo tempo, prática crítica em educação. Nos dois excertos de Freire mostra-se importante para a prática educativo-crítica a materialidade. Esta materialidade foi, na época de Freire como Secretário de Educação da cidade de São Paulo, o computador. Entretanto, Freire não advoga um ensino estilo bancário e esta proposição também é depreendida de Freire para as atividades com computadores na Escola, mesmo sem uma declaração direta desta intenção. Freire mostra-se cômico do uso do computador na escola para atender à curiosidade das crianças, bem como do papel docente na passagem da curiosidade espontânea para a curiosidade epistemológica.

Esta tese reconhece a ponte que Freire indiretamente propõe como válida também para os espaços de construção na educação. A possibilidade de espaços de construção na escola são coerentes com as ações de Freire enquanto Secretário em São Paulo: uma forma de colaborar com a curiosidade. Entretanto, assumir a validade de uma proposta de um tipo de laboratório em escolas implica em conceber e dar suporte a uma prática docente que permita não bancarizar estes laboratórios, mas tê-los como local em que curiosidade espontânea e epistemológica terão curso.

Outro ponto que deve ser tratado é qual tipo de espaço de construção é desejado na Escola. Freire falou sobre invasão cultural: “o antidiálogo se impõe ao opressor, na situação objetiva de opressão, para, pela conquista, oprimir mais, não só economicamente, mas culturalmente, roubando ao oprimido conquistado sua palavra também, sua expressividade, sua cultura (FREIRE, 1987, pt. 2139). Ao falar em cultura, recorre-se a Vieira Pinto:

É sempre em função da base da cultura vigente numa sociedade, de suas exigências, que nela se originam as máquinas possíveis em tal situação, tanto no significado criador, inventivo, quanto na condição passiva, meramente importadora de instruções ou produtos acabados. Noutras palavras, a máquina corporifica um

dos produtos da cultura, que por sua vez representa a marcha do processo social da produção material da existência do homem por ele mesmo (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:100).

Assim, verifica-se uma contradição viável à intencionalidade do ato de propor espaços de construção nas escolas: se, por um lado, atenderia à curiosidade da humanidade, no sentido criador e inventivo, por outro poderia se constituir em uma invasão cultural em condição passiva. Dois conceitos auxiliam a resolver esta contradição: o primeiro, “prática educativo-crítica” de Freire, que pode se inspirar no segundo, o conceito de totalidade de Vieira Pinto.

Para Freire, a prática educativo-crítica permite que as pessoas em educação possam assumir-se. Explica Freire:

Uma das tarefas mais importantes da prática educativo-crítica é propiciar as condições em que os educandos em suas relações uns com os outros e todos com o professor ou a professora ensaiam a experiência profunda de assumir-se. Assumir-se como ser social e histórico, como ser pensante, comunicante, transformador, criador, realizador de sonhos, capaz de ter raiva porque capaz de amar. Assumir-se como sujeito porque capaz de reconhecer-se como objeto. A assunção de nós mesmos não significa a exclusão dos outros. É a “outredade” do “não eu”, ou do *tu*, que me faz assumir a radicalidade do meu *eu* (FREIRE, 1996, p. 41, destaques originais).

Freire advoga a assunção do sujeito como ser social e histórico. A partir desta assunção, o ser dialoga com o “não eu”, que o fará assumir o próprio *eu*. Além disso, Freire diz que a assunção do nós por nós mesmos é relacionada à identidade cultural “que faz parte da identidade individual e de classe dos educandos”. Freire também diz que há forças “que obstaculizam a busca de *assunção* de si” (FREIRE, 1996, p. 42).

Uma das forças que obstaculiza a assunção de si foi apontada por Vieira Pinto: “a condição passiva, meramente importadora de instruções ou produtos acabados”. Como visto em Vieira Pinto, a máquina – e nesta tese, o espaço de construção – “corporifica um dos produtos da cultura”. Esta cultura “representa a marcha do processo social da produção material da existência do homem por ele mesmo”, o que permite-se concluir que a marcha de existência pode dar-se “por si

mesmo”, nas palavras de Vieira Pinto (2005, p. 1:100), ou pela mão de outro, o que implicaria em alienação.

Como formas de combater uma visão passiva, Vieira Pinto oferece o conceito de totalidade: “revela a historicidade da máquina, nota constitutiva da essência dela. Toda máquina, de qualquer tipo, deriva de máquinas e conhecimentos técnicos antecedentes, por intermédio da engenhosidade humana, assim como remete a outra, mais perfeita, que a deve substituir” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:106). Assim, máquinas são constituídas no processo histórico de cada sociedade, e serão remetidas “a outra, mais perfeita”, com a continuidade das relações sociais que a possibilitaram.

Um dos problemas para a compreensão de criações como fator histórico é o “modo exclusivamente formal de pensar”. Neste ponto, Vieira Pinto faz uma análise sobre um modo de pensar sobre computador: “uma totalidade fechada sobre si mesma”. O erro, para Vieira Pinto, é escudar-se no funcionamento restrito de uma determinada máquina e deixar de enxergá-la como potencialidade cultural:

Escudam-se, assim, no funcionamento restrito de uma determinada máquina, para evitar a tentação dos relacionamentos externos, que, contra seus interesses ideológicos, os levariam, por aproximações sucessivas, a ligar o computador ou o autômato regulador de outras máquinas ao fabricante humano, à sociedade, com sua potencialidade cultural, e de modo geral à totalidade da produção econômica e científica a que os artefatos cibernéticos servem (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:345).

Concorda-se com Vieira Pinto sobre a “tentação dos relacionamentos externos”, pois as reiterações sucessivas levariam ao entendimento de tecnologias como potencialidade cultural e de relações sociais, alcançando a “totalidade da produção econômica e científica a que os artefatos cibernéticos servem”. Para Vieira Pinto, ultrapassar-se-iam os limites do funcionamento prescrito do aparelho:

Transbordar do campo puro da cibernética, interpretada com o valor de ciência abstrata dos processos de comando e autorregulação de máquinas, engenhos afins e animais reduzidos a uma fisiologia esquemática, para a área, sem limites, estranha de

direitos às suas preocupações, da sociedade, da cultura, das relações de trabalho e da história (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:345).

Vieira Pinto e Paulo Freire inspiram expandir as preocupações para temas que retroalimentam as próprias tecnologias materiais utilizadas. Os temas são encontrados na cultura, na sociedade, nas relações de trabalho e na consciência histórica. É um desafio que ultrapassaria o viés tecnicista em um ambiente que tem condições de aberturas que permitam uma experiência dialógica com tecnologias, auxiliando na constituição e assunção do ser, conforme falou Freire. Assim, a realidade material do espaço daria aberturas para uma atitude educativo-crítica que tenderia à autonomia das pessoas que se educam. Desta forma, Vieira Pinto e Freire reforçam que a educação é também ambiente para as práticas de construção baseada em recursos computacionais, visto que a escola não pode ser alienada de equipamentos que fazem parte de cotidianos sociais.

2.3.3 Mediação

Segundo a crítica de Papert (1997, 2008) à imposição de um currículo para informática, os cursos implantam, implementam e seguem um modelo que aprofunda conhecimentos em áreas nem sempre interligadas ou, mais preocupante ainda, dissonantes de questões sociais da vivência do aluno e da coletividade. Com um desestímulo constante a novos olhares e ousadias, consolida-se um esquema que prima pelo formalismo e padronização, descartando iniciativas que, em uma visão mais ingênua, seriam uma ameaça ao sistema vigente.

Um viés formal decorreria da formatação e aceitação de uma busca incessante a símbolos idealizados no corpo estudantil. Para exemplificar, em qualquer atividade de educação com programação é normal a referência a "criar um *app*" para "vender" nas lojas virtuais de aplicativos de celulares. É a este intento como este que serve a instrumentalização do ensino de computação: a proposição de uma revolução econômica e técnica (Anderson, Maker Media, Deloitte, entre

outros) a partir de atores, marcas e práticas consolidadas do mercado a quem – no discurso – parecem combater. Pode-se afirmar que a ânsia por formar o “profissional desejado pelo mercado” ignora que é possível explorar uma visão crítica, especialmente de contribuições sociais daqueles que têm na computação um meio. A visão crítica de CTS também favorece a discussão do “para quem computa-se”, ou “de quem é a computação que se pratica”. É possível conceber uma educação que, ao menos no momento em que as pessoas estão em um intenso processo de constituição humana, preocupe-se com formação ética e cidadã. Mais especificamente, Merkle aponta para um esgotamento do modelo atual de ensino de computação:

Se atentarmos para os fundamentos da informática e da computação, veremos que estes foram em grande parte desenvolvidos em bases estruturalistas e sistêmicas. Por exemplo, quando se fala em teoria da computação, tradicionalmente a referência às teorias formais, muitas de cunho matemático e linguístico, e que trabalham sobre descrições formais de autômatos, linguagens e gramáticas. Quando se fala em teoria dos sistemas, geralmente se fala em teorias de controle e supervisão. As contribuições destas teorias permitiram e continuam permitindo avanços significativos à disciplina, pois viabilizam a continuação dando suporte a introdução e ou o aprimoramento de linguagens de programação, compiladores, algoritmos, e muitas outras subáreas onde as abordagens lógico-formais têm sido uma constante de modo profícuo. Mas vale ressaltar que o escopo de influência da informática e da computação junto à sociedade é mais abrangente do que cânones teóricos assumem tradicionalmente (MERKLE, 2010, p. 5).

Merke e Amaral (2013, p. 23) entendem “que a baixa procura, presença e permanência de minorias na computação possa estar associada ao perfil disciplinar que a própria área como um todo percorreu historicamente”. Winograd e Flores (1987, p. 8, tradução própria) defendem que há uma tradição poderosa que enfatiza alguns símbolos associados a computadores e que culminaria com um entendimento incorreto sobre o papel da computação. Inspirando-se no dispendido pelos autores citados nesta seção, pesquisas sobre tecnologias na educação têm importância à medida que trazem aos educadores meios para combater o que Winograd e Flores chamaram de “tradição racionalística”:

Examinando como as pessoas pensam e falam sobre computadores, tomamos consciência do efeito pervasivo de uma tradição poderosa que enfatiza 'informação', 'representação', e 'tomada de decisões'. Esta tradição tem sido a base para um grande progresso tecnológico e também levou a muitos dos problemas criados pelo uso de computadores. Mesmo em discussões sobre o que computadores podem e não podem fazer, as questões que se colocam refletem uma cegueira especial sobre a natureza do pensamento e linguagem humanas – uma cegueira que pode levar a um amplo mal-entendido do papel que será desempenhado por computadores (WINOGRAD; FLORES, 1987, p. 8, tradução própria).

Reflexões sobre a construção digital na escola levam a pensar que há necessidade de um ensino menos centrado no objeto e mais consciente das necessidades coletivas. Papert alertou que “antes que o computador mudasse a Escola, a Escola mudou o computador (PAPERT, 1997, tradução própria)”. Uma sentença do tipo “o computador mudando a escola” denota uma concessão ao determinismo tecnológico combatido em Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Mesmo assim, Papert (1997) apresenta uma crítica contundente a um interesse demasiado no rigor de conteudista em discursos de tecnologia educacional. Várias observações de Papert são úteis para compreender que a computação, na escola, precisa de uma visão mais crítica.

Observa-se que práticas em sala de aula prendem-se demasiado ao um objeto proposto para uso e no acompanhamento de instruções e modelos de uso. Essa predileção do artefato relaciona-se à problemática da caixa-preta, pois conjuntos fechados de computadores, ou de espaços de construção repetidores dos problemas apontados no uso da computação em educação, normalmente tendem a serem esgotados com novas versões para, posteriormente, o mercado movimentar a roda da economia através da venda de uma nova versão ou expansão.

Vieira Pinto (2005, p. 2:185) diz que converter “a técnica em sujeito histórico operante” leva a ignorar “o papel do verdadeiro agente: o homem”. Para restituir ao lugar de verdadeiro agente que se deve refletir a computação como mediação de empoderamento, e não como consumo de centros mundiais de produção de tecnologias, evitando modelos

padronizados e dissonantes de questões sociais³². Há movimentos em caminho contrário, destacando-se o software livre e hardware aberto. Bezerra *et al.* (2009) relatam o investimento do grupo em tecnologias livres para o ensino de física, em atividade desenvolvida na Universidade Tecnológica Federal do Paraná:

Nosso intuito é abrir as “caixas-pretas” da aquisição e do tratamento de dados experimentais através de produtos que permitam adquirir e interpretar os dados de experimentos de modo a facilitar sua difusão em laboratórios didáticos de física comuns, por meio de hardwares abertos, softwares livres, e conhecimento livre, favorecendo a livre apropriação, a criatividade, a adequação às realidades locais e regionais (BEZERRA *et al.*, 2009, p. 1).

Pesquisadores como Merkle, Blikstein e Papert criticam o modo excessivamente formalista de educação com informática, então novos vieses são propostos para colaborar com uma formação mais crítica nesse campo. São olhares para a indissociabilidade entre técnicas e relações sociais, induzindo a promover a interdisciplinaridade no campo da computação.

Bezerra *et al.* (2009, p. 2) relatam sobre a liberdade possível com o estudo de tecnologias livres e abertas. Os autores abordam o alto preço cobrado por “kits desenvolvidos para experiências de laboratório que operam exclusivamente com conjuntos de sensores e software fechados”, destacando que isso significa trabalhar em caixas-pretas que não permitem modificações livres pelos professores e estudantes. Também constata problemas técnicos, como projetos que “sugerem alternativas de aquisição de dados por meio da porta de jogos ou da porta paralela”, suplantadas por tecnologias USB e por meios materialmente desconectados de comunicação, como *bluetooth*.

32 Vieira Pinto (2005, p. 1:298) afirma que tecnologia não é um processo salvador, portanto não bastaria importá-la para fazer desaparecer “fatores do atraso”. O que Vieira Pinto defende, na verdade, é a “modificação geral da qualidade do trabalho das massas do país em totalidade”. A importação de técnicas estrangeiras, sem o necessário conhecimento pelo público interno, não modifica a qualidade do trabalho e nem sequer aponta para o avanço nas condições socioeconômicas do comprador. Aqui está a se debater especificamente se o computador, objeto cibernético de segunda ordem, servirá como uma forma de empoderamento ou de reforço de um sistema de contínua submissão a ditames externos, ou seja, à constituição de consumidores e consumidoras.

Hazas e Marsden (2007, p. 90) veem na computação ubíqua um ensino que excede o exercício limitado da informática dentro de um sistema predeterminado e fechado. Imaginando que a computação pervasiva demanda um entendimento maior interação de tecnologias com as pessoas, afirmam:

O estudo da computação moderna é um esforço multidisciplinar que inclui engenharia (software, hardware e mecânica), métodos de interação, etnografia e sociologia. Com a tecnologia tornando-se cada vez mais incorporada, sem fio e ubíqua, isto fundamentalmente impacta nossa vida cotidiana. Como, então, deveríamos comunicar a importância crescente da computação para as pessoas jovens que estão tomando decisões sobre seus estudos universitários? (HAZAS; MARSDEN, 2007, p. 90, tradução própria).

Assim, percebe-se um cenário em que computadores, ferramentas abertas e livres, e atitudes educativo-críticas têm potencial de constituírem um espaço de liberdade para a curiosidade natural e epistemológica na Educação. Atentando para a base filosófica que mostra as técnicas e tecnologias como constante fato de relacionamento humano, social e cultural, em uma perspectiva histórica, espaços de construção têm o potencial de contribuir com a formação do *eu*, porque “quanto mais me assumo como estou sendo assim, mais me torno capaz de mudar, de promover-me, no caso, do estado de curiosidade ingênua para o de curiosidade epistemológica” (FREIRE, 1996, p. 39).

Também Freire mostra que o uso de objetos na educação não pode ser apenas “uma prática que se descreve”. O objeto não pode ser tomado “em si mesmo” e em práticas meramente descritivas e formais. Para isto, Freire propõe que objetos são mediações de pensamentos de sujeitos, ao mesmo tempo que incidem o próprio pensar dos sujeitos. Freire diz sobre o “pensar certo”:

Pensar, por exemplo, que o pensar certo a ser ensinado concomitantemente com o ensino dos conteúdos não é um pensar formalmente anterior *ao* e desgarrado *do* fazer certo. Neste sentido é que ensinar a pensar certo não é uma experiência em que ele – o pensar certo – é tomado em si mesmo e dele se fala ou uma prática que puramente se descreve, mas algo que se faz e que se vive enquanto dele se fala com força do testemunho. Pensar certo implica a existência de sujeitos que pensam mediados

por objetos ou objetos sobre que incide o próprio pensar dos sujeitos. Pensar certo não é que – fazer de quem se isola, de quem se “aconchega” a si mesmo na solidão, mas um ato comunicante (FREIRE, 1996, p. 37).

Outro conceito que reforça a técnica como mediação é oferecido por Vieira Pinto (2005, p. 2:294): “catábese da técnica”. Após dizer que há uma “divinização” da prática desassociada do pensamento sob o nome de “tecnologia”, Vieira Pinto propõe que a atitude nada mais é do que uma “descida ao inferno”³³. Embora a catábese seja assumida literalmente como a descida ao inferno, trata-se de um passo em direção ao paraíso. Assim, a “catábese da técnica”, em Vieira Pinto, assume um posicionamento de “luta que a humanidade trava no plano da história real” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:294), ou seja, um caminhar da humanidade na história real entendido como uma jornada de dificuldades destinada a uma redenção, simbolizada pelo paraíso na obra de Dante. Vieira Pinto tenta demonstrar, dessa forma, que a técnica pode constituir-se em uma descida, entretanto o caminho da humanidade é para um futuro melhor.

Trazendo a questão para o texto de Vieira Pinto, o filósofo argumenta que a catábese da técnica só será conseguida pelo 'espírito de concretidade', oposto ao 'espírito de abstração'". A concretidade, para Vieira Pinto:

Corporifica-se na decisão de discutir não a “técnica” em si, em geral, no estado de absoluto mental, de puro conceito universal, mas as técnicas de que os homens de uma sociedade particular, em determinado momento da história, se valem para satisfazer os objetivos a eles impostos ou que inventam, idealmente ou movidos por necessidades definidas (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:294).

Vieira Pinto entende, dessa forma, a técnica como mediação humana para satisfazer dois tipos de objetivos: os impostos pelas necessidades e os inventados pelo ideal. A técnica, entendida por Vieira Pinto, é “o armamento de condutas de que o ser humano se muniu para resolver, por esse meio, os problemas com que se defronta”. As finalidades da técnica são, então, “concebidas por uma consciência que

33 A inspiração de Vieira Pinto vem da magnífica obra “A Divina Comédia”, em que Dante desce ao inferno antes de chegar ao paraíso.

dirige os atos de um ente vivo cuja principal necessidade consiste em sobreviver”(VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:294-295).

Vieira Pinto expõe a necessidade de entender a finalidade da técnica. Mais importante do que a técnica em si, é a finalidade de seus empregos, usos e práticas. O filósofo afirma que “a mesma técnica de produção será uma coisa na mão de um setor dominante, e outra nas mãos de outro”. Enseja-se entender, então, que a mesma mediação material “muda de significado e valor quando em função de finalidades diferentes” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:295).

É na forma de técnica como mediação que compreende-se as críticas e proposições dos autores citados nesta seção. As experiências narradas por Bezerra *et al.*, as críticas de Merkle, Papert, Hazas e Marsden, Winograd e Flores, têm correspondência com a concepção de técnica como mediação conforme exposta por Vieira Pinto e proposta por Freire na prática efetiva de educação para a autonomia. A questão para laboratórios de construção é entender que as mesmas ferramentas, as mesmas técnicas, as mesmas propostas terão usos diferentes, *mediados* por uma finalidade educativa que, seguindo o que Freire propõe, tem potencial de ser educativo-crítica. A mediação para esta atividade educativo-crítica está nas técnicas, mas a finalidade está na concepção política docente no uso dos espaços.

2.3.4 Caixas-pretas

Mark Weiser anteviu que “elementos especializados de hardware e software, conectados por fios, ondas de rádio e infravermelho, serão tão ubíquos que ninguém notará sua presença” (WEISER, 1991, p. 54, tradução própria). Concorda-se com Weiser a partir das constatações nas décadas seguintes a este pensamento que subtitulou artigo na revista *Scientific American* em 1991: realmente há elementos de hardware e software em tamanho e quantidade suficientes para que não se perceba o funcionamento – ou a presença – nos ambientes de convivência atuais.

Não é incomum que gestores, trabalhadores e pensadores da educação vejam tecnologia como objetos indivisíveis a serem estudados em períodos e metas bem definidas. Esta crítica ao excessivo foco dado a currículo, modelo, forma e conteúdo do computador em escolas foi externada por Papert (2008) em uma republicação de obra de 1993, além de fazer parte do cerne da obra papertiana.

Uma padronização de “conhecimentos”, principalmente auferíveis e comparáveis, estimula uma perspectiva padronizada de uso de computadores em escola. O objeto computador torna-se o principal interesse de um processo de investigação e a possibilidade de uma abertura mais consciente e da aplicação da informática em problemas e situações reais diminui conforme a admiração pela obra (no caso, pela construção artificial computador) transmuta-se em “embasbacamento em face das maravilhosas criações da ciência moderna, dos resultados das técnicas produtivas de coisas jamais sonhadas até bem pouco”(VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:36).

Durante a dissertação de mestrado (BARBOSA E SILVA, 2012), este autor defendeu que é possível estimular pensamento crítico e abrir a caixa-preta ao abordar tecnologias em sala de aula a partir de estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Denota-se, então, uma abordagem que advoga pela abertura da caixa-preta, entendendo-a como um conceito provisório que deve ser arrombado:

A noção de caixa preta tem de ser entendida na qualidade de conceito provisório, servindo de peça de andaime, que logo se esvazia de significado e função quando se descobre o que há no interior dela, fazendo-a perder o caráter metodológico que lhe era atribuído. Faz-se imperioso acentuar que, no papel de peça metódica, a caixa preta é utilizada com o fim de deixar de ser caixa preta, de cofre de segredos destinado a ser arrombado, com o que fica confirmada repetida e plenamente a tese dialética da penetração infinita pela razão no desconhecido do mundo. Se o arrombamento de uma caixa preta faz aparecer outra, que será logo a seguir devassada, a sucessão das operações resume uma maneira figurada e sem originalidade de dizer o que a dialética sempre declarou, a saber, o avanço contínuo do conhecimento pela resolução das contradições lógicas com que se defronta a inteligência do homem na prática social da produção da existência (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:287).

Há dois temas que devem ser discutidos quando se fala em abertura da caixa-preta em tecnologias: a transparência e a invisibilidade.

A transparência dos objetos foi discutida por Papert:

Mesmo quando não há qualquer ocultamento deliberado, atualmente há uma tendência em direção a um acondicionamento pouco visível de tecnologias educativas. Há muito tempo, tudo o que uma sociedade sabia podia ficar aberto às suas crianças para uso ou imitação lúdica. Ainda na minha juventude, os objetos tecnológicos eram muito mais “transparentes” do que agora. Sei que foi muito importante para o meu desenvolvimento o fato de poder observar, e pelo menos pensar que entendi, os mecanismos internos de caminhões e carros e, eventualmente, passar pelo ritual de iniciação ao regular e até mesmo descarbonizar um motor e reajustar suas válvulas. O fato de muitas pessoas terem crescido em fazendas onde velhos tratores eram mantidos em funcionamento por meio de engenhosidade e improvisação (*tinkering*) contribuiu para a famosa mentalidade americana de aceitar desafios e resolver problemas; fico imaginando se a “opacidade” das máquinas modernas não é mais um problema ambiental – um problema ambiental de aprendizagem (PAPERT, 2008, p. 169, destaque artificial).

Uma das discussões empreendidas durante a dissertação de mestrado deste autor é que a invisibilidade dos objetos culmina, em última análise, em uma noção ingênua da tecnologia e não estimula o entendimento crítico. Muito embora se reconheça que não há uma passagem clara do ingênuo para o crítico e que há interpolações constantes entre os dois conceitos, pode-se envidar esforços para que a escola não forme a visão de “'era tecnológica' como ideologia” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:41).

A transparência dos objetos, aqui entendida como o contraponto à ideologia da caixa-preta, tem o condão ou potencial de abrir o funcionamento interno de um dispositivo. Mesmo aberto o artefato, a nova descoberta trará novas caixas-pretas a serem abertas, em um movimento em busca da descoberta e absorção tecnológica. O movimento contrário, a caixa-preta em um espaço de prática e estudo educacional de tecnologias, apresenta-se na forma de roteiros de aprendizagem definidos, fechados e coerentes com a lógica tradicional de educação criticada por vários estudiosos, como Papert, Blikstein e outros que serão expostos a partir do Capítulo 4, página 127, quando esta tese apresenta

uma discussão centralizada na (falta de) base teórica do movimento *maker*, bem como propostas educacionais que gravitam em torno desta vertente social que propõe-se a “fazer coisas”.

A principal preocupação é que tecnologias que pervadem ambientes, mesmo aquelas que objetivam a mediação de construção digital em um local com este fim, apenas tendem a transparências e/ou invisibilidades. Muito embora o fato de construir algo indique que há uma abertura, ainda assim os usos e práticas são determinantes para que esta abertura mantenha-se ou expanda-se. Por exemplo, ao propor a fabricação, por impressora 3D, de um objeto qualquer, está a se propor que este objeto seja compreendido, estudado e aberto. Entretanto, o fechamento pode acontecer no círculo de relações entre a pessoa e a impressora, onde o fechamento estaria no fato do processo educacional ficar centrado no uso do equipamento.

O retrocesso de uma ação de abertura se faz presente quando se pratica, por exemplo, um ensino de tecnologias centrado em um artefato, no domínio de técnicas puramente comerciais e em tecnologias que não permitem, conceitual e legalmente, o conhecimento interno de funcionamento. Em suma, há ideias de ensino que não permitem a manipulação da realidade de funcionamento e induzem a diminuir o campo possível de modificação do ambiente, afastando a ideia de que educar é, antes de tudo, modificar. Uma caixa-preta não deixará de ser preta se ela for somente maior: antes, poderia ter o tamanho de um computador; atualmente, a caixa-preta tem o potencial de ser do tamanho de um laboratório de construção.

Preliminarmente, cabe destacar qual é o entendimento de caixa-preta que esta tese debate no campo específico de tecnologias em ambiente educacionais. Para exemplificar, um laboratório de informática hipotético é equipado com computadores, acesso à internet e programas pré-instalados. Em um modelo fechado, o laboratório não permite instalação, reinstalação, ou mesmo que uma interface como Gogo Board

ou Arduino seja ligada aos computadores e há um currículo fixo de uso do espaço. Este laboratório é uma caixa-preta que dificilmente será aberta. Em um modelo contrário, mais aberto, o mesmo laboratório permite que as atividades em computadores aconteça segundo necessidades, ideias e curiosidades do grupo ou da pessoa que nele estudará, laborará e/ou atuará. São permitidas instalações, uso de interfaces de robótica, pesquisas e proposições de programas e compartilhamento de produção, conteúdo e conhecimento. O laboratório é uma caixa-preta que se abre. Aberta esta primeira caixa-preta, o próprio laboratório, novas surgirão. Poderá ser o sistema operacional, poderá ser o modelo de interface de robótica, poderá ser um novo código programado em *Scratch* ou em Logo. Cada escolha representará uma caixa-preta que, seguindo o entendimento de Vieira Pinto, será um conceito provisório.

3 Paulo Blikstein: fabricação digital nas escolas

The Maker Movement and Education: The final revenge of progressive education, or just another fad? Paulo Blikstein

Este capítulo apresenta trabalhos do professor brasileiro Paulo Blikstein, atualmente docente na *Stanford University*, o suporte teórico e as discussões propostas sobre movimento *maker* no âmbito do FabLearn. Além da pesquisa em laboratórios de construção digital na educação, Blikstein é reconhecido pela coautoria da interface de robótica educacional Gogo Board (SIPITAKIAT; BLIKSTEIN; CAVALLO, 2004) e pela liderança do Lemann Center em Stanford, uma instituição que caracteriza-se como um *Think Tank*³⁴ sobre educação e inovação brasileira baseado no Vale do Silício que tem por objetivo formar “uma nova geração de líderes de políticas, inovadores tecnológicos e empreendedores para transformar a educação no Brasil” (STANFORD, 2012, tradução própria).

Paulo Blikstein é brasileiro de São Paulo, Ph.D. em *Learning Sciences* pela *Northwestern University*, 2009; M.A. [*Master of Arts*] em *Media Arts & Sciences* pelo *MIT Media Lab, Future of Learning Group*; M.Eng., Engenharia Elétrica; e Bacharel em Engenharia Metalúrgica pela Universidade de São Paulo. Desde 2009 é Professor do Departamento de Educação, *Stanford University*, atuando também no departamento de Ciência Computação da mesma instituição. Entre os interesses de pesquisa estão aprendizado de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM); fabricação digital na educação, FabLab, movimento *maker* e hardware aberto; análise de grande quantidade de dados em educação; construcionismo e aprendizado baseado em projetos; tecnologias de baixo custo para educação para países em desenvolvimento (ICT4D³⁵); equidade, fluência tecnológica, pedagogia crítica e literacia computacional; entre outros. Blikstein é responsável por

34 *Think Tank* é uma expressão usada nos Estados Unidos da América para categorizar organizações, normalmente afiliadas a Universidades, com objetivos de gerar pesquisas, análises e atividades em tópicos de interesse público.

35 ICT4D ou ICT4Dev é uma vertente de pesquisas que preocupa-se, por exemplo, com relações norte-sul e estuda implicações, aplicações e casos de ICT (*Information and Communications Technologies*, ou Tecnologias da Informação e Comunicação) para o desenvolvimento (4D ou 4Dev) de países, populações e/ou regiões consideradas “em desenvolvimento”.

disciplinas em Stanford sobre educação brasileira, *Topics in Brazilian Education* em sistema de reveasamento com os demais docentes do Lemann Center, e Computação Física – *Beyond Bits and Atoms: Creative technologies for off/online learning* e *Beyond Bits and Atoms: Designing Open Source Toolkits for Education* (BLIKSTEIN, [s.d.]).

Paulo Blikstein também é diretor do grupo multidisciplinar *Transformative Learning Technologies Lab – TLTL* – e do *Lemann Center for Educational Entrepreneurship and Innovation in Brazil*. O Centro Lemann, iniciativa patrocinada pelo empresário brasileiro Jorge Paulo Lemann, informa que:

Por meio de pesquisa científica e baseado em evidências da realidade brasileira, o Centro desenvolve novas abordagens para melhorar a aprendizagem nas escolas públicas brasileiras – especialmente para estudantes de baixa renda – e novos tipos de aprendizagem para esses alunos, dentro e fora da esfera pública (LEMANN CENTER, 2015).

A obra de Blikstein na área de construção baseada em recursos computacionais cita Paulo Freire e Seymour Papert entre as referências teóricas principais. Mesmo atuando profissionalmente em instituição norte-americana, a pesquisa de Blikstein apresenta forte influência da formação e origem brasileiras. Neste sentido, o texto *Viagens em Troia com Freire* (BLIKSTEIN, 2016)³⁶ é aqui apresentado como um manifesto de Blikstein sobre o papel das tecnologias digitais na educação para a emancipação. Neste capítulo serão expostos os principais alicerces teóricos de Blikstein na área de construção digital e de base tecnocientífica na educação.

3.1 Papert e Freire: bases teóricas para o FabLearn

A maior proposição teórica e prática de Blikstein para a relação entre educação e tecnociências é o FabLearn. A definição da iniciativa é assim anunciada:

FabLearn é uma crescente rede global de laboratórios educacionais de fabricação digital que colocam tecnologias de ponta para design e construção – como impressoras 3D, cortadora a laser e robótica

³⁶ Tradução de *Travels in Troy with Freire* (BLIKSTEIN, 2008).

– nas mãos de estudantes dos níveis secundário e superior. É um lugar para a invenção, criação, descoberta e compartilhamento, um espaço de questionamento onde todos aprendem e o conhecimento é integrado aos interesses pessoais e a vida cotidiana. FabLearn, um ambiente incorporado de tecnologia, permite o reconhecimento e o acolhimento de diferentes estilos de aprendizagem e epistemologias, engendrando um espaço de convivência em qual os estudantes podem concretizar suas ideias e projetos com intenso envolvimento pessoal (STANFORD, 2015a).

A definição proposta pela iniciativa FabLearn enseja uma verificação do caminho de pesquisa que levou à concepção do ambiente. Para isto, recuperam-se elementos da pesquisa e também influências que Blikstein recebeu durante os anos de educação formal e carreira acadêmica. A mais notável destas influências vem do reconhecido pensador brasileiro Paulo Freire.

Na obra de Freire, Blikstein identifica vários elementos que viriam, mais tarde, a constituírem o FabLearn. Para Blikstein, o Brasil pratica uma “antropofagia cultural – processo de apropriação e recombinação criativa de ideias, teorias, produtos, e processos” e Paulo Freire foi uma instância marcante desta antropofagia (BLIKSTEIN, 2008, p. 1, tradução própria). Ao propor seguir o panorama teórico e prático apontado por Freire, Blikstein afirma que:

Tentar entender Freire sem compreender sua jornada pessoal é, no mínimo, incompleto. É crucial entender por que Freire lutava tão fervorosamente contra opressão e advogava emancipação. Uma visita às regiões mais pobres do Nordeste do Brasil, onde ele passou sua juventude e carreira inicial, seria provavelmente suficiente: as abismais condições de vida e a extraordinariamente injusta estrutura social dessas regiões são autoexplicativas (BLIKSTEIN, 2008, p. 1, tradução própria).

Blikstein diz que Freire propunha mudanças radicais no sistema educacional existente, o que muitos confundem com uma utopia. Para Blikstein, ao rotular-se a proposta freiriana como utópica, os males contra os quais Freire lutava perpetuavam-se³⁷. Freire era, então, um homem de prática (*praxys*), com teorias que não foram criadas como um exercício acadêmico, mas como mudanças para a educação em situações reais. Contra a ideia de Freire como utopia, Blikstein demonstra o próprio

37 Freire disse: “Prefiro ser criticado como idealista e sonhador inveterado por continuar, sem relutar, a apostar no ser humano, a me bater por uma legislação que o defenda contra as arrancadas agressivas injustas de quem transgride a própria ética” (FREIRE, 1996, p. 129).

trabalho com robótica como uma “prova de existência” da realização da visão freiriana. O foco dado por Blikstein está no uso de tecnologias baseadas nas propostas de Freire: “Eu particularmente foco no papel da tecnologia nessas iniciativas, como uma ferramenta emancipatória para mobilizar a mudança nas escolas e empoderar os estudantes” (BLIKSTEIN, 2008, p. 2, tradução própria). Blikstein demonstra então que uma atividade com computação, como robótica, pode recuperar Freire como forma de liberdade. A abordagem pretendida por Blikstein ao referir-se a robótica em perspectiva freiriana está baseada no maravilhar-se com a criação (Vieira Pinto também reafirmou o maravilhar da humanidade pelas próprias criações) do que no objeto fabricado. Em inspiração de Freire, a robótica contrária à educação bancária é uma oportunidade para o diálogo e para a elaboração humana. Diálogo que favorece a consciência de presente-passado-futuro (FREIRE, 1987, pt. 1428) e elaboração que permite a consciência do próprio *labor* não estanque de questões sociais.

Blikstein (2008)³⁸ narra atividades em oficina de robótica realizada em uma comunidade carente em São Paulo no ano de 2001. O suporte teórico para a oficina de robótica foi “temas geradores”, seguindo a proposta Freiriana. O trabalho de Blikstein assume que o próprio uso da estratégia de temas geradores não pode desacompanhar-se de uma visão aprofundada do significado da proposta. Em suma, depreende-se do relato de Blikstein que não basta propor um “tema gerador” sem observar outras características enaltecidas por Freire.

Blikstein relata que um tema gerador proposto por docente nem sempre é acompanhado ou acolhido pela necessidade social do grupo. A atividade de robótica realizada em 2001 em uma escola carente deu-se em uma época conhecida no Brasil como “apagão”, designação popular que identificava na escassez de chuvas um conseqüente prejuízo à produção de energia elétrica no Brasil. Devido à dificuldade de produção de energia naquela época, o governo impôs redução de 20% no consumo

38 Blikstein (2008) é o texto expandido da dissertação de Mestrado de Blikstein no MIT Media Lab, defendida em 2002.

de energia no país. Com este fato em mente, o então mestrando Paulo Blikstein imaginou ter um tema gerador de forte interesse para dialogar com alunos e alunas: em suma, propunha que, com a atividade de robótica, as pessoas apontassem soluções para economia de energia, destacando, inclusive, o valor econômico das contas emitidas pela fornecedora do serviço.

A surpresa de Blikstein aconteceu logo nos primeiros momentos de atividade, quando percebeu que as residências de Heliópolis – de onde provinham as pessoas da oficina – não tinham conta de energia, pois o costume era o uso de ligações clandestinas naquela época. Ou seja, o tema gerador “economia de energia” não era atraente – ou significativo – naquela comunidade. Aplicando também a expectativa de atuar como um *docente*, Blikstein verificou uma mudança de rumo no tema gerador: no lugar de discutir e propor formas de economia em conta de energia, a proposta migrou para a práxis em segurança energética. A segurança – e não a conta – de energia era o tema gerador de interesse naquela comunidade, pois o uso constante de ligações clandestinas era um perigo real às pessoas. Assim, em atividades de vídeo, visita a locais da comunidade, documentação, programação e montagem de protótipos de robótica, Blikstein teve uma amostra real da importância do diálogo entre docente e alunos e alunas (BLIKSTEIN, 2008, p. 7–8, tradução própria).

As duas principais preocupações de Blikstein no uso de práxis freiriana em uma atividade de robótica foram humanização e conscientização, “ambas das quais estressam a dicotomia entre estar imerso em uma realidade (somente sendo informado de suas próprias necessidades) e emergir desta realidade (sendo ativo em realizar estas necessidades)” (BLIKSTEIN, 2008, p. 10, tradução própria). A *emersão* desta realidade, pelo relato de Blikstein, deu-se a partir do diálogo que Freire (1987, pt. 1228) afirmou como “um encontro de homens para a tarefa de saber agir”.

A partir da narrativa da prática de tecnologias nas mudanças na escola, Blikstein demonstra outra influência teórica importante: Seymour Papert. Blikstein enxerga relações entre os dois pesquisadores e as aplica na própria prática como educador. Sobre esta relação entre Freire e Papert, Blikstein (2008, p. 4, tradução própria) afirma: “Seymour Papert compartilha com Paulo Freire um entusiasmo para liberar o potencial de aprendizado latente de estudantes provendo ambientes em que suas paixões e interesses florescem”. Blikstein traz, então, o construcionismo de Papert para uma prática de inspiração freiriana:

Papert advoga tecnologia nas escolas não como uma maneira de otimizar a educação tradicional, mas, preferivelmente, com conjunto de ferramentas emancipatórias que colocarão os mais poderosos materiais de construção nas mãos de crianças. Esta proto máquina³⁹ permitiria a estudantes conceber, “engenheirar”, e idealizar, e iria atender a uma variedade de formas de trabalho, expressão, e construção. Esta adaptabilidade camaleônica que a tecnologia abarca permite o reconhecimento e adoção de diferentes estilos de aprendizado e epistemologias, engendrando um espaço de convivência em qual estudantes podem concretizar suas ideias e projetos com engajamento pessoal intenso. Em um ambiente construcionista típico, raramente há um currículo fixo. Crianças usam tecnologia para construir projetos, e docentes atuam como facilitadores do processo (BLIKSTEIN, 2008, p. 5, tradução própria).

Ao abordar o ideário de Papert e relacioná-lo com as ideias de Freire e ao analisar o tema currículo, Blikstein advoga ensino e aprendizagem com computação que permitiria a criação de projetos e engajamento no ambiente educacional. Destaque-se: *com* computação e não *de* computação. Este tipo de educação traz no cerne o ideário do uso de computadores para atividades que não estejam necessariamente centradas no computador, ou seja, afasta-se a ideia de “aprender” coisas de computadores. Trata-se de uma proposta muito interessante e sedutora, entretanto, Blikstein afirma que “a promessa papertiana ainda tem que penetrar o mainstream educacional”. Ao afirmar que o uso de

39 Do original de Papert: *protean machine*. Indica a qualidade de assumir diferentes formas, a variabilidade, multiplicidade de formas e capacidade de atuar em diferentes contextos. Papert utilizou o termo para marcar a computação como uma possibilidade teórica e prática de equipamento com diversos usos, papéis, funções e formatos na educação. O termo indica que Papert assume computação como uma mediação entre quem a usa e o mundo. Portanto, conforme a continuidade do pensamento de Papert citado por Blikstein, a proposta de uso de computadores em educação – e, mais tarde, de FabLearn – raramente baseia-se em um currículo fixo. A computação serviria, dessa forma, como uma ferramenta de expressão da emancipação.

computadores na escola tem um currículo oculto⁴⁰, Blikstein retoma Freire ao dizer que a escolha de um currículo é intrinsecamente um ato político. Este currículo oculto pode internalizar opressão, faz da exploração econômica um fato da natureza e a participação política como indesejada, e ignora culturas locais, contexto e conhecimentos (FREIRE, 1974, 1992 *apud* BLIKSTEIN, 2008, p. 5, tradução própria)⁴¹.

Blikstein espelha no uso de computadores em escolas a crítica freiriana ao currículo oculto. O ensino *de* computação seria, na forma denunciada por Papert e Freire, um ensino *de* computação *mais* a consolidação do currículo oculto que serve como ferramenta de perpetuação da situação social, política e econômica vigentes. Blikstein afirma que:

Similarmente, o uso tradicional de tecnologia nas escolas contém seu próprio currículo oculto. Disfarçadamente fomenta estudantes que são consumidores de software e não construtores; a adaptar-se à máquina e não reinventá-la; e a aceitar o computador como uma caixa-preta que somente especialistas podem entender, programar o consertar. Em sua maior parte, esses usos passivos de tecnologias incluem acesso unidirecional à informação (o computador como biblioteca), comunicar-se com outras pessoas (o computador como telefone), e propagar informações a outros (o computador como quadro-negro ou jornal). Não surpreendentemente, portanto, as novas tecnologias digitais são chamadas de TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação). Em suma, uma perspectiva Papertiana-Freiriana – injetando na crítica de educação uma agenda política subversiva – poderia posicionar os computadores, para a maioria, como geralmente recrutado pelo 'sistema' para incutir em futuros consumidores a passividade aprendida que suporta o capitalismo perpetuando suas técnicas inerentes. Ainda, o mais revolucionário aspecto do computador, ao menos em uma perspectiva Construcionista (Papert, 1991)⁴², não é o uso como uma máquina de informação,

40 O entendimento que esta tese adota de currículo oculto é baseado em Vieira Pinto (2010, p. 44–46). Para o filósofo, há duas formas distintas de pensar sobre o conteúdo da educação: “segundo o conceito ingênuo (o mais comum), o conteúdo da educação está definido pela totalidade dos conhecimentos que se transmitem do professor ao aluno”. Diz também que a “Pedagogia convencional, oficial (alienada), concentra toda sua atenção na discussão deste conteúdo”. Em contraposição, Vieira Pinto diz que “o conceito crítico do conteúdo envolve a totalidade do processo educativo, a qual está sempre presente em cada ato pedagógico (uma lição, por exemplo). Não está constituído somente por 'aquilo que' se ensina, mas igualmente por aquilo 'que' ensina, 'aquilo que' é ensinado, com todo o complexo de suas condições pessoais, pelas circunstâncias reais dentro das quais se desenvolve o processo educacional” (VIEIRA PINTO, 2010a, p. 46). Colocando o pensamento de Vieira Pinto ao lado das críticas a uma educação bancária (FREIRE, 1987, pt. 944), tem-se que o currículo oculto é a ação, “com todo o complexo de suas ações pessoais, pelas circunstâncias reais dentro das quais se desenvolve o processo educacional” sobre o currículo praticado, escrito, planejado. O currículo oculto consubstancia-se no curso de um currículo declarado.

41 A escolha de citação indireta de Freire, nesta ocasião, é intencional. Deseja-se expor conceitos de Freire são retomados para discussão diretamente por Blikstein.

42 Papert, S. (1991). *Situating Constructionism*. In S. Papert & I. Harel (Eds.), **Constructionism**. Cambridge, MA: MIT Press.

mas como um ambiente de construção universal (BLIKSTEIN, 2008, p. 5, tradução própria).

É pertinente a crítica de Blikstein ao termo TIC, visto que é amplamente aceito e utilizado em políticas públicas de computação em escolas. Para exemplificar, o Programa Nacional de Formação Continuada em Tecnologia Educacional do Ministério da Educação (ProInfo) tem no cerne o uso do termo “Tecnologias da Informação e Comunicação”, deixando clara a referência a um viés determinista tecnológico. O decreto 6300, de 12 de dezembro de 2007, que estabeleceu o programa (BRASIL, 2007, destaques artificiais), regula que:

Art. 1º. **O Programa Nacional de Tecnologia Educacional - ProInfo, executado no âmbito do Ministério da Educação**, promoverá o uso pedagógico das **tecnologias de informação e comunicação** nas redes públicas de educação básica.

Parágrafo único. São objetivos do ProInfo:

I – promover o uso pedagógico das **tecnologias de informação e comunicação** nas escolas de educação básica das redes públicas de ensino urbanas e rurais;

II – fomentar a melhoria do processo de ensino e aprendizagem com o **uso das tecnologias de informação e comunicação**;

III – promover a capacitação dos agentes educacionais envolvidos nas ações do Programa;

IV – contribuir com a inclusão digital por meio da ampliação do acesso a computadores, da conexão à rede mundial de computadores e de outras tecnologias digitais, beneficiando a comunidade escolar e a população próxima às escolas;

V – contribuir para a preparação dos jovens e adultos para o mercado de trabalho por meio do uso das **tecnologias de informação e comunicação**; e

VI – fomentar a produção nacional de conteúdos digitais educacionais.

A definição do programa como uma ação de “uso didático-pedagógico” das Tecnologias da Informação e Comunicação também é dada pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE, 2015) e pelo portal de Ações e Programas do Ministério da Educação (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2015). Constata-se que a crítica de Blikstein ao ideário que envolve o uso de computadores em educação como “eterna solução” tem ressonância em projetos oficiais (vide os exemplos apontados na seção 1.4, página 29). Também destaca-se no texto da Lei,

que fundamenta ações governamentais no Brasil, a opção por “usos pedagógicos” e promoção da “capacitação dos agentes educacionais”. Ambos os termos remetem ao reforço do consumo de tecnologias, estabelecendo uma linha entre quem fornece e quem consome tecnologias. Este exemplo de determinismo é a mostra mais perfeita que o conceito incompleto de TIC guia a forma das ações públicas de tecnologias digitais na educação.

3.2 Ambientes de construção digital

A apontar que uma proposta de “ambiente de construção universal” foi o Logo, linguagem que estimula a criança a programar, comandar e criar no computador, Blikstein antecipa elementos de mostra uma proposta que viria a apresentar mais tarde: a fabricação digital na educação. Para Blikstein (2013), a fabricação digital e o *making* (em tradução livre, o fazer) na educação ensejariam uma “democratização da invenção”. Blikstein afirma que:

O *Treviso Arithmetic*⁴³, [livro] de 1478, ensina estudantes como fazer multiplicação e divisão usando 'exatamente' os mesmos algoritmos baseados em papel que usamos atualmente. Várias descrições de escolas e seus currículos do século 16 parecem impressionantemente similares às classes de matemática atuais [...] Uma próspera Veneza do 15º século viu o aparecimento do *Treviso Arithmetic* em um tempo de grande necessidade de um novo tipo de matemática. O sistema indo-arábico estava se provando mais rápido e prático do que o ábaco, e logo os venezianos perceberam que também era mais fácil de aprender. Todas as peças estavam se encaixando: um novo conjunto de necessidades sociais, novas tecnologias, novas maneiras de usar conhecimentos, e o reconhecimento que uma tarefa anteriormente monopolizada por especialistas era potencialmente acessível às massas ('reestruturações', Wilensky & Papert, 2010⁴⁴). A cada década ou século um novo conjunto de habilidades e atividades intelectuais tornam-se cruciais para o trabalho, convivência e cidadania – frequentemente democratizando tarefas e habilidades previamente acessíveis somente a especialistas. Avanço rápido para o início dos anos 1970: programação de computadores estava

43 Do original italiano “Arte dell'Abaco”, é um livro de aritmética comercial escrito em dialeto veneziano, e não no Latim então corrente nas Universidades. A citação de Blikstein permite visualizar a obra como uma tentativa de popularizar, de maneira inteligível a leitores naquele dialeto local a linguagem científica universitária da época. Uma reprodução de página do livro e outras informações estão disponíveis em www.columbia.edu/cu/lweb/eresources/exhibitions/treasures/html/160.html (link certificado em 18 de abril de 2017).

44 Wilensky, U., & Papert, S. (2010). *Restructurations: Reformulating knowledge disciplines through new representational forms*. Paper presented at the Constructionism 2010, Paris, France.

se tornando uma dessas novas atividades (Papert, 1991)⁴⁵. Mas os computadores naqueles anos eram grandes, caros, máquinas estranhas, e a ideia de usá-los como um meio de expressão pessoal e aprendizado era inconcebível – da mesma maneira que o ábaco institucionalizado ridicularizava as técnicas do *Treviso*. A educação institucionalizada derrubou a ideia de programação como um objetivo pedagógico fundamental: é muito difícil para crianças aprenderem e improvável de aprimorar o aprendizado em matemática e ciências (BLIKSTEIN, 2013, p. 2, tradução própria).

Blikstein afirma que desde os anos 1970 há um grande esforço em tornar a programação mais fácil de aprender e acessível à educação. Dois exemplos são o Scratch e o NetLogo que, segundo Blikstein, “atingiram uma popularidade sem precedentes e fizeram da codificação acessível para milhões de estudantes e professores”. A programação, através dessas ferramentas, se tornou uma atividade acessível a escolas, segundo Blikstein. O novo capítulo dessa abertura de possibilidades de exploração da computação como construção na educação é a fabricação digital. Para Blikstein, “a fabricação digital é o Logo para os átomos”. (BLIKSTEIN, 2013)

É possível verificar em Blikstein uma linha histórica de pesquisas que propõem a computação na educação como uma possibilidade mais próxima de realização: Blikstein (2008) alertou para temas como currículo oculto, caixa preta e aprendizado como consumidor. Blikstein (2013) aponta ferramentas que, desde os anos 1970, vêm tornando acessível e possível o ensino e aprendizagem de tecnologias de base digital. Em 2014, Worsley e Blikstein demonstram um panorama mais favorável: “o construtivismo e o movimento *maker* estão se tornando progressivamente prevalentes e progressivamente populares. Makerspaces e FabLab estão sendo desenvolvidos em escolas, bibliotecas, museus e centros comunitários pelo mundo” (WORSLEY; BLIKSTEIN, 2014, p. 1, tradução própria).

Colocados em perspectiva histórica, os textos de Blikstein apontam para a constante abertura de técnicas e tecnologias atuais, mostrando que há um contínuo crescimento na disponibilidade de

45 Papert, S. (1991). *Situating Constructionism*. In S. Papert & I. Harel (Eds.), **Constructionism**. Cambridge, MA: MIT Press.

software livre, hardware aberto e práticas de construção em recursos digitais. Blikstein aponta que não se trata de adotar na educação “novas tecnologias” pelo simples fato de parecerem novas: o novo, para Blikstein, está mais ligado às práticas e a enaltecer que uma eventual “nova” tecnologia é, antes, uma “nova” necessidade ou atitude social.

O favorecimento a propostas de fabricação digital em ambientes educacionais também é auferível com movimentos recentes, principalmente nos Estados Unidos, pela retomada de programação como matéria de interesse nacional. Iniciativas populares têm apoio de estrelas da indústria americana de computação e também do entretenimento. O vídeo promocional da iniciativa⁴⁶ como Code.org apresenta nomes como o ator Aston Kutcher, o empresário Bill Gates, o então presidente dos Estados Unidos Barack Obama, o empresário Mark Zuckerberg e um vídeo de arquivo de Steve Jobs. Destaque-se que a pesquisa acadêmica e a prática corrente de computação nas escolas não pode ser baseada exclusivamente no entusiasmo popular promovido por ícones fortes do cinema, do mundo dos negócios – mesmo da informática – e da política. Entretanto, é salutar que exista o interesse público a um assunto como programação e, inclusive, a proposta Code.org, advinda a partir da necessidade norte-americana de incentivo ao aprendizado de programação, tem ressonância em ações em curso no Brasil. Para exemplificar, a Fundação Lemann, em parceria com a iniciativa Code.org, apresenta às escolas brasileiras o Programaê. Segundo o site da iniciativa, “o projeto atua com duas frentes principais: de mobilização em torno do tema e de ensino e aprendizado de programação de fato, em escolas, ONGs ou clubes de programação” (PROGRAMAÊ, 2015). O Programaê!, apoiado pela Fundação Lemann, tem entre os parceiros a iniciativa Code.org. Mostra-se, assim, a potencial relação entre as questões locais brasileiras e um modelo advindo do exterior: a questão é como promover a inclusão, a liberdade e a autonomia. Mobilização pública é um tema que

46 <https://www.youtube.com/watch?v=nKIu9yen5nc>. Acesso em: 24 mai. 2015; certificado em 18 de abril de 2017.

esta tese assume como contemporâneo na área de construção digital, concordando com Paulo Blikstein: construção digital não é realmente nova, mas novo mesmo é o interesse público no tema (BLIKSTEIN, 2013, p. 4).

Em linhas gerais, a programação utilizando recursos de linguagens amigáveis à comunicação humana é um trabalho abstrativo: há possibilidade de simulação de um sistema real a partir de codificação em computadores. 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, a grandes organizações. Repete-se a tese exposta por Blikstein de que fabricação digital não é nova, pois acontecia no passado a partir de proposições, por exemplo, de Papert. Portanto, a fabricação recebe o complemento “digital⁴⁷” porque assume a característica de ser contável, mensurada em formato digital – contemporaneamente, computacional.

Blikstein (2013, p. 2) mostra que este suporte digital a ações humanas aconteceu anteriormente na computação, pois compara a fabricação digital ao Logo: “o que o Logo fez pela geometria e programação – trazendo matemática complexa para dentro do alcance de alunos – laboratórios de fabricação podem fazer pelo design e engenharia”. Pode-se começar a compor o quadro proposto por Blikstein: Papert (2008) demonstrava que programação era uma “nova atividade” que se tornaria necessária para aprendizado desde os anos 1970, então Blikstein (2013) adiciona dois elementos: engenharia e design. Depreende-se da leitura de Blikstein que engenharia e o design não são “novas” necessidades na educação atual. Blikstein (2013, p. 2, tradução

47 Uma compreensão de dígito é a origem latina da palavra: *digitus*, que significa dedo. Os dedos foram e continuam como auxílio de contagem, então a palavra digital dá suporte à característica de colocar em formato numérico as criações físicas, descrevendo objetos em forma de números e replicando-os a partir dos mesmos números.

própria) afirma que, na verdade, houve uma ascensão e queda seguida de uma nova ascensão da fabricação e construção como focos curriculares. Um questionamento possível sobre a menção a “focos curriculares” de fabricação digital de Blikstein (2013) em relação à crítica ao “currículo oculto” (BLIKSTEIN, 2008) é que o pesquisador insere-se na discussão a partir do meio disponível para o debate. As propostas de um ensino mais aberto (BLIKSTEIN, 2008; PAPERT, 1997, 2008), que indicam atitudes epistemológicas modernas em relação a currículo, colaboram com o debate sobre técnicas de computação e informática nas escolas ao apontarem atividades rumo à liberdade com tecnologias digitais. As discussões com propostas abertas de educação com computação, tal qual as promovidas pelo campo Ciência, Tecnologia e Sociedade, preocupam-se em propor, criticar e apontar visões alternativas aos fazeres consolidados, tentando inserir os saberes de grupos excluídos e com menor ressonância na cultura hegemônica.

Mesmo considerando que existe um currículo oculto em atividades da educação, afinal esta não está livre de valores e interesses conscientes e inconscientes, pensadores como Freire mostram que “às vezes, mal se imagina o que pode passar a representar na vida de um aluno um simples gesto do professor. O que pode um gesto aparentemente insignificante valer como força formadora ou como contribuição à do educando por si mesmo (FREIRE, 1996, p. 42)”. Freire propõe a educação como uma oportunidade para educandos e educadores, com gestos simples, fazerem valer a força formadora.

Neste sentido, Vieira Pinto (2005, p. 2:675) diz que a tecnologia não é, per si, um fator revolucionário; “a transformação qualitativa no curso da história” será operada pelo fator político – o projeto existencial do homem. Se este projeto existencial da pessoa tem lugar na inspiração por um “gesto aparentemente insignificante”, a intencionalidade de um espaço para construção digital, seguindo as

abordagens inspiradas em Vieira Pinto e Freire, apresentam condições de contribuir com o processo de autonomia e liberdade.

As críticas ao currículo oculto e o posicionamento de debate entre focos curriculares, ambos empreendidos por Blikstein em base freiriana, apresentam uma possibilidade de “transformação qualitativa no curso da história”, conforme refletiu Vieira Pinto. Também mostram que “alguma coisa fundamental a educação pode”, conforme Freire:

O que se coloca à educadora ou ao educador democrático, consciente da impossibilidade da neutralidade da educação, é forjar em si um saber especial, que jamais deve abandonar, saber que motiva e sustenta sua luta: *se a educação não pode tudo, alguma coisa fundamental a educação pode* (FREIRE, 1996, p. 11).

Ao narrar a “ascensão e queda seguida de uma nova ascensão” da fabricação e construção em escolas, Blikstein mostra que o debate político empreendido desde os inícios dos anos 1970, baseados na proposta Logo, nas obras de Papert e Freire, acrescidas das análises de Vieira Pinto nesta tese, chegariam então ao cerne do sistema educacional quatro décadas depois.

3.3 Da computação como habilidade à fluência em tecnologia

Blikstein (2013, p. 2–4) mostra a discussão nos Estados Unidos, a partir de relatórios oficiais do norte-americano *National Research Council* em 1999 e 2002, sobre as bases teóricas que levariam ao que ele chamou de ascensão da fabricação digital nos dias atuais. Blikstein destaca os seguintes marcos históricos no debate sobre ensino e aprendizagem de/com tecnologias:

a) Em 1999, o *National Research Council* [EUA] divulgou um relatório⁴⁸ de referência argumentando que a tecnologia estava se movendo de uma abordagem “baseada em habilidades” para uma abordagem que privilegiaria a “fluência”. O relatório sugeria que a educação tecnológica e computacional incluísse o desenvolvimento de habilidades fundacionais e adaptativas, especialmente de capacidades

48 **Being Fluent with Information Technology.** The National Academies Press, 1999.

intelectuais que empoderassem as pessoas a manipular o meio e a manusear problemas inesperados e não-intencionais (BLIKSTEIN, 2013, p. 2, tradução própria).

b) Em novo relatório⁴⁹, em 2002, apresentou as mesmas preocupações: a morte da abordagem de “habilidades computacionais” e o reconhecimento “que décadas foram perdidas ensinando habilidades datadas a milhões de estudantes”. O relatório advoga um movimento de “habilidades computacionais” para “fluência computacional” ou “literacia” (diSessa, 2000)⁵⁰. O argumento do relatório é que a literacia deveria incluir “conhecimento básico de engenharia, e a natureza e as limitações do processo de projeto de engenharia” (BLIKSTEIN, 2013, p. 3, tradução própria).

Blikstein (2013, p. 3) oferece uma discussão sobre qual o tipo de “conhecimento” pode ser estimulado com a educação utilizando tecnologias: antevê uma proposta de uso de recursos digitais na abordagem de habilidades e disponibilidades para toda a sociedade, e não apenas para profissionais que necessitam destas habilidades, mesmo em nível mais aprofundado, para a execução de trabalho. Blikstein está apontando que o ensino e aprendizagem de computação deixe de ser *de* tecnologia e passe a ser *com* tecnologia. A diferença é fundamental, pois o primeiro enseja uma abordagem instrumentalista, de aprender a usar um equipamento computador (uma competência técnica); enquanto a segunda apresenta uma abordagem de utilizar computador para aprender – e executar – algo significativo para si e para a sociedade de qual faz parte (literacia tecnológica). Nas palavras de Blikstein:

O relatório também introduziu uma importante distinção, que ressoou com as preocupações de teóricos educacionais como Seymour Papert e Andrea diSessa: o reconhecimento da diferença entre 'literacia tecnológica' (um conjunto generalista de

49 **Technically Speaking: Why All Americans Need to Know More About Technology.** The National Academies Press, 2002.

50 Andrea diSessa diz que uma definição “modesta” de literacia é a seguinte: “Literacia é um recurso padronizado, generalizado socialmente, de habilidades e capacidades em um contexto de suporte material (isto é, um exercício de inteligência material) para atingir objetivos intelectuais valorizados” (DISESSA, 2000, p. 19, tradução própria). DiSessa diz que “habilidades” podem se tornar obsoletas com inovações e novas formas de lidar com os problemas. A literacia estaria, então, em utilizar capacidades e habilidades para atingir objetivos intelectuais dentro de um contexto.

habilidades e disposições intelectuais para todos os cidadãos) e 'competência técnica' (conhecimento aprofundado que cientistas e engenheiros profissionais devem saber para dar conta do seu trabalho). A distinção identifica fluência com tecnologia não mais como uma habilidade vocacional ou uma maneira para treinar futuros trabalhadores em ciência, tecnologia, engenharia e matemática [*STEM, do original americano*], mas como conhecimento valioso para cada cidadão (BLIKSTEIN, 2013, p. 3, tradução própria).

Para Blikstein, desde a publicação desses relatórios vários outros desenvolvimentos em pesquisa, tecnologia e políticas dão mais suporte ao aprendizado de tecnologias como um tema de interesse da cidadania: “a aceleração da inovação tecnológica, maior automação de tarefas rotineiras (LEVY; MURNANE, 2004), ubiquidade de hardware e software de código aberto, e o desenvolvimento de ferramentas de fabricação digital de baixo custo (GERSHENFELD, 2007)”. A importância desses pontos, na visão de Blikstein, é a novidade na visão do ensino de computação nos primeiros anos dos anos 2010: não estar-se-ia mais a discutir se computação é adequada ao ensino, mas *como* torná-la uma opção para estudantes participarem de “atividades sofisticadas” antes restritas a “profissionais especializados”:

Estes relatórios nacionais e desenvolvimentos nas relações sociais são dignos de nota porque sinalizam a aceitação pelo mainstream da visão uma vez controversa de Papert. Tomados em conjunto, a uma vez abandonada ideia de crianças programando computadores não foi somente abraçada, mas desenvolveu-se em uma visão muito mais larga de estudantes participando em atividades sofisticadas que era anteriormente restrita a profissionais especializados, como robótica, sensoriamento ambiental, análise de dados, ciência avançada e projetos de engenharia (BLIKSTEIN, 2013, p. 3, tradução própria).

3.4 A retomada da fabricação na Educação

Para Blikstein, a fabricação em ambientes educacionais não é nova e faz parte de uma tradição epistemológica de atividades práticas, principalmente do construcionismo. Nesta seção serão apresentados os principais argumentos de Blikstein para justificar a constatação. Para Blikstein, há de se fazer uma distinção entre as práticas em disciplinas de ciência e engenharia: enquanto a científica usualmente procura uma lei para explicar um fenômeno, uma investigação tecnológica encontraria

várias soluções para o mesmo problema. Para Blikstein, essa compreensão reflete-se no estilo de laboratório escolar de ciências: “um típico laboratório escolar de ciência é projetado para experiências rigorosas, disciplinadas e roteirizadas em quais os estudantes são guiados em direção à redescoberta de um princípio unificador”. A pergunta de Blikstein é se esse modelo de laboratório rigoroso seria o adequado para a prática de engenharia e projeto (BLIKSTEIN, 2013, p. 4, tradução própria). A crítica ao laboratório rigoroso materializado em computadores supostamente disponíveis para as práticas na educação é encontrada em Papert em uma obra de 1993, republicada no Brasil em 2008:

Do ponto de vista de um administrador, fazia mais sentido colocar todos os computadores em uma sala – enganosamente denominada “laboratório de informática” – sob o controle de um professor especializado em informática. Assim, todas as crianças poderiam unir-se e estudar computação durante uma hora por semana. Em uma lógica inexorável, o passo seguinte foi introduzir um currículo para o computador. Assim, pouco a pouco as características subversivas do computador foram desgastando-se. Em vez de cortar caminho, desafiando assim a própria ideia de fronteira entre as matérias, o computador tornou-se uma nova matéria: em vez de mudar a ênfase de um currículo formal e impessoal para a exploração viva e empolgada por parte dos alunos, o computador passou a ser usado para reforçar o modo de ser da escola. O que começara como um instrumento subversivo de mudança foi neutralizado pelo sistema, convertido em instrumento de consolidação (PAPERT, 2008, p. 50).

Retoma-se nesta tese a crítica de Papert sobre o *modo* de absorção do computador em ambiente escolar para realçar alguns pontos elencados por Blikstein: o século XX pode ser dividido em metades em relação a construção na educação. A primeira metade com práticas de engenharia em que “a epistemologia até mesmo precede a ciência”, pois a prática de engenharia de então levava mais em conta que a humanidade vinha produzindo ferramentas e alterando o ambiente mesmo antes do aparecimento do método científico (BLIKSTEIN, 2013, p. 3, tradução própria). Blikstein aponta para aquela época como portadora de um *ethos* de engenheiros como inventores e *tinkerers*, fato que foi, a partir dos anos 1950 e 1960 – a segunda metade do século XX, portanto – movendo-se para uma base mais analítica e matemática, “e distante da

tradicional 'shop work' (GRINTER, 1955 *apud* BLIKSTEIN, 2013)⁵¹". Essa base mais analítica e matemática é identificada como presente majoritariamente nos currículos de engenharia da segunda metade do século XX: "ao longo do tempo, isto resultou na remoção da experiência de design de engenharia não somente do currículo universitário, mas também da educação K-12 [*nível primário e secundário nos EUA*]". E vai mais além: [*aulas práticas*] "se tornaram 'educação vocacional' para aqueles que supostamente não conseguiriam lidar com matemática e ciência 'séria'" (BLIKSTEIN, 2013, p. 4, tradução própria).

A reversão desta tendência abstrativa na prática de engenharia na educação, para Blikstein, viria a partir dos anos 1980 com a ideia de preparação de pessoas da engenharia para o design de soluções na área. Entretanto, somente no início dos anos 2000 apareceram novas possibilidades técnicas para a retomada da construção em ambientes educacionais:

Equipamentos de prototipação que tiveram uma dramática queda de preço, como cortadoras a laser e impressoras 3D, e hardware aberto, logo popularizaram essas tecnologias. De repente, o desenvolvimento corporativo de produtos moveu-se para um modelo de "estúdio", onde grupos de engenheiros e designers industriais prototipavam em dias em vez de meses: conseqüentemente a natureza da engenharia de produtos estava radicalmente transformada (BLIKSTEIN, 2013, p. 4, tradução própria).

Blikstein situa no início dos anos 2000 o surgimento do interesse por FabLab. Para o professor de Stanford, o FabLab surgiu quando equipamentos – cortadora a laser, impressora 3D, entre outros – foram colocados em laboratórios padronizados de baixo custo "por

51 Para efeito de conhecimento histórico, é interessante destacar o "conceito" de laboratório explanado em Grinter (1955). Com o texto original reproduzido em *Journal of Engineering Education* (1994), Grinter define laboratórios de engenharia: "O laboratório é o meio de ensinar o método experimental. Ele deve dar aos estudantes a oportunidade de observar fenômenos e procurar explicações para testar teorias e notar contradições, a conceber experimentos com quais produzirá dados essenciais e interpretará resultados. Portanto, laboratórios devem ser usados onde e somente onde esses objetivos estão sendo solicitados. O valor de um número definido de experiências estereotipadas é questionável. O desenvolvimento de um número menor de problemas experimentais pelos próprios estudantes sob efetiva orientação terá um valor educacional muito maior. A arte da medição – incluindo análises de exatidão, precisão, e erros – e a apreciação da exatidão economicamente justificada, junto com algum entendimento de métodos estatísticos, são elementos essenciais da experiência em laboratório. Relatórios de laboratório, quando restritos a poucos por semestre, representam uma grande oportunidade de desenvolver habilidade em apresentação escrita de informações de engenharia. Relatórios estereotipados não têm valor em ensinar a arte da comunicação".

Gershenfeld e colegas (GERSHENFELD, 2007; MIKHAK *et al.*, 2002) no MIT” e em “centros comunitários e universidades em torno do mundo”(BLIKSTEIN, 2013). Finalmente, há um apontamento de Blikstein que demonstra como essa ideia colocou-se presente no debate e no interesse público, inclusive popularizando formas que atualmente inspiram reflexões sobre a retomada da prática de construção na educação: “quatro anos depois, em 2005, a *MAKE Magazine*, uma publicação mensal dedicada a entusiastas do faça-você-mesmo e *tinkerers* foi criada, e logo a *Maker Faire*, uma grande feira de ciência e engenharia na Califórnia, foi lançada com grande sucesso” (BLIKSTEIN, 2013, p. 4, tradução própria).

Estes acontecimentos permitiram que nos anos seguintes, mais precisamente em 2008, Blikstein lançasse o FabLearn:

Eu compreendi que a fabricação digital tinha o potencial de ser o kit de construção definitivo, um espaço disruptivo nas escolas onde estudantes poderiam fazer, construir e compartilhar suas criações com segurança. Eu desenvolvi esses espaços para serem convidativos e neutros de gênero, no sentido de atrair não só tipos de engenharia de alta qualidade, mas também estudantes que somente queriam tentar um projeto com tecnologia, ou aprimorar algumas coisas que eles já estava fazendo com fabricação digital (BLIKSTEIN, 2013, p. 6, tradução própria).

3.5 Educação e tecnologias

São vistos nesta tese textos da autoria de Blikstein com experiências, trabalhos, relatos e outros em uma *linea temporis* que inicia com trabalhos de robótica educacional em 2001, perpassa a proposição de laboratórios na educação e chega ampliar a discussão que tende a uma política educacional com tecnologias. Essa ampliação para uma política aparece também em Papert, onde há discussões sobre escola a partir da perspectiva dos anos 1970 de computadores em meio a alunos e alunas. Em vista da constatação de computação presente em ambientes escolares, Blikstein oferece novas perspectivas sobre tecnologias e práticas, objetivos e formas de educação.

Em uma perspectiva histórica, Blikstein defende que “o projeto de educação universal é relativamente um novo esforço humano”. A

explicação para o “novo esforço” é que as épocas pretéritas estavam satisfeitas em prover educação avançada para uma elite; para os demais, não componentes de elites, um treino vocacional para o mercado de trabalho era visto como suficiente (BLIKSTEIN, 2014c, p. 1, tradução própria). A educação não foi historicamente vista como um direito das classes menos favorecidas e embora o início da universalização da educação propusesse uma educação básica à maioria, o desenvolvimento da ideia ocasionou o debate sobre qualidade e quantidade de Educação. Blikstein afirma que:

Nas décadas recentes, nós nos tornamos muito mais ambiciosos sobre o que esperar da educação escolar, e não é mais considerada uma opção legítima simplesmente excluir do processo quem tem baixo desempenho. Similarmente, nós desejamos mais aritmética e literacia básica, e queremos isso para todos os estudantes. Queremos que crianças aprendam física, química, matemática avançada, engenharia, resolução de problemas, pensamento crítico, comunicação, programação, e muitos outros tópicos que foram ou seriam considerados impossíveis pelos pioneiros do século XIX. Isto representa um sério problema: nós construímos um sistema que realiza seu trabalho básico – entregar educação básica para as massas – mas esse sistema não está projetado para um mandato do século 21. Nós vivemos, por décadas, em um limbo de demandas extremamente ambiciosas, nas quais nos voltamos para as escolas para resolver todo tipo de problemas sociais, mas rejeitamos a aceitar que as escolas precisam mudar para cumprir nossas demandas (BLIKSTEIN, 2014c, p. 2, tradução própria).

Ao mostrar que educar pessoas é um tema de interesse das sociedades atuais, Blikstein (2014c, tradução própria) debate as tentativas de atender a essas demandas, principalmente no campo da tecnologia. Ele critica o fato de tecnologia ser entendida apenas como um meio supostamente barato de atender às crescentes demandas depositadas no sistema educacional: “nossa fascinação é fácil de entender. A tecnologia corporifica a conotação de súbita e irresistível mudança, com aparentemente pouco esforço – uma combinação perfeita”. Lembra que Thomas Edison, em 1922, previra que os livros seriam substituídos pelos filmes cinematográficos, “permitindo ao sistema educacional funcionar com “100% de eficiência”. Tal tipo de pensamento era encontrado anteriormente com o rádio e com a televisão educacional.

Blikstein argumenta que, recentemente, “os ciclos de inovação em tecnologia educacional” estão mais rápidos e incluem “laboratórios, laptops, quadros interativos, internet, vídeos online, tutores personalizados, telefones móveis e tablets”. Com a citação de várias tecnologias, ou propostas tecnológicas em ambientes educacionais, a necessidade de contestar estas propostas é apontada por Blikstein: “apesar do apelo e da grande quantidade de dinheiro derramado nestas iniciativas em décadas, os resultados têm sido desanimadores” (BLIKSTEIN, 2014c, p. 2, tradução própria).

Blikstein aponta, dessa forma, que a tecnologia é vista como “a eterna solução” para o sistema educacional. A busca seria pela “melhor” tecnologia, ou aquela que “aumenta a performance”, em um viés utilitarista e que privilegia o resultado em detrimento do processo (BLIKSTEIN, 2014c, p. 2, tradução própria). Além disso, pode-se inferir que o resultado esperado da aplicação de uma tecnologia é um processo pré-formatado e sem espaço para as pretensas inovações discursivamente desejadas com o uso dessas mesmas tecnologias. A contradição estaria, então, em usar ou aplicar um artefato tecnológico esperando inovação e performance, autonomia e resultado:

Apesar do fato que um método instrucional poder ser um “ingrediente ativo” de um aprendizado efetivo, as abordagens atuais de pesquisas colocam excessiva ênfase nos resultados, mas muito pouca consideração no processo e contexto. Às vezes, o aprendizado real está no processo, mas dificilmente é detectado no resultado. Uma criança pode aprender muito construindo um robô terrivelmente disfuncional. Frequentemente, também, esta abordagem tradicional de avaliar a eficiência de tecnologia gera uma tautologia: qual é a melhor maneira de aprender robótica – com ou sem um kit de robótica? (BLIKSTEIN, 2014c, p. 2, tradução própria)

A proposta de Blikstein para afastar a ideia de tecnologias como solução eterna está em utilizá-las para “novas” coisas na educação (as aspas são originais). O que Blikstein retoma, diretamente, é a base papertiana de trabalhar com novos interesses, através do computador, no lugar de reempacotar uma pretensa “entrega mais barata” de conteúdo. Ao citar Papert entre os primeiros teóricos desta proposta, Blikstein afirma

que estudantes e pesquisadores construcionistas introduziram novas coisas a milhões de estudantes: “programação, robótica, modelagem multiagente, cibernética, dinâmica de sistemas e fabricação digital” (BLIKSTEIN, 2014c, p. 2, tradução própria).

A argumentação de Blikstein é que objetos tecnológicos nada mais são do que extensões do processo cognitivo. Essa possibilidade de cognição com novos objetos tecnológicos tornaria o “conhecimento tradicional menos útil e importante”. Argumenta que, por exemplo, a disponibilidade de uma calculadora possivelmente levará a uma redução da facilidade de cálculos mentais, entretanto também liberará tempo para procedimentos mais sofisticados. É nesta linha que “educadores progressistas como Papert”, segundo Blikstein, “advogam que o uso de tecnologias na escola não para otimizar a educação tradicional, mas, preferencialmente, como um conjunto de ferramentas emancipatórias que podem colocar os materiais de construção mais poderosos nas mãos de crianças” (BLIKSTEIN, 2014c, p. 2, tradução própria).

Blikstein, com o argumento de poderosas ferramentas de construção em mãos de crianças sem o uso de um esquema pré-definido de metas e objetivos, está a propor um estilo de educação que privilegia o processo e o engajamento:

Estas proto⁵² tecnologias permitiriam aos estudantes projetar, engenheirar e construir, e elas abasteceriam uma variedade de formas de trabalho, expressão e construção. A virtualmente ilimitada adaptabilidade de tecnologias computacionais permitiria o reconhecimento e promoção de diferentes estilos de aprendizado e epistemologias, engendrando um ambiente de convivência em qual estudantes podem concretizar suas ideias e projetos através de engajamento pessoal intenso. Mas a promessa construcionista da tecnologia está ainda para penetrar no *mainstream* educacional. Na maior parte, apesar da ubiquidade de tecnologia, escolas adotaram computadores como ferramentas para fortalecer o subtexto curricular existente – isto é, como dispositivos informacionais ou máquinas de ensinar (BLIKSTEIN, 2014c, p. 2, tradução própria).

52 “Proto” relaciona-se com o termo “*protean machine*”, de Papert. Indica a qualidade de assumir diferentes formas, a variabilidade, multiplicidade de formas e capacidade de atuar em diferentes contextos. Para mais informações, vide nota de rodapé 39 na página 106.

O momento de retomada das possibilidades de construção na educação deve-se, segundo Blikstein, a alguns fatos. O primeiro, após um gradual abandono do Logo dos currículos escolares, é o *Scratch*, uma linguagem gráfica de programação. O segundo é o movimento *Open Hardware* que, “ano após ano gera cada dispositivos cada vez mais novos, mais capazes e menos dispendiosos” (BLIKSTEIN, 2014c, p. 3, tradução própria). O terceiro, o movimento *FabLab/Maker* que “começou a tomar forma: primeiro com FabLabs espalhando-se globalmente, seguido pela *Maker Faire* e o despertar do ethos faça-você-mesmo [*DIY*]; e, mais recentemente, *Maker* e *Hackerspaces* estão aparecendo em todo lugar, em escolas, bibliotecas, e centros comunitários” (BLIKSTEIN, 2013 *apud* BLIKSTEIN, 2014b, p. 3, tradução própria).

A constatação de Blikstein é que o movimento técnico, seja na produção de linguagem de programação adequada à educação, como o *Scratch*, e de movimentos de base social, como *Open Hardware* e o *Maker*, dão um suporte e infraestrutura sem precedentes a iniciativas de educação de base progressista. Ao apontar os elementos que beneficiam a construção na educação, também são mostrados desafios de pesquisa para a área:

Financiamento, suporte social, tecnologias de baixo custo e a diversificação de espaços de aprendizagem e experiências. Porém, defendo que um elemento crucial – design – decidirá se esta oportunidade resultará em uma mudança sustentável na escola. Ainda assim, uma significativa parte dessas tecnologias foi desenvolvida nos paradigmas do século XIX que imaginavam impossível ensinar ciência avançada e conteúdo de engenharia para todos. Muitas delas não são neutras em gênero e são culturalmente enviesadas. Seu design é frequentemente orientado para o ensino profissional de estudantes em vez de aumentar seu repertório de ferramentas de expressão (BLIKSTEIN, 2014c, p. 3, tradução própria).

O elemento design, crucial para Blikstein, é explicado pela necessidade de afastar-se de um estilo de programação e construção voltado ao treinamento de profissionais quando se aborda educação, principalmente de crianças. Para exemplificar, Blikstein mostra a diferença entre um programa simples para piscar em led feito com Arduino e com

CricketLogo. Então, para Blikstein, o design necessário e crucial deve ser baseado na interação com crianças - “mas essa ainda não é a voz principal” (BLIKSTEIN, 2014c, p. 3, tradução própria).

Arduino C	Cricket Logo
<pre>void setup() { pinMode(ledPin, OUTPUT); } void loop() { digitalWrite(ledPin, HIGH); delay(1000); digitalWrite(ledPin, LOW); delay(1000); }</pre>	<pre>forever [a, on wait 10 a, off wait 10] end</pre>

Tabela 1: Comparação entre dois programas que fazem um led piscar: Arduino C (design para adultos e profissionais) e Cricket Logo (design para crianças) Fonte: (BLIKSTEIN, 2014c, p. 3, tradução própria).

3.6 Mitos sobre Makers

Durante o evento SXSWedu⁵³, realizado em Austin, Texas, de 9 a 12 de março de 2015, Paulo Blikstein participou de um painel de “educadores e especialistas da indústria” no dia 10 de março. Embora a participação dos outros painelistas não esteja divulgada por Stanford, as contribuições de Blikstein tiveram destaque no serviço de notícias *eSchoolNews*, dos Estados Unidos.

Segundo a notícia veiculada pelo site *eSchoolNews* (BLIKSTEIN, 2015a, tradução própria), e repercutida pela *Stanford Graduate School of Education* (STANFORD, 2015b, tradução própria), a participação de Paulo Blikstein desvelou “quatro mitos” do movimento *maker* na educação. Como esta participação coloca em linguagem clara o conteúdo teórico exposto ao longo desta tese, será recuperado o conteúdo a seguir:

Mito 1. “Making é novo”, ou “*making is new*”. Para Blikstein, o termo “*making*”, quando aplicado a discussões em educação – como a desta tese – pode ser novo. Entretanto, mesmo reconhecendo a

53 SXSWedu é um componente da família de conferências e festivais *South by Southwest* que incluem *SXSW Music*, *Film* e *Interaction*, e a *SXSW Eco* e *V2V* [*Vegas2Vegas*, evento para startups]. Internacionalmente reconhecida como reunião de convergência para artes criativas, a *SXSWedu* estende o suporte a artes dado pela *SXSW*, no engajamento de músicos, produtores de filmes e inovadores de mídia, para incluir os verdadeiros *rock stars* da sociedade: os educadores! (SXSWEDU, 2015, tradução própria)

“novidade” no termo, Blikstein afirma: “Há uma longa tradição na aprendizagem construcionista. Há muitos escritos sobre *making*, apenas não com este rótulo”. Blikstein afirmou, no painel, que há décadas de pesquisas com foco em *making* que usaram termos como construcionismo ou aprendizagem construcionista.

Mito 2. “Todas as crianças são hackers”. 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”. A afirmação foi feita com base em pesquisas, assim relatadas pela reportagem:

Blikstein e colegas abordaram este conceito a partir de dois ângulos. Primeiro, realizaram workshops onde entraram estudantes de todos os níveis de habilidades que foram instruídos para fazer algo sem facilitação. Estudantes mais experientes terminaram o workshop tendo criado alguma coisa, mas os alunos novatos rapidamente perderam a confiança. De fato, esta abordagem reforçou aos novatos que eles não podem fazer ou criar (BLIKSTEIN, 2015a; STANFORD, 2015b).

Blikstein então relatou que, ao mudar a abordagem para crianças auxiliadas por facilitadores, os estudantes se tornaram mais autônomos e começaram a aprender por si próprios. No relato das reportagens, Blikstein afirmou: “esta ideia de somente lançar crianças em um laboratório – e esperando o melhor – não funciona. Isto funciona contra nós. A cultura nade ou afunde (*swim or sink*) dos *hacker spaces* simplesmente não funciona em escolas com estudantes”.

Mito 3. *Making* é sobre trazer crianças para carreiras STEM (do original em inglês referente a disciplinas dos campos de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, ou *Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Na discussão, Blikstein afirmou que:

Nós não fazemos educação física na escola porque precisamos de mais atletas. Nós não ensinamos música porque temos escassez de músicos. Ensinamos essas coisas porque elas são artefatos culturais importantes e campos de conhecimento. O mesmo deveria ser para engenharia, ciência e programação. Nós não queremos usar este argumento que é sobre competir com a China. Isto é mais sobre expor crianças a ideias poderosas e ajudar a criar pensadores mais sofisticados (*ibidem*).

Mito 4. Diversidade acontecerá por si própria. 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 a ferramentas de construção, enquanto escolas de baixa renda nem sempre têm a mesma oportunidade. E vai além: “isto não é somente sobre renda – é sobre gênero e cultura. Nós precisamos diversificar os tipos de projetos que as pessoas estão fazendo”.

4 Espaços de construção

Este capítulo apresenta e discute construção digital e educação nas perspectivas históricas do surgimento dos *FabLabs* no MIT e das obras e análises publicadas pela *Maker Media*. Neste ponto, destaca a discussão no ideário *FabLab* a partir do trabalho de Neil Gershenfeld e equipe e na vertente mais aparente deste movimento, através de iniciativas como *Maker Faire* e *Make Magazine*. Apresenta uma vertente crítica à ideologia californiana, proposta pelos pesquisadores brasileiros Rafael de Almeida Evangelista e Felipe Schmidt Fonseca. O primeiro é pesquisador e professor do Núcleo de Desenvolvimento da Criatividade e Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo da Unicamp e orientador da dissertação de Felipe Schmidt Fonseca, Mestre em Divulgação Científica e Cultural. Ambos os pesquisadores, nas obras citadas neste capítulo, apresentam interesse em tecnologias livres, movimentos sociotécnicos e pensamento crítico. O capítulo também apresenta relatos de experiências em campo relacionadas à proposta FabLearn, a saber: audiência, durante o período em Stanford, da disciplina *Beyond Bits and Atoms*; participação no FabLearn Brasil 2016; e audiência e participação no FIC Maker 2017.

A base da ideia de ambientes de construção é “fazer coisas” utilizando diferentes recursos: computadores, ferramentas de corte, colagem, desenho, entre outras. Entretanto, antes da materialidade do fazer, há práxis representadas por rótulos, como “movimento *maker*”, e de propostas como FabLabs, FabLearn e outras. Há também ideologias, opiniões e reflexões que tencionam a materialização da proposta. Dessa forma, a objetificação da construção é precedida e intercalada com vieses públicos de discussões e proposições de construção digital que têm espaço ao discutir esta possibilidade técnica da computação em ambientes educacionais. Os fazeres e saberes na construção digital aqui analisados têm relação com a discussão em volta do tema em espaços acadêmicos, técnicos, políticos e sociais.

Pode-se inferir que o “espaço de construção” é um tema histórico da humanidade, pois tudo o que é feito foi feito em algum lugar e, por isso, a viabilização de espaços para as criações, construções e intervenções faz parte das preocupações conscientes ou inconscientes de quem neles labora. Tem-se, então, a humanidade localizada em espaços e agindo com e sobre tais espaços de maneira a construí-los, utilizá-los e modificá-los. Mesmo considerando que é “natural” a ação da humanidade em e sobre um local, a agenda de intencionalidade de um sítio para experimentações especialmente estimulado em ambiente educacional é de interesse atual de diversos grupos de pesquisas pelo mundo, a exemplo dos que serão abordados neste trabalho.

Evita-se reforçar o conceito superficial de inovação ou novidade no campo de fabricação em ambiente escolar, pois é identificável na História a presença de oficinas que estimulavam os ofícios, ou o fazer, ou o construir, ou o criar, ou mesmo uma mistura de todas essas vertentes. Trata-se, mais do que sedimentar uma ilusão de novo, de estimular a reflexão sobre práticas coletivas e construções manuais, adicionando a temas transversos tradicionais utilizados em construção de coisas, como física e mecânica, a eletroeletrônica e a computação. Na toada de discussões recentes sobre espaços de prototipação, encontram-se conceitos que lastreiam o tema a partir de Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Para colaborar com o debate público sobre construção digital na escola, esta tese apresenta conceitos que deram origem à proposta de FabLabs na educação – Neil Gershenfeld é o expoente histórico; visões deterministas que provêm, principalmente, do campo da Maker Faire / Maker Media (em qual Dale Dougherty é o expoente), e pelas ideias de Chris Anderson; ao lado visões críticas, como Evangelista e Fonseca, e proposições com inspirações freiriana e papertiana, como as de Blikstein. O cerne dos campos trazidos a esta tese está na construção mediada por computador, entretanto reconhece-se que a base epistemológica, ou seja,

a forma de relação entre sujeito e objeto do conhecimento, é diferente em cada um deles. A colaboração neste debate está em reconhecer que espaços de construção digital são uma nova possibilidade de educação com computação na Escola, entretanto, com vieses em diferentes formas de sustentação à atividade na Educação. Formas de construção de coisas baseadas em computação existem há décadas na educação; então buscase aproveitar o recente interesse público na área para reforçar um tipo de ensino mais livre e preocupado com a formação do ser, não de um funcionário da máquina. 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. A tese também indica que a construção digital na educação pode servir para “fazer para si”, contribuindo para que um ensino com tendência alienante não se propague. Finalmente, a tese centra-se em tecnologias digitais como projeções humanas e em possibilidades de contribuir no entendimento delas como *e-labor-ação* humana, ou seja, mediações que ajudam as pessoas a emergirem, como inspirou Freire.

A próxima seção recupera as origens e as propostas originais do mais famoso espaço de construção da atualidade: FabLab.

4.1 Neil Gershenfeld: “how to make (almost) anything”

Neil Gershenfeld é diretor do *Center for Bits and Atoms* do *Massachusetts Institute of Technology* – CBA/MIT (GERSHENFELD, 2015). As atividades de pesquisa de Gershenfeld e, conseqüentemente, daquele centro, apontam para a discussão de um “mundo de bits e átomos”, em tradução livre. A proposta de Gershenfeld sobre bits e átomos serve de base para discussões sobre espaços de construção, inclusive os propostos em ambientes educacionais, porque uniu em um *slogan* dois temas de forte atração social: uma característica virtual, os bits, e uma característica física, átomos. *How to make (almost) anything* é o nome de

uma disciplina ofertada por Gershenfeld no CBA/MIT, aberta em 2001, que tem por objetivo estudar as “fronteiras entre ciência da computação e ciência física” (GERSHENFELD, 2012, p. 46, tradução própria).

Segundo Gershenfeld, as origens da ideia de FabLab estariam em 1952, quando cientistas do MIT ligaram um computador a uma fresadora. Para Gershenfeld (2012, p. 43, tradução própria), estava se “criando a primeira ferramenta mecânica controlada numericamente”. Depreende-se, então, que Gershenfeld identificou uma ferramenta mecânica (*atoms*) controlada por programação (*bits*), substituindo a tradicional relação de comando humano – no exemplo dado por Gershenfeld, antes o comando era do maquinista. O resultado foi que “os pesquisadores estavam habilitados a produzir componentes de aviação mais complexos do que os que podem ser feitos à mão”. A relação bits-átomos é sempre repetida, com centralidade de argumento na máquina. Entretanto, tanto entre bits e átomos há a intervenção humana, que não é abordada por Gershenfeld neste ponto a não ser como passível de substituição por programas e equipamentos.

Após esta “fresa giratória” no MIT, nas palavras de Gershenfeld (2012, p. 43, tradução própria), uma série de outros dispositivos foram montados em plataformas controladas por computador, como jatos de água transportando abrasivos que poderiam cortar materiais rígidos, lasers com precisão fina para esculpir, e fios com pouca espessura carregados de eletricidade para cortes finos. A técnica de adicionar material, ao invés de retirar, é presente em um grande número de processos de fabricação com aplicações comerciais desde os anos 1980, podendo ser identificada pela expressão “impressão 3D”.

A diferença, para Gershenfeld, entre os processos da década de 1950 e os iniciados nos anos 1980 é que os primeiros não objetivavam as estruturas internas das peças: seria necessário que o “eixo de uma roda seja manufaturado separadamente do rolamento em que ele passa”. (GERSHENFELD, 2012, p. 43-44, tradução própria). Os objetivos, na toada

do desenvolvimento das necessidades baseadas nas experiências a partir dos anos 1980, são mais ambiciosos:

Fabricação pessoal tem sido por anos um recurso da ficção científica. Quando a tripulação da série de TV *Star Trek: The Next Generation* era confrontada com um desenvolvimento de trama particularmente desafiador, eles podiam usar o replicador a bordo para fazer qualquer coisa que necessitassem. Cientistas em uma série de laboratórios (incluindo o meu) estão agora trabalhando na coisa real, desenvolvendo processos que podem colocar átomos e moléculas individuais em qualquer estrutura que queiram. Diferentemente das impressoras 3D atuais, estas serão capazes de produzir sistemas funcionais completos de uma só vez, sem necessidade de peças a serem montadas. O objetivo é não só produzir as peças para um drone, por exemplo, mas construir um veículo completo que possa voar direto para fora da impressora. Esta meta está a anos de distância, mas não é necessário esperar: muitos dos recursos de computação usados atualmente foram inventados na era do minicomputador, muito antes que florescessem na era da computação pessoal. Similarmente, embora as máquinas de fabricação digital de hoje continuem na infância, elas já podem ser usadas para fazer (quase) qualquer coisa, em qualquer lugar. Isto muda tudo. (GERSHENFELD, 2012, p. 46, tradução própria)

O entendimento da maquinaria como indutora de um progresso – ou de um modelo de progresso – é incompleto considerando perspectivas de tecnologias como frutos de tensões sociais. Além disso, a manufatura tem uma história que se confunde com a da própria humanidade, então os recursos para fazer (quase) qualquer coisa são, na verdade, acumulações históricas que são utilizadas para lidar com os problemas de cada época.

Ao analisar a “manufatura aditiva”, Gershenfeld nega o termo “revolução”, palavra facilmente adotada para nomear pretensas novas formas de produção a partir dos equipamentos digitais. Para esclarecer, Gershenfeld apresenta uma crítica acerca do uso do conceito:

A manufatura aditiva tem sido amplamente saudada como uma revolução, destacada na capa de publicações, de *Wired* a *The Economist*. Este é, entretanto, um curioso tipo de revolução, proclamado mais por seus observadores do que por seus praticantes. Em uma oficina bem equipada, uma impressora 3D poderia ser usada para mais ou menos um quarto dos trabalhos, com outras máquinas fazendo o resto. Uma razão é que as impressoras são lentas, levando horas ou mesmo dias para fazer coisas. [...] Artigos de louvação a impressoras 3D são como estórias nos anos 1950 que proclamavam que os fornos micro-ondas eram o futuro da culinária. Micro-ondas são convenientes,

mas não substituíram o resto da cozinha. (GERSHENFELD, 2012, p. 44, tradução própria)

Gershenfeld afirma que a revolução não é manufatura aditiva versus subtrativa, mas sim a habilidade de transformar coisas em dados e dados em coisas. Esta diferença na explicação do movimento maker é importante para a compreensão das propostas de Gershenfeld: a “revolução”, se existe, não é dada pelas máquinas, mas pela transferência – em bits – dos projetos que estimulam a produção física de objetos. A analogia desta “transmissão online de objetos” (GERSHENFELD; VASSEUR, 2014, p. 60, tradução própria), segundo Gershenfeld, seria com a história da computação:

O primeiro passo neste desenvolvimento foi a chegada dos grandes mainframes nos anos 1950, os quais somente corporações, governos e instituições de elite poderiam dispor. Depois veio o desenvolvimento de minicomputadores nos anos 1960, que foram baseados no primeiro computador com transistores do MIT, o TX-0. Estes levaram para baixas o custo de um computador, de centenas de milhares de dólares para dezenas de milhares. Continuava muito para um indivíduo mas era acessível para grupos de pesquisa, departamentos de universidades e pequenas companhias. As pessoas que usaram estes computadores desenvolveram aplicações para tudo o que fazemos atualmente com computadores: enviar e-mail, escrever em um processador de texto, jogar videogame, escutar música. Depois minicomputadores tornaram-se computadores de hobistas. O mais conhecido de todos, o MIT Altair 8800 foi vendido em 1975 por US\$ 1000 montado ou US\$ 400, na versão kit. Sua capacidade era rudimentar, mais mudou a vida de uma geração de pioneiros da computação, que poderiam ser donos de uma máquina individualmente. Finalmente, a computação realmente tornou-se pessoal com o aparecimento do computador pessoal IBM em 1981. Ele era relativamente compacto, fácil para usar, útil e acessível. (GERSHENFELD, 2012, p. 45, tradução própria)

Para Gershenfeld, tendência de tornar pessoais os equipamentos de construção digital está ocorrendo em relação aos equipamentos para construção individual. Em um primeiro momento, somente grandes instituições suportavam os custos de equipamentos como fresadora. Após, nos anos 1980, grupos de pesquisa tiveram acesso a equipamentos de prototipação rápida que custavam dezenas de milhares de dólares. O momento atual, para Gershenfeld, é de equipamentos de centenas de dólares⁵⁴, citando marcas populares de equipamentos de

54 No Brasil ainda está a se falar em milhares de reais.

prototipação individual: RepRap, MakerBot, Ultimaker, PopFab e MTM Snap.

Em mais uma analogia à história da computação, Gershenfeld vê nestas propostas de equipamentos os primórdios da história do computador: “estas ferramentas são tipicamente compartilhadas livremente, então aqueles que possuem as ferramentas (como aqueles hobistas que tinham computadores) podem não somente usá-las, mas também fazer outras e modificá-las” (GERSHENFELD, 2012, p. 45, tradução própria).

A maneira de como fazer (quase) qualquer coisa, de Gershenfeld, baseia-se na transmissão online dos objetos. Não há uma intencionalidade aparente em favorecer a criação, a recuperação e os usos e costumes na vida cotidiana com problemas e soluções. Logo, conclui-se que a proposição de Gershenfeld centraliza-se na popularização da transmissão de arquivos para serem construídos por indivíduos – seja essa construção por impressora 3D ou outra forma:

A realização final a Internet das Coisas será transmitir coisas reais através da internet. Usuários já podem transmitir descrições de objetos que podem ser feitos com ferramentas de fabricação digital, como impressoras 3D e cortadoras a laser. Ao passo que dados se transformam em coisas e coisas se transformam em dados, longas cadeias de suprimento de manufatura podem ser substituídas por um processo de remessa de dados através da internet para instalações de produção local que podem fazer objetos sob demanda, onde e quando eles forem necessários. (GERSHENFELD; VASSEUR, 2014, p. 62, tradução própria).

Na proposta de Gershenfeld e equipe, o lugar que levará ao como fazer (quase) qualquer coisa chama-se FabLab. Entretanto, a tarefa de tornar essa possibilidade de “transmissão de coisas” em elaboração humana, com inspiração em Freire, requerer um entendimento de construção como atividade situada e circunstanciada. Apontando soluções para esta questão, recorre-se novamente a Freire para dizer que uma educação para a autonomia preocupa-se em “possibilitar ao homem a discussão corajosa de sua problemática” (FREIRE, 1967, p. 90). Assim, 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. É então necessário o “pensar verdadeiro” de Freire, ou seja, perceber a realidade como processo para evitar a acomodação ao normalizado (FREIRE, 1987, pt. 1267).

4.1.1 Do MIT FabLab para a Educação

Para Gershenfeld, a novidade de 1952 no MIT (ligar um computador a uma fresadora) estava em utilizar um programa no lugar de um operador, logo cientistas estariam aptos a criar formas mais complexas do as que poderiam ser feitas pelas mãos. Entretanto, exemplifica Gershenfeld (2012, p. 44, tradução própria), mesmo com a fresadora o eixo deve ser fabricado separadamente da roda, pois “todas as modernas descendentes da primeira máquina controlada numericamente compartilhavam de sua limitação natural: podem cortar, mas não podem alcançar as estruturas internas” de um mecanismo. Nos anos 1980 surge a mercado o equipamento que centraliza discussões sobre fabricação em laboratórios, a impressora 3D:

Nos anos 1980, contudo, processos de fabricação controlados por computador que adicionam em vez de remover material (chamado de manufatura aditiva) chegaram ao mercado. Graças à impressão 3D⁵⁵, o rolamento e o eixo podem ser construídos pela mesma máquina ao mesmo tempo. Uma variedade de processos de impressão 3D está disponível, incluindo fusão termal de filamentos plásticos, uso de luz ultravioleta para ligação transversal de resina de polímeros, depósito de gotas adesivas para ligar pó, corte e laminação de folhas de papel, e iluminação por feixe de laser para fusão de partículas de metal (GERSHENFELD, 2012, p. 44, tradução própria)

A partir do texto de Gershenfeld pode-se verificar uma linha de produção em construção digital: no início, o dispositivo retirava material de uma superfície maior, que podemos assumir como uma ação

⁵⁵ Gershenfeld utilizar a grafia “3-D” com traço. Neste trabalho será utilizada, preferencialmente, a versão sem traço: 3D. “FabLab” apresenta uma série de grafias, como “Fab Lab”, “fab lab”, entre outras variações com ou sem plural em português. Preferencialmente, será mantida a opção original de autoria, quando citada, e FabLab quando de *motu proprio*.

de entalhe. Mais tarde, a impressora 3D é proposta como um equipamento que deposita materiais para constituir formas. Em uma comparação livre, a retirada de materiais assemelha-se a um trabalho em pedra dura com um cinzel e o depósito de materiais para criar formas é parecido com o trabalho com a olaria, ambos mediados por equipamentos computacionais. Em espaços de construção digital o trabalho com *atoms* é potencializado por *bits*.

A proposta de FabLab é vista como uma possibilidade para “transmissão de coisas pela internet” e compartilhamento de criações inicialmente digitais para um objeto físico que será construído localmente (GERSHENFELD; VASSEUR, 2014, p. 62). Constitui-se, assim um campo maior de possibilidades inserido por Gershenfeld e Vasseur na chamada “internet das coisas”, que assume objetos do cotidiano com alguma forma de conexão e operação a partir de programação. A visão de transmitir coisas pela internet é frequente no trabalho de Gershenfeld:

A demanda local tem puxado os FabLabs mundialmente. Embora exista uma vasta teia de locais e modelos de financiamento, todos os FabLabs compartilham as mesmas capacidades essenciais. Estas permitem que trabalhos sejam compartilhados e pessoas viajem entre os fab labs. Prover acesso a internet tem sido um objetivo em muitos fab labs. No Boston lab iniciou-se um projeto de fazer antenas, rádios e terminais para redes sem fio. O design foi refinado em um fab lab na Noruega, foi testado na África do Sul, foi desenvolvido no Afeganistão, e agora está funcionando em bases comerciais autossustentáveis no Quênia. Nenhum desses locais tinha a massa crítica de conhecimento para desenvolver e produzir as redes individualmente. Mas pelo compartilhamento dos arquivos de projeto e pela produção local de componentes, eles puderam fazer isso juntos. A habilidade de enviar dados pelo mundo e então localmente produzir produtos sob demanda tem implicações revolucionárias para a indústria (GERSHENFELD, 2012, p. 48, tradução própria)

Entretanto, reconhecendo que há uma proposta de “internet das coisas” que está em curso e materializada na sociedade, cabe uma discussão baseada em CTS: “de quem” são essas coisas? Durante palestra realizada no *Open Hardware Summit 2014*, em Roma, Mickènas perguntou-se: a internet das coisas é das “suas coisas” ou das “coisas deles”? (MICKÈNAS, 2015). Atividades de educação com laboratórios de construção devem preocupar-se com questionamentos como este feito por

Mickènas. De certa forma, a provocação para refletir sobre “de quem são as coisas” tem relação com a obra de Paulo Freire, que propõe autonomia (FREIRE, 1996), e com Vieira Pinto, que propõe a modificação das condições de existência, mostrando que há espaço para um projeto de educação democrático e inclusivo. Neste sentido, retoma-se em Freire o ensinamento a seguir:

Há perguntas que devem ser feitas insistentemente por todos nós e que nos fazem ver a impossibilidade de *estudar por estudar*. De *estudar* descomprometidamente como se misteriosamente, de repente, nada tivéssemos que ver com o mundo, um lá fora e distante mundo, alheado de nós e nós deles. Em favor de que estudo? Em favor de quem? Contra que estudo? Contra quem estudo? (FREIRE, 1996, p. 77, destaques originais)

Levando em conta a assertividade de Freire, nos laboratórios de construção deve existir a pergunta do “para quem” estuda-se e “de quem são as coisas” dessa internet das coisas. É a conscientização (FREIRE, 1996, p. 54) que fará desses laboratórios espaços para a autonomia.

A apresentação do *How to make (almost) anything* denota uma proposta que alia tecnologias e técnicas em um mundo que, assume-se, é físico. 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 criá-las e compartilhá-las digitalmente. Propondo a estratégia de transmitir e compartilhar em formato digital (*how to*), parte-se a discutir o segundo aspecto da proposta de Gershenfeld, o *make*. Em CTS, esta relação físico/computacional se dá também em nível de sociedade e ideologias, tensões e políticas. 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. Para isto, há necessidade de “admirar-se e aventurar-se (FREIRE, 1967, p. 43)”.

Após a primeira experiência em sala de aula com o curso *How to make (almost) anything*, Gershenfeld afirma que, mais interessante do que descrever o trabalho do CBA/MIT, seria necessário prover as ferramentas para o trabalho. Desvela-se, assim, a principal característica de Gershenfeld: produzir os equipamentos e favorecer a rede de colaboração para a transmissão das coisas. Gershenfeld diz:

Nós montamos um kit de mais ou menos US\$ 50.000 em equipamentos (incluindo um laser controlado por computador, uma impressora 3D, e fresadoras grandes e pequenas controladas por computador) e US\$ 20.000 em materiais (incluindo componentes para modelagem e fundição de peças e produção de eletrônicos). Todas essas ferramentas eram conectadas por um software padrão. Elas se tornaram conhecidas por "fab labs" ("laboratórios de fabricação" ou "laboratório fabuloso"). O custo deles é comparado a um minicomputador, e nós descobrimos que eles são usados da mesma maneira: para desenvolver novos usos e novos usuários para as máquinas (GERSHENFELD, 2012, p. 47, tradução própria).

A ideia original de FabLab, expressa em Gershenfeld (2007, tradução própria), era explorar "as implicações e aplicações da fabricação pessoal naquelas partes do planeta que não conseguem ir ao MIT". A proposta é colocar em um mesmo espaço ferramentas então comercialmente disponíveis e aliá-las a computadores:

Os primeiros fab labs tinham uma cortadora a laser para cortar formas bidimensionais que podem ser montadas em estruturas tridimensionais, uma cortadora que utiliza uma faca controlada por computador para plotar conexões elétricas flexíveis e antenas, uma fresadora que move uma ferramenta de corte em três dimensões para fazer placas de circuito impresso e peças de precisão, e as ferramentas de programação de microcontroladores para incorporar a lógica [aos materiais produzidos]. Um pouco semelhante com os antigos minicomputadores PDP, tudo isso pode ser chamado de Processador de Materiais Programáveis. Esta não é uma configuração estática; a intenção com o tempo é substituir peças do laboratório como peças feitas no fab lab, até que eventualmente os laboratórios sejam autoreprodutíveis (GERSHENFELD, 2007, tradução própria).

A descrição de FabLab de Gershenfeld, em 2007, não incluía o termo "impressora 3D", embora os equipamentos citados demonstrassem a tendência da utilização futura do recurso. Também é possível verificar que o laboratório descrito em 2007 seria mais complexo daqueles educacionais propostos atualmente. Em um exemplo, "ferramentas de

programação de microcontroladores”, em ambientes educacionais, atualmente poderiam ser substituídas por placas de construção rápida, como GogoBoard (SIPITAKIAT; BLIKSTEIN; CAVALLO, 2004) e Arduino, entre outras.

Comparando o texto de Gershenfeld em 2007 ao de 2012, a proposta de FabLab em 2012 é a aplicação de uma possibilidade de construção àqueles que, em 2007, “não conseguem ir ao MIT”. Gershenfeld propôs, então, que a pesquisa acadêmica literalmente tomasse as ruas. Assim, relata Gershenfeld (2007), um financiamento da *National Science Foundation* (NSF) proveu os fundos para tentar levar o fablab a pessoas comuns: “meus colegas no CBA e os de contraparte da NSF concordamos em tentar equipar pessoas comuns a realmente fazerem o que estávamos estudando no MIT no lugar de somente falar sobre isso”.

O primeiro fablab a ser denominado público, segundo Gershenfeld (2012), foi instalado no *South End Technology Center*, no centro da cidade de Boston, em uma ação liderada por Sherry Lassiter. O centro é gerido por Mel King, “um ativista que foi pioneiro na introdução de novas tecnologias em comunidades urbanas, da produção de vídeo a acesso à internet”. A reflexão de Gershenfeld sobre a instalação de fablab em um centro urbano, comparada ao uso no MIT, é que “ambos os lugares foram igualmente entusiasmados”. Depois da experiência considerada positiva em Boston, com um financiamento da *National Science Foundation* e apoio da comunidade local, o segundo FabLab foi estabelecido na costa de Gana, cidade de Sekondi-Tokaradi. Gershenfeld afirma que:

Desde então, fab labs estão sendo instalados em todo lugar, da África do Sul à Noruega, do centro de Detroit à Índia rural. Nos últimos anos, o número total dobrou a cada 18 meses, com mais de 100 em operação atualmente e muitos mais sendo planejados. Estes laboratórios fazem parte de um grande “movimento *maker*” de fazedores [*do-it-yourselfers*] de alta tecnologia que estão democratizando o acesso aos meios modernos de fazer coisas. (GERSHENFELD, 2012, p. 48, tradução própria).

A principal característica da rede de FabLabs, para Gershenfeld, é que cada unidade atende a demandas locais e compartilha as experiências ao redor do mundo, independentemente do modelo de financiamento adotado pela unidade. Para Gershenfeld, nenhuma unidade tinha a massa crítica de conhecimento para o design e produção local de componentes, então são impelidas a executarem comunitariamente os projetos: “a habilidade de enviar dados pelo mundo e, então, produzi-los localmente sob demanda tem implicações revolucionárias na indústria” (GERSHENFELD, 2012, p. 48, tradução própria). Entretanto, em educação “executar” é diferente de criar. Dizer que algo terá “implicações revolucionárias na indústria” soa como uma confirmação à denúncia de Freire à incompatibilidade da “assunção do sujeito” com o “treinamento pragmático ou com o elitismo autoritário” (FREIRE, 1996, p. 42).

Também o crescimento de acesso a equipamentos para a fabricação pessoal é apontado como um fator de incentivo aos laboratórios. Relata Gershenfeld (2007) que os equipamentos propostos tinham o objetivo de servir à indústria principalmente para a prototipação rápida de produtos, e não à produção em massa. Esse panorama estimularia uma “produção pessoal”, pois as grandes máquinas continuariam a produzir produtos em grandes quantidades para uso comercial. É um pensamento levemente deslocado ao exposto em Gershenfeld (2012), que antevê “implicações revolucionárias” na indústria. Entretanto, o ponto central do argumento de Gershenfeld é válido: há possibilidades de produção local – e pessoal – de materiais antes manipuláveis somente em ambiente industrial:

O grande impedimento para a fabricação pessoal não é técnico; já é possível efetivamente fazer isso. E não é treinamento; a rede *just-in-time* de modelos baseados em projetos funciona tão bem no campo quanto no MIT. Antes, a maior limitação é simplesmente o fato de falta de conhecimento que isto é mesmo possível (GERSHENFELD, 2007).

4.1.2 Aplicações em Educação

O termo FabLab identifica o trabalho proposto pelo grupo de Gershenfeld no MIT. O nascedouro dos FabLabs está em uma universidade, mesmo assim não é identificada em Gershenfeld a proposição direta de FabLab como um espaço para a educação geral, em outros níveis. A apropriação do conceito como possível para amplificação em educação acontece em outras pesquisas. Destarte, há recepções desses espaços de construção como uma possibilidade de aprendizado “criativo” na educação:

Aprendizagem em um FabLab não é como a tradicional experiência em sala de aula em que um professor profere um seminário, mas antes um local para experimentação e inovação, que pode vir do próprio aprendiz. Em FabLabs, aprendizes podem criar modelos visuais 3D suportados por um programa 3D. Este processo permite tentativa e erro e retroalimentação direta. Um grande potencial de aprendizado é aprender não somente do sucesso mas também dos erros. Em FabLabs, aprendizes têm a oportunidade para fazer modelos e ver se funcionam, fazer melhorias no modelo e tentar novamente até atingir o produto final desejado. Também em FabLabs aprendizes conhecem outras pessoas criativas com diferentes experiências, conhecimentos e habilidades que inspiram e ajudam um ao outro, formando uma comunidade (DILNESAW et al., 2013, p. 7, tradução própria).

A consideração de Dilnesaw *et al.* aponta FabLabs como uma solução para a educação dialógica de inspiração freiriana ao identificá-lo como um local de encontro entre pessoas. Entretanto, há um determinismo aparente na formação de “uma comunidade” de aprendizado e também na disponibilidade de equipamentos que levaria à “experimentação e inovação”. O processo de “tentativa e erro e retroalimentação direta”, ao se abordar educação com tecnologias, tem maior potencial se levar em conta uma prática docente e discente, ambos, como aprendizes. O encontro possível em um FabLab, com inspiração de Freire, é “o diálogo, como encontro dos homens para a tarefa comum de saber agir” (FREIRE, 1987, pt. 1228, destaque artificial).

Há experiências em construção digital aplicadas em espaços educacionais diversos, como no sistema prisional de Maine, Estados Unidos. Stager (2013, tradução própria) relata a intervenção de Seymour

Papert, David Cavallo e Gary Stager no *Constructionist Learning Laboratory (CLL)* no *Maine Youth Center* (Laboratório de Aprendizagem Construcionista, Centro de Juventude do Maine). Afirma que “a experiência de montar uma escola baseada em construcionismo, *tinkering*, *making* e computação pessoal oferece lições para educadores interessados em aprender fazendo, cultura faça-você-mesmo [*DIY*], fabricação, programação e computação física”. Stager situa o movimento faça-você-mesmo (DIY) na seara do construcionismo de Papert:

O movimento *maker*/DIY, com sua ênfase no aprendizado através de experiência direta, projetos práticos, *tinkering* e invenção, é baseado em aprendizado construcionista mesmo que seus membros e defensores estejam inconscientes dessa teoria. Defensores do aprender fazendo [*learning-by-making*] estão propensos ao construcionismo (STAGER, 2013, p. 487, tradução própria).

Além de diretamente relacionar espaços de construção à teoria construcionista papertiana, Stager diz que, além de Papert, as pessoas engajadas no campo têm direta relação com a obra de Gershenfeld. Da mesma forma, Stager qualifica o movimento como “muitos artefatos, um construcionismo” ao afirmar que as primeiras pesquisas nessa teoria baseavam-se em programação de computadores em Logo e robótica, e que a experiência relatada mostrava o construcionismo acontecendo em uma gama maior de projetos, como câmeras para explorar o interior da terra, planadores, programas de televisão, animações, tratores, máquinas medievais de guerra, guitarras, entre outros. Um dos interesses subjacentes que surgiram na experiência no centro juvenil foi o jornalismo, desde a produção de documentários até a prática de fotografia nos dias de visita do Centro prisional (STAGER, 2013, p. 489, tradução própria).

Ao longo de caminhada acadêmica, o autor desta tese assumiu que a grande dificuldade em praticar, utilizar e, eventualmente, construir algo utilizando recursos digitais está em modificar a realidade do ambiente físico chamado de laboratório, em compreendê-lo, em construí-lo, em

modificá-lo, em concebê-lo e até em quebrar a caixa-preta⁵⁶. Em resumo, programar tende a ser fácil, mas encontrar um porquê para o programar – e até um para quem – revela-se um desafio. O ponto principal de reflexão é quanto à ofuscação pela evidência, conforme debatida por Vieira Pinto:

Uma das deficiências do pensador formalista consiste em não perguntar pela origem dos aparelhos que a cibernética utiliza, atitude explicável por um fenômeno psicológico que poderia chamar “ofuscação pela evidência”. Sabendo sem dúvida serem construídos pelo homem, basta perceber o fato, não havendo utilidade em mencioná-lo e muito menos em especular sobre ele. A evidência incumbe-se de ocultar um certo número de questões que estão longe de ter a mesma claridade do fato bruto, e no entanto exigem ser propostas e resolvidas para compreender-se a razão de ser o que é, em caráter de puro fato, uma evidência. Tal evidência pertence ao tipo daquelas, e são muitas, que reclamam profundo esforço de raciocínio para serem entendidas. Dizer, exprimindo um acontecimento banal, que o homem constrói as máquinas cibernéticas, sem nada mais acrescentar, é fechar o caminho para o entendimento do essencial na questão lógica teórica (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:146).

Ao se considerar ambientes com tecnologias digitais, espaços de aprendizado, espaços de construção, ou outros semelhantes, a proposta de tais locais pode ofuscar o entendimento do papel criador da humanidade e, em um cenário mais preocupante, será porta para um pensamento alienante sobre o ensino e aprendizagem de tecnologias. Para combater o pensamento ingênuo, não basta simplesmente dizer que é o homem que construiu os ambientes, é necessária a prática engajada para o desenvolvimento de capacidades, percepções e habilidades de condução e construção da computação que a sociedade necessita no futuro em projeto e em curso a cada instante.

4.2 Maker: Uma “nova” economia e a “liberdade” de fazer(?)

Pela capilaridade e interesse público, há discussões sobre movimento *maker* em arenas que perpassam a comunicação, como imprensa e divulgação; educação, com iniciativas de setores organizados

56 A questão de quebrar a caixa-preta de um ambiente ubíquo com decisão merece um olhar mais crítico: a caixa-preta estaria quebrada ou o humano estaria no interior? Vieira Pinto (2005, p. 2:287) discute alguns pontos importantes para este projeto: caixa-preta é um conceito provisório que se esvazia quando se descobre o que há dentro dela; a caixa-preta é usada com fim de deixar de ser preta; que do arrombamento de caixas-pretas surgirão novas; e que “não fosse apenas um artifício de simbolização, mas correspondesse a alguma coisa real, a nós somente competiria dizer que a única coisa a fazer com ela seria abri-la”.

com fins *maker*; e acadêmicos em pesquisas que buscam na empiria *maker* elementos de entendimento e proposição de projeções em tecnologias digitais em campos específicos do saber. Como uma vertente de práticas que tem adeptos como hobistas e entusiastas de tecnologias, além de profissionais, acadêmicos e inclusive políticos, 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. Mesmo reconhecendo que análises de mercado, principalmente, são majoritariamente fundeadas em uma intencionalidade de aspectos que procuram sustentar e/ou expandir os negócios nas bases em que se encontram – sem mudanças, por óbvio– e fartamente ligadas a interesses empresariais, aceita-se que há espaço na Academia para debates em que pesquisas, como esta tese, colocam argumentação e proposições críticas. O desafio é que este tipo de discussão não fique restrita ao intramuros universitário.

Colocam-se no debate de espaços de construção em ambientes educacionais nomes como Chris Anderson e empresas como Deloitte e Maker Media, fundada por Dale Dougherty. Tais atores apresentam grande ressonância na comunidade *maker*, especialmente na parcela ligada a eventos como Maker Faire. Chris Anderson, escritor, mora em Berkley, Califórnia, é mundialmente conhecido pela atuação como editor da revista *Wired* após sete anos de atividades na *The Economist*. Ambas as publicações são referências mundias na construção e consolidação de discursos públicos nas áreas de economia, política, mercado financeiro, tecnologias, entre outras. Um argumento factível sobre Anderson é que trata-se mais de um futurólogo do que um acadêmico ou cientista com produção passível de debate, entretanto parte do trabalho em Ciência, Tecnologia e Sociedade é buscar vozes normalmente excluídas das pesquisas científicas. Não é propriamente o caso de Anderson, que tem considerável recepção em dissertações e teses, inclusive no PPGTE. Claro está que Anderson é considerado neste

texto como antítese de práticas de construção digital para a liberdade, fato que justifica o enfoque dado nas ideias do autor californiano. A escolha epistemológica de analisar construção digital pelo viés crítico à utopia californiana, nesta tese representada principalmente por Evangelista e Fonseca, denota o sentido de escrutinar ideias que reforçam esta utopia e estão em circulação no Brasil. Em suma, as ideias de Anderson, mesmo quando derivadas direta ou indiretamente para publicações e discussões relacionadas como da MakerEd, constituem o *Codex Maker* moderno.

Anderson escreveu o livro *The Long Tail* a partir de um artigo publicado com o mesmo nome da *Wired*, em 2004. Esta “cauda longa” propõe, em apertada síntese, que a abundância e a facilidade de fabricação de objetos proporciona a venda de uma vasta gama de produtos para uma vasta gama de consumidores. É um modelo diferente que, segundo Anderson, vigera anteriormente: vender quantidades enormes de um produto a uma pequena parcela de consumidores. A “cauda longa” é constantemente citada em análises sobre o movimento *maker*, por exemplo: “padrões de consumo mudam para refletir valores, incluindo o desejo de participar, no lugar de ser um alvo passivo de marketing, a 'cauda longa' de demandas se alarga e impulsiona as decisões de oferta” (DELOITTE; MAKER MEDIA, 2014, p. 5, tradução própria).

Além da proposta *The Long Tail*, Anderson tem atuação e ressonância naquilo que convencionou-se chamar de “cultura *Maker*”. Com atuação na área de prototipação com robótica na empresa 3D Robotics, tem blogs e sites populares na área de construção de drones (*DIY Drones*), assunto em voga na atualidade. Especificamente sobre o movimento *Maker*, Anderson é autor de uma obra chamada *Makers* (ANDERSON, 2012), livro que procura debater e propor uma “filosofia *Maker*” ao mundo. A própria apresentação de Chris Anderson denota uma vertente da obra: o viés mercadológico que afeta e é afetado pelo fazer e

pelas possibilidades de oferta e procura de produtos. O livro *Makers* é classificado pela editora como um livro de negócios. A obra anterior de Anderson, *FREE: The Future of a Radical Price* (ANDERSON, 2009), é uma discussão/proposta sobre uma possível nova economia baseada em serviços. Embora a discussão sobre formação de preços, valores e quantidades fuja do escopo deste texto, é importante destacar que a proposta *Maker* leva a reflexões que pervadem a vida social, cultural e econômica das populações mundiais.

Esta tese aborda também o relatório conjunto entre as empresas *Maker Media*, detentora da marca *Maker Faire*, e a *Deloitte*, empresa de consultoria com atuação mundial (DELOITTE; MAKER MEDIA, 2014); e a obra "*Makerspace Playbook*", em grande parte editada pelo "time makerspace" liderado por Dale Dougherty (MAKERSPACE, 2013). A empresa *Maker Media* intitula-se uma plataforma global para "conectar *makers* entre si, com produtos e serviços, e com nossos parceiros". Atuante em meios midiáticos, eventos e comércio eletrônico para levar um "ideário faça-você-mesmo" à tecnologia. É proprietária e lançadora das marcas *MAKE Magazine* e *Maker Faire*. Está localizada em Sebastopol, Califórnia. A *Maker Media* foi fundada e é presidida pelo CEO Dale Dougherty, também *chairman* da *Maker Education Initiative*.

Deloitte é uma abreviatura que identifica a empresa de consultoria privada britânica *Deloitte Touche Tohmatsu Limited* e "sua rede mundial de firmas membros, cada qual legalmente separadas e entidades independentes" (DELOITTE; MAKER MEDIA, 2014, p. 40, tradução própria). O *Deloitte's Center for the Edge* está sediado no Vale do Silício, com extensões na Europa e Austrália, e "desenvolve pesquisas originais e perspectivas substantivas no novo crescimento corporativo [...] Nós auxiliamos executivos seniores a compreender e a ter lucros com oportunidades emergentes em negócios e tecnologias de ponta" (DELOITTE, 2015). Pela descrição do Centro da *Deloitte*, resta claro que a associação *Maker Media* e *Deloitte* no relato sobre o *Maker Impact*

Summit é fortemente associada a uma análise mercadológica do movimento *maker*, fato constatado em várias passagens do documento. Como verificar-se-á nas seções seguintes, a visão de mercado também pervade as intenções e ações educacionais desta vertente de construção digital.

4.2.1 Visão determinista no movimento Maker

A ressonância de Anderson no chamado movimento *maker* é evidente, tanto como inspiração aos admiradores como em críticas que serão abordadas nesta tese. Anderson tem uma visão determinista – e excessivamente otimista – das possibilidades em curso com a popularização de meios eletrônicos de construção. Trata-se do “otimismo de Anderson”, que passará a ser apresentado.

A linha de argumentação de Anderson focaliza a análise em um novo tempo, uma nova virada da História em curso a partir da construção com meios eletrônicos, então os paralelos com outras “revoluções” aparece na obra de Anderson. Defendendo que o mundo presencia uma “nova revolução industrial”, Anderson (2012) compara a web com as técnicas de prototipação rápida:

A ideia de “fábrica” está, em uma palavra, mudando. Da mesma forma que a Web democratizou a inovação em bits, uma nova classe de tecnologias de “prototipação rápida”, de impressoras a cortadoras a laser, estão democratizando a inovação em átomos. Você pensa que as duas últimas décadas foram incríveis? Então espere. (ANDERSON, 2012, p. 14, tradução própria).

A ideia de “revolução industrial” frequentemente aparece em discussões sobre construção digital, como visto em vários pontos desta tese. Há um debate no âmbito da própria vertente Maker Inc sobre o mesmo tema, aqui exemplificado pela proposição de Dale Douguerty ao criticar a ideia de “nova revolução industrial”:

O Estado de S. Paulo: Chris Anderson, autor de *Makers: A Nova Revolução Industrial*, afirma que a ideia de compartilhar projetos na internet e o passo-a-passo para produzi-los faz parte de uma nova Revolução Industrial. O que você acha?

Dougherty: É uma maneira de enxergar as coisas. Não acho essa afirmação atraente, afinal a Revolução Industrial não foi uma transição positiva e benéfica para todas as pessoas. Ninguém encara a Revolução Industrial como algo criado voluntariamente. Ela se alinha a outros eventos culturais da mesma época, como a revolução científica. É preocupante porque a Revolução Industrial sugere que novos instrumentos sirvam para formar novos negócios e indústrias, mas a cultura maker é bem mais abrangente do que isso, ela emprega ferramentas para formar a sociedade e o futuro. Prefiro pensar no movimento maker como um tipo de Renascença e, particularmente, estou mais interessado na cultura da criatividade. (DOUGHERTY, 2015, destaques artificiais)

Anderson (2012) diz que a internet, formada de bits, estimulou a participação social e quebrou barreiras, além de afirmar peremptoriamente que “os bits mudaram o mundo”. Entretanto, para Anderson, esta revolução de participação e quebra de barreiras – enfim, democrática –, é uma promessa que está para acontecer no mundo dos átomos. Nota-se, então, que Anderson prega que o mundo “físico” deve se inspirar em um pretense mundo virtual. Renega-se, assim, o fato de que tal mundo virtual nada mais é do que a projeção do pensamento humano em forma de programação. A consequência deste pensamento de Anderson é que o interesse volta-se, primordialmente, para os equipamentos que constituem um FabLab e para a formação de uma rede de relacionamentos característica de áreas como empreendedorismo capitalista moderno. Anderson propõe que há uma relação entre os termos Maker e Internet na construção de uma “nova economia”:

A Era Web liberou os bits; eles são criados baratos e viajam mais barato, também. Isto é fantástico; a economia de imponderabilidade dos bits remodelou tudo, da cultura à economia. Esta é, talvez, a característica definidora do século XXI (eu escrevi um par de livros sobre isso também). Bits mudaram o mundo. Nós, no entanto, vivemos em um mundo de átomos, também conhecido como Mundo Real de Lugares e Coisas (ANDERSON, 2012, p. 9, tradução própria).

Anderson (2012, p. 10, tradução própria) diz que, em termos monetários, a “economia real” (que, para Anderson, representa tudo o que não é trocado por internet) é maior do que a “economia dos bits” (os bens ou serviços trocados por meios digitais): US\$ 130 trilhões *versus* US\$ 20 trilhões em vendas. Anderson aponta para uma revolução em curso na economia através da fabricação local.

É necessário afastar a ideia de “nova” economia aceita na obra de Anderson. No exemplo dado por Anderson, de comprovaria uma economia real – ainda – maior do que uma economia virtual, há um factual: uma hipotética aquisição de um objeto em um site de compras na internet. Qual é a diferença entre ir a uma loja com endereço físico (portanto, participante da economia “real”) e comprá-lo diretamente do *website* de uma rede virtual de lojas (a economia “virtual”)? O objeto apenas teria sido adquirido de fornecedores com estratégia de distribuição diferentes, entretanto a materialização seria idêntica. Como bem asseverou Neves (2014, p. 55), “comprar através de um processo online somente altera o processo de compra, e não o de produção”.

Pode-se argumentar que, neste exemplo, ambas as atitudes estariam inseridas no campo “economia real” e que a “economia virtual” estaria no armazenamento, valoração e transmissão de dados que permitiriam a um fornecedor local a construção da escrivanhinha para a venda. Mesmo assim, o *meio* virtual serviu para encurtamento da cadeia de suprimento de um produto real, tendendo mais para Gershenfeld do que para Anderson. A questão central do debate, que deve ser analisada neste texto, é que a esperança de que uma “cultura *maker*” como forma de “nova revolução industrial”, defendida desde o título da obra de Anderson (2012). Vieira Pinto (2005, p. 1:54) mostrou que expressões e ideias como essa não representam o sentido real da existência humana, que é, na verdade, criar as condições de vida e estabelecimento de vínculos produtivos com a natureza e com as forças de produção.

4.2.2 “Novo” e “Maker”

As ideias de novidade e revolução permeiam o texto de Anderson (2012). A base para esta afirmação é a suposta proliferação de equipamentos feitos livremente a partir de informação livre e hardware aberto. Para exemplificar, Anderson compara as empresas do “passado” da Internet com as do “presente”:

A primeira geração das gigantes do Vale do Silício tiveram início em uma garagem, mas levaram décadas para ficarem grandes. Agora companhias iniciam-se em dormitórios e ficaram grandes antes de seus fundadores possam se graduar. Você sabe o porquê. Computadores amplificam o potencial humano: eles não somente dão ao povo o poder de criar mas também de espalhar rapidamente ideias, criando comunidades, mercados, e mesmo movimentos. Agora o mesmo está acontecendo com as coisas físicas. Apesar de nossa admiração com telas, continuamos a viver no mundo real. Isto está na comida que comemos, nossas casas, as roupas que vestimos, e nos carros que dirigimos. Nossas cidades e jardins; nossos escritórios e quintais. Todos são átomos, não bits (ANDERSON, 2012, p. 14, tradução própria).

Anderson aponta que a ideia de mundo de átomos e mundo de bits é um pensamento MITiano, mas expande esta semente do MIT para uma seara industrial:

A ideia de "fábrica" está, em uma palavra, mudando. Como a Web democratizou a inovação em bits, uma nova classe de tecnologias de "prototipação rápida", de impressoras 3D a cortadores a laser, está democratizando a inovação em átomos. Você pensa que as últimas duas décadas foram incríveis. Espere. [...] Pequenos negócios são a maior fonte de novos empregos na América. Mas muitos poucos deles são inovativos e muitos mais ainda são estritamente locais - lavanderias, franchising de pizza, alimentação de esquina, e coisas do tipo, todas as quais são difíceis de crescerem. A grande oportunidade no novo Movimento Maker é a habilidade de ser, ao mesmo tempo, pequeno e global. Ao mesmo tempo, artesanal e inovador. Ao mesmo tempo, de alta tecnologia e custo baixo. Começar pequeno mas ficando grande. E, mais do que tudo, criando uma série de produtos que o mundo não sabe ainda que quer porque esses produtos não se encaixam perfeitamente na economia de massas do velho modelo (ANDERSON, 2012, p. 14, tradução própria).

Além disso, afirma categoricamente que "três séculos de revolução industrial" estão ao alcance de um clique de mouse, pois a manufatura estaria ao alcance das mãos com as novas formas de produção local de bens. E continua: "se Karl Marx estive aqui hoje, sua mandíbula estaria no chão. Fale sobre 'controle dos meios de produção': você (você!) pode agora definir fábricas em movimento com um toque de mouse" (ANDERSON, 2012, p. 26, tradução própria). Esquece Anderson que permanecem as relações de poder e as exclusões típicas de um sistema econômico que desconsidera as comunidades periféricas.

Após supostamente propor a superação do conflito de classes através da fabricação digital, Anderson reafirma a tese de Era Digital

como nova sociedade – baseada, claramente, em mercado consumidor e produtor:

Em resumo, o alvorecer da Era da Informação, começando por volta de 1950 e passando pelo Computador Pessoal nos anos 1970 e início dos 1980, e depois pela Internet e Web nos anos 1990, foi certamente uma revolução. Mas não foi uma revolução *industrial* até que ela estivesse democratizando e amplificando os efeitos na *manufatura*, algo que está acontecendo agora. Assim, a Terceira Revolução Industrial é melhor vista como a combinação da manufatura digital e manufatura pessoal: a industrialização do Movimento Maker. A transformação digital do fazer coisas está fazendo mais do que simplesmente fazer a manufatura atual mais eficiente. É também estender a manufatura para uma população enormemente expandida de produtores – os manufatureiros existentes mais um monte de pessoas comuns que estão se tornando empreendedores. Soa familiar? Isto é exatamente o que aconteceu com a Web, que foi colonizada primeiro por companhias de mídia e tecnologia, que a usaram para fazer melhor o que já faziam. Então avanços de software e hardware fizeram a Web mais fácil para uso de pessoas comuns (ela foi “democratizada”, e elas emergiram com suas próprias ideias, expertises e energia. Hoje a vasta maioria da Web é feita por amadores, semi profissionais, e pessoas que não trabalham para grades companhias de mídia e tecnologia (ANDERSON, 2012, p. 41, destaques originais, tradução própria).

A linha de pensamento adotada por Anderson denota a presença do determinismo tecnológico também na seara do movimento *maker*: “[...] realmente mudanças poderosas vêm de novas ferramentas. E não há ferramenta mais poderosa do que o computador (ANDERSON, 2012, p. 41, tradução própria)”. Os pontos defendidos por Anderson, especialmente quanto a uma Nova Revolução Industrial, ou mesmo o reconhecimento de equipamentos como os reais promotores de mudanças, advêm, no bojo do livro *Makers*, de um pensamento que prega a própria adaptação do movimento Maker a regras de negócios da atualidade, como visto em vários trechos citados daquele autor.

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. Anderson (2012, p. 144) é explícito ao indicar preferências teóricas às quais a obra dele privilegia. Citando o pensador liberal Friedrich Hayek, Anderson assume que o conhecimento seria desigualmente distribuído entre as pessoas, que

as organizações centralizadas seriam incapazes de distribuí-lo e que somente o “livre mercado” teria o condão de espalhar este “conhecimento” para todos.

Debater o liberalismo econômico não é objetivo desta tese, mesmo assim, alguns excertos da obra de Hayek são trazidos para ilustrar o tipo de pensamento que é apresentado em justificações em voga no movimento *maker* a partir do viés da obra de Anderson, principalmente ao tratar de educação. Para Hayek, o governo deve se afastar da administração das escolas:

Hoje, mais do que nunca, não é só indefensável a ideia de que o governo deve administrar as escolas como também não me se justifica a maioria dos argumentos antes apresentados em seu favor. Embora tais argumentos talvez fossem aplicáveis às condições do passado, hoje, como as tradições e instituições da educação universal estão firmemente implantadas e como a maioria dos problemas criados pela distância já foi resolvida pelo transporte moderno, não é mais necessário que a educação seja não só financiada mas também administrada pelo governo. Conforme mostrou o professor Milton Friedman⁵⁷, hoje seria plenamente viável custear as despesas de educação com fundos públicos sem manter escolas do governo, dando aos pais vales⁵⁸ que cobrissem os custos da educação de cada criança e que pudessem ser usados para pagar as escolas de sua preferência (HAYEK, 1983, p. 451).

Hayek também se importa em “como selecionar as pessoas cuja educação deve ir além do mínimo geral” e o tipo de educação superior a ser oferecida “por uma sociedade disposta a obter um máximo de retornos econômicos de gastos limitados com educação” (HAYEK, 1983, p. 452).

Embora a obra de Hayek esteja focalizada em uma “liberdade” individual, sem interferência direta do Estado, o economista liberal concede que “alguns membros de cada um dos diferentes grupos da população” tenham oportunidades dadas por “organizações locais, religiosas, profissionais ou étnicas” - nem um pio sobre Estado:

57 Milton Friedman, “The role of Government in Education”, em *Economics and the Public Interest*, editado por R. A. Solo (New Brunswick, N. J.: Rutgers University Press, 1955).

58 O sistema de vales (*vouchers*) é polêmico nos EUA, país que mais agressivamente acreditou, disseminou e o implantou em escolas. Os resultados são desanimadores: Carnoy (2017, tradução própria) afirma que “estudos em programas de vales em várias cidades dos Estados Unidos, nos estados da Flórida, Indiana, Louisiana, e no Chile, encontraram pequena melhoria na performance dos ganhos aos alunos e dos distritos mesmo em programas de larga escala”. O sistema de vales também é utilizado no Brasil, indiretamente, no financiamento público de vagas do ensino superior particular através do Proni, Lei 11.096/2005.

Na educação, como em outros campos, o fato de que a comunidade tem interesse em auxiliar alguns não deve ser interpretado como se somente aqueles que, segundo certas premissas, parecem merecer o auxílio dos fundos públicos devem ter acesso à educação superior, nem que se deva proibir indivíduos ou grupos de auxiliar determinadas pessoas por outras razões. É recomendável conceder uma oportunidade a alguns membros de cada um dos diferentes grupos da população, mesmo que os melhores de certos grupos pareçam menos qualificados do que membros de outros grupos que não tiveram tal oportunidade. Por isto, não se deve impedir que as diferentes organizações locais, religiosas, profissionais ou étnicas auxiliem alguns de seus membros jovens, de forma que aqueles que recebem uma educação superior representem os diversos grupos, mais ou menos em proporção à importância que estes dão à educação (HAYEK, 1983, p. 457).

Em resumo, o pensamento liberal de Hayek, trazido a esta tese a partir discussão em Anderson (2012), advoga um ensino voltado ao indivíduo, a um merecimento, à vantagem. Finaliza-se a amostra dos pensamento de Hayek, tido por Anderson como suporte para o *maker*, com esta análise sobre as “oportunidades para todos”:

Devemos procurar ampliar as oportunidades para todos, por todos os meios ao nosso alcance. Mas é preciso fazê-lo tendo plena consciência de que isto provavelmente favorecerá as pessoas mais capazes de se beneficiar dessas oportunidades, contribuindo frequentemente para aumentar as desigualdades no período inicial. Se a reivindicação de “igualdade de oportunidade” levar à tentativa de eliminar tais “vantagens injustas”, só será prejudicial. Tudo que torna um indivíduo diferente de outro, em função de dons naturais ou de oportunidades, cria vantagens “injustas”. Mas, como a principal contribuição de qualquer indivíduo consiste em fazer o melhor uso dos acidentes com quais se depara, o sucesso, em grande parte, será uma questão de sorte (HAYEK, 1983, p. 458).

4.2.3 *Maker e Educação sob o manto de debate econômico*

Em um relato sobre o *Maker Impact Summit (MIS)* realizado em 2013 e promovido pela Maker Media e pelo *Deloitte's Center for the Edge*, encontram-se excertos que situam, para estas entidades, o movimento *maker* como uma revolução com efeito sobre a vida das pessoas. Citam-se os seguintes:

Excerto 1 – Democracia nos recursos e mercados: “Estamos à beira de uma oportunidade para explorar mais plenamente nosso potencial criativo, impulsionados pela significativa inovação tecnológica que está democratizando os meios de produção e permitindo conexões entre recursos e mercados. Perceber esta

oportunidade requererá repensar e redesenhar todas nossas principais instituições, inovar a maneira que nós trabalhamos, aprendemos e consumimos. Isto requererá desenvolver ecossistemas que possam integrar mais efetivamente a produção distribuída de pequenas entidades com a escala e escopo que pode ser provido pelas grandes entidades”.

Excerto 2 - O digital mudou o mundo: “O que isto significa? Ao longo da última década e meia, nós testemunhamos uma tremenda disrupção na economia a uma velocidade que antes parecia impossível. Isto tudo está revolido de bits – digital era a ponta, a fronteira, nos conectamos rapidamente e globalmente através de mídia social, e novos negócios e modelos institucionais evoluíram para adequar-se ao mundo digital. Agora, a fronteira tornou-se o coração – o mundo está digitalizado.

Excerto 3 – Bits e átomos: “O que nós aprendemos com software, *web services* e aplicativos [*apps*] sobre inovação, iteração e colaboração está sendo aplicado de volta ao físico – bits para átomos. “Making” físico é a nova fronteira. Mas agora, os átomos são suportados por bits, ativados e aprimorados por tecnologia que permite qualquer um em qualquer lugar a conecta-se aos mesmos recursos e a usar as mesmas ferramentas.

Excerto 4 – A cauda longa de fornecimento está começando a atender a cauda longa da demanda, e a causa longa da demanda em si está mudando à medida que indivíduos mudam o seu próprio consumo. (DELOITTE; MAKER MEDIA, 2014, p. 3, tradução própria)

O documento analisa o “impacto” do movimento *maker* na manufatura, na educação, governo e políticas públicas, ciência cidadã e varejo. Por questão de recorte, evidenciam-se neste trabalho as proposições sobre educação. O relato sobre educação da reunião de cúpula promovida por ambas as empresas também aponta potenciais efeitos negativos – ou ameaças, no linguajar de administradores – de um “movimento *maker*” nas escolas.

Deloitte e Maker Media (2014, p. 6, tradução própria) veem sinais de que “em educação [*maker*], a prática supera a teoria”. Os sinais expostos são os seguintes:

a) a *Arizona State University* (ASU) que “provê espaço para que estudantes conectem-se e colaborem com *makers* e empreendedores”;

b) o MIT que aceita portfólio *maker* como parte do processo de seleção de estudantes;

c) “uma recente pesquisa com 143 bibliotecas [...] de 30 estados norte-americanos e sete países” mostra que 41% dos respondentes proveem um *makerspace*; e

d) uma carta de “dez proeminentes universidades ao presidente Obama” apoiando o crescimento e envolvimento no movimento *maker*.

Deloitte e Maker Media também defendem que “o movimento *maker*, em conjunção com outras pressões, terá um impacto disruptivo nas instituições de educação tradicionais ao passo que muda o foco do aprendizado a partir da teoria para a prática”. Há também uma predição de “aprendizado durante toda a vida”, de distribuição de um “aprendizado sustentável” onde a pessoa, individualmente, buscará e construirá “experiências educacionais” formais e informais, em quais “colaboração, atividades complementares, orientação e orientação reversa serão os elementos-chave”. Em uma pista sobre o público a quem está se propondo esta “revolução educacional”, o seguinte trecho é esclarecedor:

Muitas outras instituições terão um significativo papel promovendo e apoiando o aprendizado para equipar a força de trabalho com as ferramentas, acesso e comunidade para continuamente desenvolver novas habilidades e capacidades (DELOITTE; MAKER MEDIA, 2014, p. 6, tradução própria, destaques artificiais).

O relatório divulga o resultado das discussões do encontro sobre movimento *maker* e educação. No relatório reconhece-se que “um modelo de educação *maker* pode melhorar o engajamento e a relevância da educação pública através de um novo modelo que é mais prático e experimental se o movimento puder ganhar defensores entre os educadores tradicionais⁵⁹” (DELOITTE; MAKER MEDIA, 2014, p. 19, tradução própria, destaques artificiais). Há um reconhecimento explícito da importância de conquistar defensores entre os educadores.

Entre os impactos positivos esperados de uma educação *maker*, Deloitte e Maker Media apontam para o desenvolvimento de “um

⁵⁹ Mesmo que o relatório não defina exatamente educador “tradicional”, infere-se que seria a figuração de uma pessoa que educaria usando métodos que privilegiam a teoria em vez da prática.

hábito para a experimentação, institui-se uma cultura de aprendizado contínuo e ativo”. Os principais benefícios do surgimento dessa cultura seriam nutrir a curiosidade, exploração e a colaboração que acompanham a experimentação – “valores frequentemente minados na educação tradicional” (DELOITTE; MAKER MEDIA, 2014, p. 14, tradução própria).

O segundo potencial é a valoração de experiências manuais. Neste ponto, para as duas empresas, há o potencial de uma transição de um conhecimento “empurrar-e-perfurar”, em qual alunos meramente interagem com conteúdo descontextualizado, para um modelo ‘porquê-e-como’, em qual alunos aprofundam, questionam e criam”. As experiências manuais privilegiariam o “*tinkering*, a falha e a interação rápida que permite aos estudantes focarem não somente no resultado físico ou produto criado, mas preferencialmente no processo real de criação. No processo é onde o aprendizado significativo ocorre” (DELOITTE; MAKER MEDIA, 2014, p. 14, tradução própria).

O terceiro potencial relatado por Deloitte e Maker Media é a “transformação de consumidores em criadores”. Para essas duas empresas, “criação é empoderamento. A habilidade de fisicamente criar dá ao aluno um senso de agência, propriedade e realização”. A exposição e a manipulação de materiais criariam, então, uma nova forma de relacionamento do aprendiz com o mundo material e “muda seu papel como consumidor para um criador” (DELOITTE; MAKER MEDIA, 2014, p. 14, tradução própria).

Após listar estes três potenciais, que internamente desdobram-se em outros e podem ser equiparados a vertentes educacionais progressistas, Deloitte e Maker Media passam a relatar alguns potenciais negativos da educação *maker*. O primeiro impacto negativo é a automação da cópia, pois a criação e consequente compartilhamento pode “diminuir a necessidade de mexer, falhar e iterar”. Neste caso, o processo de iteração tornar-se-ia limitado devido à facilidade de copiar trabalhos anteriores devido, principalmente, à pouca

importância dada ao “como” e ao “porquê” (DELOITTE; MAKER MEDIA, 2014, p. 14, tradução própria).

O segundo impacto negativo é a iniquidade de acesso. Para as empresas, “a falta de alinhamento para padrões públicos de educação e a falha em engajar educadores públicos pode impedir a adoção homogênea do movimento *maker*”. Nessa vertente, o movimento *maker* na educação seria mais um privilégio que algumas escolas adotariam, surgindo então uma “classe *maker* de elite”, enquanto outros “podem estar presos a ferramentas e habilidades rudimentares”. Ao apontar distorções na absorção de tecnologias por diferentes comunidades escolas, Deloitte e Maker Media apontam para questões realmente profundas em Educação, como exclusão econômica e democratização de oportunidades: “muito do potencial de impacto do movimento *maker* como uma força democratizada pode ser perdido se esta lacuna se desenvolver. Além disso, a iniquidade na adoção pode exacerbar a divisão econômica que já existe no sistema educacional” (DELOITTE; MAKER MEDIA, 2014, p. 20, tradução própria).

Os desafios da “educação *maker*” também são listados: dificuldades de mudanças no sistema educacional; dificuldade de criar “currículos escaláveis, personalizados e efetivos” e de conexão entre o *maker* e currículos existentes; e o caráter contestador da filosofia *maker*, que “requerirá que professores liberem o controle sobre os estudantes e adotem o papel de guias e facilitadores em vez de agentes de autoridade” (DELOITTE; MAKER MEDIA, 2014, p. 19, tradução própria).

As propostas de Deloitte e Maker Media para tornar “real” a educação *maker* são espaços piloto em bibliotecas; a criação de uma estrutura educacional híbrida, que serviria “para facilitar a transição do sistema de ensino maior. Começa por enxertar um programa de construção em escolas tradicionais selecionadas e deixá-lo crescer e comprovar-se por si próprio para que outros vejam o sucesso e solicitem programas similares”; criar mais “avenidas de acesso”, inserindo comunidades com baixas oportunidades, ligando-se a recursos locais e

criando modelos de financiamento; e documentar o processo de criação, o que “convidaria a reflexões mais profundas e conversações acerca do que foi verdadeiramente aprendido” (DELOITTE; MAKER MEDIA, 2014, p. 20, tradução própria).

Ao analisar as contribuições dos campos Gershenfeld e Maker à educação, ou mesmo às intencionalidades dos grupos em torno de suas pesquisas e proposições, há falta do “eu me maravilho”, pois somente o “eu fabrico” (FREIRE, 1967, p. 93) não é suficiente.

4.2.4 MakerEd

O “*Makerspace playbook: school edition*”(MAKERSPACE, 2013) é uma publicação da Maker Inc voltada à discussão educacional. Trata-se de uma obra coletiva⁶⁰ e em licença CC BY-NC-SA disponível para download diretamente no site da MakerEd⁶¹. A obra demonstra uma série de intenções, ações e ideias da vertente Maker Faire em relação à educação.

Segundo o livro, um makerspace não é definido pelos constituintes físicos, mas pelo que ele habilita: o fazer (p. 2). Parte da argumentação do livro reforça a intenção do “maravilhar”, ou de projetos grandiosos, constada por Blikstein ao referir-se às Maker Faire⁶² (STANFORD, 2015b). Como resposta à pergunta “o que faz um maker”, o texto propõe, entre outras coisas, que os maker aprendem coisas novas, que não estão no movimento por dinheiro – e que também não se afastam do lado comercial –, e “surpreendem quem vê seus projetos” (MAKERSPACE, 2013, p. 2, tradução própria).

Em vários trechos afirma-se que maker, em educação, não comporta a competição entre projetos (p. 2; 4). Esta proposta de

60 “A maior parte deste Makerspace Playbook foi escrita pelo time Makerspace, incluindo Michelle Hlubinka, Dale Dougherty, Parker Thomas, Stephanie Chang, Steve Hoefer, Isaac Alexander, Devon McGuire, com contribuições significativas de Aaron Vanderwerff, Barry Scott, e professores do programa piloto MENTOR Makerspace. Algumas seções foram adaptadas das obras Mini Maker Faire e Maker Club Playbooks, escritos por Sabrina Merlo, Sherry Huss, Tony DeRose, Karen Wilkinson, Mike Petrich, Suzie Lee, Shawn Neely, Darrin Rice, e outros”. (MAKERSPACE, 2013, tradução própria)

61 <https://makered.org/wp-content/uploads/2014/09/Makerspace-Playbook-Feb-2013.pdf>

62 Mais detalhes na página 124, seção 3.6.

colaboração no lugar de competição é frontalmente contrária à encontrada principalmente em escolas que investem tempo e dinheiro em Lego®. O livro esclarece que “isto não é uma competição, não há prêmios nem juízes decidindo quem teve sucesso ou falhou (MAKERSPACE, 2013, p. 4, tradução própria)”.

A ideia de “transformação” da educação é muito forte no livro. Assevera que:

Como líderes na ressurgência do movimento DIY (*do-it-yourself*), estamos dedicados a provocar o espírito DIY em todas as vidas que nós tocamos. Então não vemos nenhuma razão pela qual nós, como uma sociedade, não possamos transformar a educação em um sistema que nutre indivíduos a adotar os hábitos de pensamentos que os Makers têm, para que [*indivíduos*] tornem-se cidadãos engajados que queremos que nossos filhos sejam. Nosso maior desafio - e a maior oportunidade para o movimento maker - é ambicioso: transformar a educação. Nossa esperança é que os agentes da mudança serão os estudantes por si próprios. Crescentemente, a tecnologia tem dado a eles mais controle sobre suas vidas, e mesmo um simples telefone celular pode mudar o senso de agência de uma pessoa (MAKERSPACE, 2013, p. 3, tradução própria).

A citação demonstra uma série de fatos sobre o movimento maker, via Maker Media, que são destacados: primeiro, que consideram-se de “líderes do movimento maker”. De fato, as iniciativas da Maker Media, ou relacionadas aos ethos desta empresa, lideram grande parte do interesse pelas práticas maker, entretanto a contradição desta liderança aparece neste texto justamente na questão educacional. Liderança do mercado publicitário maker não determina que esta liderança também ocorra ou devesse ocorrer no campo educacional. Ao assestarem que “não vemos nenhum motivo para que nós, enquanto sociedade, não possamos transformar a educação” a partir do pensamento maker, projeta-se uma liderança – tênue – em um campo de complexidades que extrapolam os “hábitos de pensamentos que os maker têm”, a educação.

Quanto a creditar a estudantes a agência de mudança, a autoria do livro afasta-se totalmente da docência e de outras pessoas participantes do ambiente escolar. Esse chamado abstrato à mudança é comum em textos que tratam de tecnologias educacionais, entretanto o

exemplificado no Makerspace playbook demonstra mais uma vez o determinismo tecnológico de iniciativas passadas nas escolas.

O livro também informa que “não é suficiente treinar estudantes para o mundo de hoje – temos de treiná-los para o amanhã”. Em um argumentação de que “não se sabe como o mundo será [em 2040]”, é “crucial desenvolver habilidades atemporais como curiosidade, criatividade e de aprender por si próprio” (MAKERSPACE, 2013, p. 4, tradução própria)

O livro informa que makerspaces diferem do modelo fablab porque “não tentamos ser prescritivos” em ferramentas e equipamentos. Assim, segundo o *playbook*, “makerspaces tendem a abarcar uma variedade maior de domínios e tipos de projetos”. A segunda comparação é com o TLTL, laboratório do professor Blikstein em Stanford: “Blikstein também está tentando encontrar soluções de baixo custo que podem ser usadas em salas de aula pelo mundo” (MAKERSPACE, 2013, p. 5, tradução própria). Embora breves, a comparação da MakerEd com fablabs e com o TLTL mostram que os três são atores interconectados no campo e relativamente afastados nos objetivos educacionais, como esta tese demonstra nas seções dedicadas a cada vertente analisada.

4.3 Visão crítica de laboratórios de construção modelo californiano

Após abordar as ideias de Anderson e a vertente Maker Faire / MakerEd, esta tese apresenta pesquisas que colocam-se no domínio crítico de construção digital, especialmente em estudos brasileiros sobre o tema. Neste viés, apresentam-se estudos críticos à “ideologia californiana⁶³” (EVANGELISTA, 2011) e “tecnoutopia californiana” (FONSECA, 2014; FONSECA; FLEISCHMAN, 2014)

Evangelista (2011, p. 15) analisa ideologia californiana ao lado do liberalismo econômico e afirma que essa utopia poderia ser lida no

63 Ou “ideologia da Califórnia” (BARBROOK; CAMERON, 1996 *apud* EVANGELISTA, 2011).

economista austríaco Friedrich Hayek⁶⁴. Reconhece-se o debate espontâneo e a preocupação sobre uma tensão liberalismo econômico X liberdade humana está presente ao abordar pesquisas sobre movimento *maker*. Como exemplo, Evangelista recupera Foucault para dizer que:

O liberalismo americano não é – como é na França destes dias [1979], como ainda era na Alemanha no imediato pós-guerra – simplesmente uma opção econômica e política formada e formulada pelos governantes ou no meio governamental. O liberalismo, nos Estados Unidos, é todo uma forma de ser e de pensar. É um tipo de relação entre governantes e governados, muito mais do que uma técnica dos governantes em relação aos governados. (FOUCAULT, 2008 *apud* EVANGELISTA, 2011, p. 15).

Em dissertação apresentada ao Instituto de Estudos da Linguagem e ao Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo, Fonseca apresenta trabalho sobre “laboratórios experimentais”, identificando-os como espaços de produção colaborativa “que aproxima arte, ciência, ativismo, inovação, design, entre outras áreas”. As perspectivas abordadas na dissertação de Fonseca abrangem várias denominações de espaços, como “labs de mídia, hackerspaces, Fablabs, entre outras”. Fonseca objetiva debater o “cenário tecnoutópico, que afirma as tecnologias de informação como instrumentos de combate à burocratização e à alienação da sociedade”. Além disso, Fonseca combate a “usual associação dos labs experimentais em termos gerais ao desenvolvimento da cibernética e em particular ao histórico do estadunidense MIT” (FONSECA, 2014, p. vii).

Fonseca e Fleischman desenvolveram para o Ministério da Cultura brasileiro, em 2014, três volumes de análise de “produção de cultura digital situados na fronteira entre arte, ciência, tecnologia, ativismo e educação, com especial interesse nos arranjos coletivos, espaços particulares de articulação e trabalho”. A proposição desses espaços dialoga, na visão de Fonseca e Fleischman, com Plano Nacional da Cultura, visando “subsidiar a elaboração do plano setorial de arte e cultura digital” (FONSECA; FLEISCHMAN, 2014)

64 Destaque-se que Anderson (2012, p. 144) também coloca Hayek como um dos fundamentos para o movimento *Maker*.

Depreende-se que Fonseca (2014), em dissertação de mestrado orientada por Evangelista, oferece questionamentos que procuram combater uma aceitação de espaços de experimentação como descendentes diretos das propostas MITianas. A dissertação discorre sobre outros espaços, como os chamados de labs de mídia, de hackerspaces, de Fablabs, entre outras nomenclaturas, com a intencionalidade de propor alternativas para o espaço com descendência direta nos trabalhos do MIT. Fonseca e Evangelista colocam um debate em lado oposto a Gershenfeld e, principalmente, a Anderson:

A ideia de uma rede descentralizada de espaços independentes nos quais se pudesse não somente acessar a internet como também fabricar objetos (entre outras implicações diminuindo o controle e a tributação sobre circulação de mercadorias) cai como uma luva para as aspirações tecnoutópicas. Não é coincidência que um dos nomes de peso a afirmar a cultura *maker* como plataforma para a nova revolução industrial tenha sido Chris Anderson, que já foi editor da revista *Wired* e coordenador das conferências TED (FONSECA, 2014, p. 55).

O cerne da crítica à tecnoutopia californiana está na base industrial e comercial das propostas de laboratórios descendentes do MIT: Fonseca aponta laboratórios universitários “diretamente inspirados no próprio MIT Media Lab” e laboratórios comunitários baseados em “movimento de baixo para cima” (FONSECA, 2014, p. 41). Para Fonseca, o financiamento empresarial de laboratórios de construção causa tensões nas atividades do espaço, pois não se desenvolveriam projetos que possam ser interpretados como crítica ao patrocinador ou com engajamento político. Os laboratórios descendentes do MIT, que se constituiriam no seio da assim chamada utopia californiana, teriam, então, acesso a recursos “da contracultura hippie estadunidense e de sua transformação gradual em empreendedorismo comercial” (FONSECA, 2014, p. 44).

Para reforçar, Fonseca declara que “nos EUA, o Media Lab está quase totalmente incorporado à indústria. [...] Com exceção de poucas e ótimas exceções, o Media Lab do MIT é extremamente comercial e apoiado comercialmente” (FONSECA, 2014, p. 47).

4.3.1 Inclusão à brasileira: laboratórios experimentais

Fonseca identifica duas tendências formadoras do discurso de cultura digital brasileira. A primeira, a inclusão digital como forma de compensação: “busca, em última instância reduzir as desigualdades criadas historicamente na maneira como as tecnologias são adotadas na sociedade, e com isso oferecer oportunidades de transformação para determinados grupos sociais”. Para Fonseca, a inclusão compensatória seria “uma leitura superficial sobre as possibilidades das tecnologias”, pois reproduziria nos incluídos os usos típicos das classes dominantes. Além dessa repetição, o acesso é acompanhado de monitoramento “para garantir que não acessem pornografia, violência, conteúdo de 'mau gosto', etc” (FONSECA, 2014, p. 13). Sob tal perspectiva, a inclusão digital seria um viés instrumental de acesso à internet:

[...] uma ferramenta que permitiria às camadas desfavorecidas adquirirem condições de conquistar um emprego, ou melhorar aquele que já tinham. O útil, o produtivo, o que proporcionasse a adaptação a uma economia de mercado, seria muito mais importante do que o ócio, o inútil, o improdutivo, e por extensão o questionador, o desviante (FONSECA, 2014, p. 15).

A segunda tendência é a qual Fonseca chama de exploratória. Ao discutir este viés, evoca o programa Cultura Viva, do Ministério da Cultura estabelecido em 2004 pelo então Ministro Gilberto Gil. Fonseca diz que o programa Cultura Viva adotaria estratégias em direção ao software livre e aberto e à produção através de licenças *Creative Commons* e similares:

Apesar das inúmeras dificuldades de gerenciamento que o projeto Cultura Viva enfrentou, ele possibilitou que centenas de pequenas organizações culturais tivessem acesso a tecnologias de informação baseadas em software livre e em dinâmicas de organização e aprendizado em rede. O peso institucional do Ministério da Cultura e o papel pessoal do próprio Ministro também fizeram com que temas como a livre distribuição de conteúdo com licenças abertas tivessem alguma penetração na opinião pública, inclusive internacionalmente. O entendimento da apropriação de novas tecnologias como legítima manifestação cultural contemporânea consolidou uma visão da inclusão digital que permite traçar rotas de escape do enquadramento no modelo “mercado, utilidade e produtividade” (FONSECA, 2014, p. 18).

Mesmo apontando que os dois modelos são díspares em objetivos (pacificação X escape), Fonseca (2014, p. 14) considera que ambos “frequentemente operam juntos, oferecendo vocabulários e modos de ações complementares”. Essa contata, na visão de Fonseca, ocasiona “alguma tensão” que, conclui, “pode em algumas ocasiões ser criativa e produtiva”.

A visão de laboratórios experimentais de Fonseca corporifica “um universo de reflexão e produção experimentais que – em vez de basear-se em simplesmente trazer mais pessoas para uma suposta era da informação que estaria dada – busca desconstruir, criticar e interferir na maneira com que as tecnologias operam dentro da sociedade”. Essa visão é fortemente baseada em software aberto, na experimentação e na aproximação com ativistas, artistas, hackers e empreendedores inspirados pelo código livre. O conceito de laboratório experimental é apresentado: “espaço coletivo capaz de articular oportunidades, interesses e habilidades, e também como maneira de escapar às armadilhas do trabalho criativo orientado unicamente ao mercado” (FONSECA, 2014, p. 19).

4.3.2 Contestação ao sistema educacional

Fonseca (2014) defende o espaço de construção como um local de liberdade, ousadia e experimentação. Fonseca relata a experiência do LabX, um laboratório temporário durante a primeira edição do Festival Internacional CulturaDigital.Br, em 2011, no Rio de Janeiro. Fonseca participou da curadoria do Festival: “selecionamos propostas de participação de cerca de trinta pessoas do mundo inteiro, e tratamos de incentivar os participantes a trazerem seus próprios projetos em desenvolvimento, em vez de oficinas ou cursos”. Note-se que aparece uma crítica intrínseca a “cursos”. E continua: “a lógica era que um laboratório não acontece simplesmente com aulas” (FONSECA, 2014, p. 23). O viés adotado por Fonseca, a partir deste ponto, é colocar

“laboratório” como antítese a um conceito de escola como ambiente de normas e controles rígidos:

Houve debates sobre laboratórios, intervenções poéticas, testes de protótipos. Encontros casuais ocorridos ali resultariam em diversas parcerias concretas nos meses seguintes. Alguns, é fato, limitaram-se a realizar oficinas, como estavam acostumados. Mas o lab não exigia isso deles. Precisei insistir diversas vezes – não somente com o público que passava pelo espaço como também com os próprios participantes – que “laboratório não é escola”. Ou seja, que não tínhamos horários de aula predefinidos, avaliações ou certificados. (FONSECA, 2014, p. 24, destaques artificiais).

Na crítica de Fonseca, os laboratórios experimentais têm mais liberdade do que a escola: “ao contrário de outros lugares nos quais as mesmas pessoas costumam circular como a escola e a Universidade, o escritório e o estúdio, o café e a praça pública, a lan house e o telecentro, o comércio, a moradia – o laboratório não tem um objetivo claramente definido” (FONSECA, 2014, p. 25).

Disto resulta uma constatação: nas obras consultadas com participação de Fonseca (FONSECA, 2014; FONSECA; FLEISCHMAN, 2014), o laboratório é visto como um local de transformação social. Essa observação é importante como forma de contestação ao sistema de ensino tradicional, mesmo considerando que a estrutura escola tem resistências a tornar-se, enquanto atividade de ensino e aprendizagem, um *lugar de labor* (laboratório). Os lugares de transformação social, a partir da recepção da premência de transformação social, são os movimentos sociais. Fonseca diz que a referência para projetos e programas de inclusão digital está em setores de participação popular:

Ainda assim, os diferentes projetos e programas atuando no campo da inclusão digital – naturalmente tributários em alguma medida daquelas primeiras experiências – foram ao longo dos anos dialogando progressivamente com setores que traziam consigo décadas de acúmulo sobre participação popular, colaborativismo e combate a desigualdades: movimentos sociais urbanos e do campo; grupos de ativistas, teóricos, artistas e educadores. Frequentaram o Fórum Social Mundial. Trocaram experiências com o MST (Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra), o movimento Hip Hop, as lutas pela igualdade racial, pelos direitos LGBT e pela diversidade cultural, a economia solidária, entre outros. Assistiram a transformações sociais profundas à medida em que programas sociais de grande escala abriam o horizonte de oportunidades da população. Com isso, foram transformando suas

práticas e as narrativas que as acompanhavam, além de adquirir - e usar conforme viam necessário - vocabulários carregados de construções oriundas das lutas sociais. A gradual adoção do software livre em iniciativas de inclusão digital deve-se em parte a essa aproximação (FONSECA, 2014, p. 16).

Constata-se em Fonseca um forte compromisso com os movimentos sociais e software livre, o que permite a esta tese considerar estas reflexões como parte de análise de uma perspectiva *maker* em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Também é latente em Evangelista e Fonseca a defesa pela abertura de código e pela adoção de tecnologias livres por políticas públicas. Assim, a abordagem proposta por Fonseca pugna por aceitação pública das políticas de tecnologias livres, apontando para movimentos sociais como catalisadores do que chamam de “cultura digital tipicamente brasileira”:

O Brasil tem ocupado papel de relevância no debate internacional a respeito das consequências das transformações resultantes do crescimento das redes informacionais. Desde as primeiras experiências de implementação em larga escala de sistemas operacionais livres e de código aberto para iniciativas de inclusão digital no Rio Grande do Sul e no município de São Paulo, passando pela multifacetada assimilação de aspectos políticos das tecnologias livres por políticas públicas e movimentos sociais de escala nacional a partir de 2003, pode-se afirmar que o final da primeira década do século XXI assistiu ao desenvolvimento de uma cultura digital tipicamente brasileira, com características que lhe são particulares (FONSECA; FLEISCHMAN, 2014).

Não há aparente intencionalidade no afastamento da instituição escola, pois os exemplos citados nesta seção estão na seara de debate, principalmente, do Ministério da Cultura: “um dos momentos basilares do reconhecimento de uma cultura digital particularmente brasileira deu-se com a estratégia de cultura digital implementada junto aos Pontos de Cultura no programa Cultura Viva, a partir de 2005”. Além disso, a proposta está em abandonar a interpretação do laboratório como infraestrutura física e adotar a perspectiva de postura e construção comum.

Fonseca faz uma comparação entre FabLabs e Makerspaces. Os primeiros seriam baseados na proposta do Media Lab MIT e consistiriam em espaços de disponibilização de equipamentos como

impressoras 3D, fresadoras e outros citados anteriormente. Seria uma adaptação de máquinas antes voltadas à produção industrial em ambientes para uso amador. A retórica “revolucionária” estaria, então, baseada na produção industrial “sem muito questionamento”, nas palavras de Fonseca. Essa crítica à revolução também foi vista em Gershenfeld, em seção anterior desta tese. O contraponto ao viés produção industrial ou antissistema, para Fonseca, estaria nos Makerspaces, que seriam baseados em Hackerspaces: “se os FabLabs voltam-se primordialmente a estudantes universitários de design e engenharia, os makerspaces estariam mais abertos a amadores, hackers e mesmo artesãos” (FONSECA, 2014, p. 53).

A prototipação, resultado da retórica revolucionária oriunda da produção industrial, seria resultado do acesso de baixo custo a tecnologias de fabricação digital. Antes de enviar para produção em massa, o protótipo seria testado. Fonseca afirma que o protótipo é um encerramento antecipado das possibilidades do objeto, tendo em seu oposto a gambiarra:

A gambiarra, ao contrário do protótipo, caracterizaria o objeto improvisado cuja individuação é realizada pelo próprio usuário, possivelmente mais adequada a tempos pós-industriais. No limite, a perspectiva da gambiarra estimula uma maior diversidade de maneiras de apropriação e invenção, a partir da exploração de indeterminações materiais. Em outras palavras, aumentam-se as possibilidades criativas à medida em que se recusa o encerramento e delimitação das funções possíveis para determinado objeto ou conjunto de objetos. Mais do que replicar em escala local os processos industriais, é possível pensar em outras formas de relacionamento com as tecnologias digitais de confecção e transformação de objetos. Focar no conserto em vez da fabricação pode ser uma via potente de invenção e resistência (FONSECA, 2014, p. 56).

Reconhecendo que tanto propostas descendentes do MIT e aquelas que são identificadas como de resistência têm vários pontos em comum, inclusive hardware livre e computação física, esta crítica aos espaços de prototipação é contraposta a Gershenfeld e a distribuição de objetos pela internet: a gambiarra e o conserto seriam movimentos contrários a disponibilizar os arquivos que permitem que um objeto seja

impresso localmente. Fonseca viu nisso a reprodução do modelo compensatório de inclusão. Há também o apontamento de que FabLabs são ambientes puramente acadêmicos e que os makerspaces são os locais para “amadores, hackers e artesãos”. Esta tensão é exposta:

De maneira concreta, um laboratório experimental que se queira relevante não pode ser somente um escritório com algo a mais. Não pode ser uma escola com algo a mais, um atelier, espaço de eventos ou estúdio de produção com algo a mais. Pode sim ser cada uma destas coisas, e depois deixar de sê-lo, dinamicamente e aberto a reinvenções. Há casos em que o laboratório vai se resumir a um grupo de pessoas que juntas desenvolvem ações temporárias em diferentes espaços. É frequente que laboratórios adquiram maior importância nos momentos em que organizam eventos, recebem ou promovem intercâmbio. Ou seja, a infraestrutura específica e o cotidiano de trabalho do laboratório importam menos do que as maneiras que encontram para ocupar e interferir, mesmo que temporariamente, no imaginário social da arte, da tecnologia e da ciência. Em vez de negar a identificação de tais iniciativas com um suposto contexto de laboratórios experimentais (risco que se corre quando o foco é infraestrutura ou permanência), queremos antes justamente o contrário: afirmar que eles engendram novas práticas de cultura digital que estão muito à frente daquelas surgidas em laboratórios mais institucionalizados. Assim, se queremos pensar em desenvolver plenamente o potencial dos laboratórios precisamos pensá-los como parte constituinte de um cenário em que grande importância deve ser atribuída aos encontros, festivais, oficinas, projetos de residência e intercâmbio, ocupações e intervenções que dão concretude e significado a eles (FONSECA; FLEISCHMAN, 2014).

4.4 Além de bits e átomos

Este pesquisador participou, como *auditing student*, da disciplina *Beyond Bits and Atoms*, oferecida em conjunto pela *School of Education (EDUC236 – lecture, EDUC211 – lab)* e *Computer Science (CS402 – lecture, CS402L – lab)* em Stanford. As observações começaram em janeiro de 2016 e ocorreram até o final do *quarter* em Março. A disciplina é dividida em duas classes comuns à Escola de Educação e Ciência da Computação com fins de fornecer uma discussão teórica crítica (momentos da manhã) com trabalhos realizados em laboratórios no período da tarde pelo mesmo grupo. Trata-se de um grupo pequeno, com 20 vagas, e composto por pessoas interessadas nas intersecções entre educação e tecnologias digitais. Embora atividades de laboratório em equipamentos como impressoras 3D, cortadoras a laser e outras sejam

efetuadas pelo grupo, a disciplina assume que não é necessário anterior conhecimento nos equipamentos ou de programação de computadores.

Esta seção relata situações vivenciadas em vários encontros em ordem não necessariamente sequencial, pois mais importante do que relatar o diário de campo em ordem cronológica, trata-se de expor quais são as atividades e reflexões voltadas para a fundação do esforço de construção digital na educação. Desta forma, não é dado destaque à construção digital "material", ou seja, aos trabalhos construídos no laboratório, são destacados os aspectos dos porquês de um eventual movimento maker na educação. Esta seção demonstra uma série de relatos que, na intencionalidade da disciplina, procuram embasar a práxis com tecnologias por pessoas educadoras em formação nos cursos de Stanford. Conforme notar-se-á ao longo da seção, é dada especial atenção a autores, autoras, teorias e discussões que têm potencial de embasar projetos de construção digital na educação brasileira.

As primeiras aulas, em 14 e 21 de janeiro de 2016, foram um momento de grata surpresa para este pesquisador, pois esperava encontrar desde o início atividades estritamente práticas no laboratório. Entretanto, as discussões presenciadas foram sobre trabalhos fundamentais do Construcionismo e Construtivismo. Textos de Edith Ackermann⁶⁵; de Worsley & Blikstein (2016a)⁶⁶ e vídeos como *Piaget on Piaget*⁶⁷ fazem parte do rol de discussões da disciplina. Observou-se que a estrutura da aula é previamente exposta e debatida com as pessoas participantes, basicamente dividida em três partes: apresentação dos textos por grupos; debate sobre os textos em relação à experiência ou expectativa educacional das participantes; e a *lecture* propriamente dita, normalmente pelo professor Blikstein.

65 Ackermann, Edith. **Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference?** (2001) Constructivism: Uses And Perspectives In Education, Volumes 1 & 2). Conference Proceedings, Geneva: Research Center In Education/ Cahier 8 / September 01. Pp. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.132.4253>

66 (BLIKSTEIN; WORSLEY, 2016), então no prelo: *Children Are Not Hackers*.

67 Disponível em <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/002248717903000625> e também em <https://www.youtube.com/watch?v=0XwjIruMI94>

As primeiras experiências em uma sala de aula/laboratório estadunidense trouxeram reflexões comparativas entre as aulas no Brasil e em Stanford. Constatou-se, em primeira avaliação, que a disciplina reforça com estudantes a importância da literatura transdisciplinar entre computação e educação, principalmente a baseada em trabalhos derivados de Papert. Isto não deveria causar surpresa, principalmente por tratar-se de uma disciplina sediada em uma escola de educação, entretanto o nível de engajamento no debate sobre construcionismo, construtivismo, Papert, experiências pessoais em escolas e espaços *maker* surpreende pela impressão de que todas as pessoas efetivamente estavam imbuídas no estudo dos textos e na compreensão da relação entre a teoria discutida e as próprias práticas enquanto educadores. As apresentações dos grupos estavam disponíveis no Ambiente Virtual de Aprendizagem um dia antes da aula, permitindo que a turma tivesse acesso antecipado ao conteúdo produzido por colegas. As apresentações terminam com *big questions* (grandes questões) colocadas aos colegas para discussão. Embora várias das intervenções demonstrassem que não havia um entendimento imediato das teorias propostas, o debate sobre as ideias e prática derivadas de Papert foi engajado naquela primeira aula. Um ponto a destacar é que as pessoas parecem se preocupar em como são relacionadas às discussões expostas nas teorias debatidas, trazendo à tona questões como gênero e equidade na educação.

Após a apresentação dos textos e debates entre as turmas, o professor Blikstein promoveu a *lecture*. Para Blikstein, Papert foi um pesquisador que conseguiu, ainda em vida, deixar três grandes obras: uma teoria, o construcionismo; uma ferramenta, o Logo; e um legado de pesquisas continuado por seguidores ao redor do mundo. Na mesma aula, Blikstein expôs que o pensamento de Papert, mesmo avançado para os anos 1960-70, foi influenciado pelo encontro de ideias com Paulo Freire. Durante aquela aula discutiu-se que a obra de Freire inspirou a Papert novos significados para Escola. Embora Papert tenha reconhecimento como um ativista social, principalmente contra o regime do apartheid

(BOYLE, 1999, p. 8), a visão de “escola” do professor sul-africano era extremamente influenciada pelas perspectivas teóricas e práticas vividas a partir de ideias desenvolvidas no MIT, uma instituição de ponta baseada em Massachusetts. A vida e obra de Freire, um educador que é reconhecido pelas experiências e preocupações em lugares que mais se parecem com Angicos, em um sentido de combate à opressão, do que com o padrão norte-americano de educação e tecnologias, mostraram a Papert que a escola não era apenas o lugar de educação formal, mas também o espaço social em que muitas crianças teriam a única refeição do dia, a quase totalidade das relações sociais significativas e, preferencialmente, um local para a busca de uma diminuição da desigualdade entre classes.

Durante as aulas, ao abordar o movimento maker, é estimulado que os grupos reflitam sobre conceitos pouco explorados em outros fóruns de discussão, como equidade, pressão no sistema educacional, manutenção do sistema, adaptação e não-adaptação, justiça social, mercado de trabalho, entre outros. Dessa forma, considera-se que a disciplina oferece a pesquisa não somente os aspectos da maquinaria maker, mas principalmente do campo educação ressignificando as potenciais práticas de construção digital na escola como forma de diminuição da distância entre quem tem e quem não tem acesso a tecnologias.

Na aula de 21 de janeiro de 2016, Blikstein propôs uma reflexão: muita pressão é colocada sobre a educação por setores da sociedade. O exemplo oferecido foi sobre escândalos da *Enron Corporation*⁶⁸ e o argumento de que “faltou educação” para quem cometeu crimes de corrupção através daquela empresa. Entretanto, para Blikstein, é cediço imaginar que a solução para problemas complexos que envolvem temas como o mau comportamento social, corrupção, e outros, esteja estritamente de responsabilidade do campo educacional. Nesta aula,

68 Escândalo de corrupção corporativa nos EUA: fraude de balanços, auditorias maquiadas e especulação no mercado financeiro. É considerado o escândalo “padrão Petrobras” dos EUA. Após a quebra da Enron, os EUA aprovaram internamente e impuseram a todas as empresas com negócios naquele país a Lei Sabanes-Oxley, que estabelece procedimentos para auditoria e segurança das operações financeiras corporativas.

Blikstein argumentou que a “solução fácil” é acreditar e pressionar profissionais da educação para que a escola resolva os problemas da sociedade. Entretanto, a Escola, enquanto instituição, é formatada para dar curso ao sistema vigente. Assim, a discussão proposta pelo professor tentava mostrar que *maker* não está isento de tensões sociais, portanto a atitude de educadores, enquanto pesquisadores dos espaços de construção digital, seria também observar que “as coisas mais importantes por vezes não são faladas ou escutadas”, reforçando a importância da interpretação das observações realizadas.

As primeiras aulas trouxeram reflexões sobre o que efetivamente significa a iniciativa FabLearn ou, em outras palavras, a tentativa de descobrir o que existe “além” dos bits e átomos, conforme sugere o nome da disciplina de Stanford. Tecnologias digitais trazem um natural encantamento na educação, então a mensagem que a sociedade adquire com mais facilidade é aquela em que tecnologias (especialmente o computador e derivados) serão a ferramenta para resolver os problemas nas relações com outros/as, denotando o “maravilhamento” pelas tecnologias (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:29). O que existe “além” dos bits e átomos é reforçar as potencialidades das tecnologias digitais na educação, diferentemente de outras propostas que reforçam o mistério (caixa-preta) em torno delas. Há uma forte base em literatura educacional nos trabalhos realizados durante a disciplina Além de Bits e Átomos, o que permite concluir que o “além” não está somente à frente, mas também na base das ações e preocupações de educação com tecnologia: o que está “além dos bits e átomos” é o corpo de ideias de educação progressista em tecnologias.

A disciplina teve várias *lectures* proferidas por docentes externos sobre temas como teorias educacionais que inspiram investigações baseadas em recursos computacionais, como Dor Abrahamson e o caso *Eye-Tracking* Piaget (ABRAHAMSON et al., 2015), que exemplifica uma linha de trabalhos acadêmicos do *Embodied Design*

Research Laboratory, University of California, Berkeley. Esta *lecture*, proferida em 28 de janeiro de 2016, discorreu sobre a produção de software e hardware baseada em teorias educacionais; no caso exposto, um aplicativo de rastreamento do olhar para confirmar a teoria piagetiana de abstração reflexiva. A mensagem passada à turma era o referencial teórico construindo ações na realidade material.

Outra *lecture* importante para a ir “além” de bits e átomos foi proferida online pelo professor Tailandês Arnan Sipitakiat, cocriador da Gogo Board, que falou sobre a expansão da computação por meio de interfaces de robótica. Um dos exemplos mostrados naquela aula, em 11 de fevereiro de 2016, foi das experiências de robótica educacional em escolas rurais da Tailândia, destacando que atividades na escola são significativas quando levam em conta as necessidades de quem está em processo educacional. De acordo com Sipitakiat, a robótica expande a computação e estimula uma “exposição” seletiva a situações reais utilizando tecnologias em ambientes controláveis na educação. Em outras palavras, significa proporcionar experiências complexas em engenharia, construção e computação com ferramentas e dispositivos viáveis para trabalhos com não-profissionais, como crianças e jovens. Durante a discussão promovida com a fala de Sipitakiat, o professor Blikstein afirmou que “o ‘porquê’ define tudo na escola: currículos, motivação e trabalhos que serão realizados”. É o porquê, segundo Blikstein, o elemento que define se, com tecnologias educacionais digitais, serão formados programadores ou cidadãos.

Momento central da disciplina ocorreu com a discussão do texto *Epistemological Pluralism and the Revaluation of the Concrete* (TURKLE; PAPERT, 1992), no dia 25 de fevereiro de 2016. O texto serviu para propor a reflexão para a turma sobre “quem são os makers?” e também para introduzir esta discussão em vista do conceito de *bricoleur*. Durante a aula, discutiu-se que o texto de Turkle e Papert auxilia a compreender que o computador, enquanto objeto, provê suporte a um

pluralismo que é negado pela construção social em volta da máquina. Ou seja, a prática de computação, ou mais fechada ou mais livre, ou mais canônica ou mais autônoma, influenciam decisivamente para a pluralidade de ideias e ações tomadas em plataformas informáticas. Blikstein afirmou nesta aula que o computador é uma máquina maleável, entretanto é necessário um processo de design que o torne mais incluyente. Discutiram-se também os problemas que tornam a computação, enquanto campo, menos incluyente: o central, é que existe uma “elite epistemológica” na computação que define os porquês da práxis, portanto há uma formalização do que pode ser feito com a máquina. Toda a discussão aconteceu em análise paralela às propostas e ideias em torno do movimento *maker*. Assim, a ideia de “elite epistemológica” também no movimento *maker* deve ser considerada ao conceber espaços de construção digital em ambientes educacionais.

Contra essa elite epistemológica, segundo o discutido na aula, Papert advogava por uma reestruturação do significado e da práxis com tecnologias digitais na educação, valorizando a característica maleável pela prática construcionista nas máquinas. Também discutiu-se que mesmo o tempo *maker* tem um viés, pois é interpretado como *maker* de alguma coisa (fazer alguma coisa), mas deve-se questionar se as pessoas estão entendendo o “código”, ou seja, se entendem realmente o que estão fazendo. Desta forma, o movimento *maker* pode ser compreendido de diferentes formas, pelo *toolset*, *skillset* ou *mindset*.

O primeiro, com tradução direta para “conjunto de ferramentas”, significa assumir e analisar o movimento maker pelos equipamentos que estão em um laboratório; que demandam somente a grandeza financeira. O segundo elemento, *skillset*, trata-se do conjunto de habilidades que são desenvolvidas com as práticas no movimento, que demandam a grandeza tempo. O terceiro elemento é *mindset*, traduzido livremente para mentalidade, que é composta pela consciência do entender o código, o objeto construído em um processo com concorrência

de recursos digitais. O movimento *maker* debatido à luz do texto de Turkle e Papert aponta para a necessidade de mudanças na mentalidade historicamente predominante na computação.

Em 10 de março de 2016 continuou-se a discussão sobre o design para a equidade. Nesta aula, foram discutidos elementos fundantes da pesquisa de Papert, Wilensky e Freire que apontam caminhos para este tipo de atitude metodológica com vistas à equidade. Observa-se que os três autores citados na aula, colocados em sequência, oferecem crítica, Papert; ferramentas, Wilensky; e o “projeto em ação” (projeção), Freire. Em Papert foi discutido o conceito de *powerful ideas*, ou como as ideias (poderosas) não são homogêneas e restritas a ordens formais explícitas na execução. Neste contexto, atividades com tecnologias digitais na educação, embora propostas em um grupo ao mesmo tempo heterogêneo em expectativas e origens e homogeneizado por elementos como período escolar e recorte social, devem buscar atender à heterogeneidade. Significa, dessa forma, respeitar as ideias poderosas (*powerful ideas*) que têm mais relação com expectativas e origens do que com período escolar e recorte social imposto na formação dos grupos (turmas, colegas, horários, escolas, etc) na educação. Partindo desta crítica tradicional papertiana à excessiva formalização das práticas de recursos digitais na educação, é citado o trabalho do professor Uri Wilensky⁶⁹: o NetLogo (WILENSKY, 1999) é uma implementação livre, baseada em filosofia Logo, para modelagem computacional de “fenômenos naturais e sociais”, segundo a apresentação do software⁷⁰.

Conforme discutido na aula, Wilensky trabalha pela reestruturação, proposta em base papertiana, da computação através de uma ferramenta que demonstra um estilo de programação estranho às tradições escolares: no lugar de um ambiente controlado, estruturado, o uso de modelagem baseada em agentes. Argumentou-se que é necessário

69 Orientador de doutorado de Paulo Blikstein na *Northwestern University*.

70 Trata-se do uso de múltiplos objetos com comportamentos independentes, as tartarugas, agindo a partir de interações com o ambiente e com todos os constituintes do “sistema”. Em rápido resumo, múltiplas tartarugas agindo em múltiplos micromundos que formam o “universo”. O NetLogo é útil para simulação de, por exemplo, agentes químicos, físicos, biológicos e sociais.

que as pessoas que pesquisam deem um passo atrás e modifiquem seu “DNA” escolar, o que significa reconhecer que, enquanto profissionais da educação, possivelmente não devem repetir o mesmo sistema educacional do qual são frutos. Durante as discussões na aula, para essa “mudança de DNA” a pesquisa em Paulo Freire oferece, a partir da “consciência do real”, uma indicação para a “consciência do possível”. Assim, argumentou-se que Paulo Freire sugeriu que há “novas alternativas viáveis⁷¹” para a educação no sentido de prover às pessoas, como no caso em tela, as ferramentas para que possam construir seus futuros desejados a partir das situações-limites em que se encontram. Para Blikstein, estas ideias baseadas em Freire foram consideradas “muito subversivas”⁷² na educação, fato que merece atenção para a projeção de um sistema educacional que sirva para diminuir as diferenças sociais.

Em suma, o que há além de bits e átomos é a práxis que reforça principalmente o construcionismo para projetar os inéditos viáveis com tecnologias digitais na educação. Discutiu-se ao longo do *quarter* como tecnologias podem ser usadas para modernização do ensino e aprendizagem, baseado em propostas que advogam maior liberdade e reconhecimento, ou para a otimização do sistema atual, que advoga itens como substituição da docência por recursos automatizados (vídeos, computadores, jogos, etc), automatização e constante seleção por testes padronizados. Ambos os modos podem ser melhorados com recursos digitais, entretanto, como Blikstein afirmou em uma das aulas, “o porquê muda tudo”.

A centralidade teórica e prática da disciplina *Beyond Bits and Atoms* é encontrada no texto *Travels in Troy with Freire* (BLIKSTEIN, 2008), que evidencia a proposta epistemológica de Blikstein por uma apropriação e recombinação criativa de ideias, teorias, produtos e

71 O “inédito viável” freiriano.

72 É importante notar que ideias que sugerem ou cobram que a educação seja inclusiva e momento de diminuição das desigualdades sociais frequentemente sejam carimbadas de subversivas. Esta palavra também foi usada por Papert em “*A Máquina das Crianças*” (PAPERT, 2008) para referir-se a docentes que propunham, dentro das últimas cinco décadas, que crianças pudessem utilizar livremente a computação como meio de expressão e criatividade. As críticas de Papert e Freire ao sistema educacional permanecem vivas e atuais.

processos com tecnologias digitais na educação. A disciplina enseja às pessoas participantes esforços pela promoção de currículos totalmente diferentes e a exploração de novas possibilidades pedagógicas. Evidenciou-se nas práticas que as ferramentas de construção digital, ambientes multiagentes de simulação e outras possibilidades tradicionais, como robótica, são base para um “inédito viável” que Freire propôs a educadores e educadoras. Da disciplina, na visão deste pesquisador, resulta que as tecnologias podem ser mediações para vozes, quereres e saberes das pessoas em educação. Além dos bits e átomos estão as pessoas e suas ideias.

4.5 FabLearn

O termo FabLearn é baseado no trabalho do professor Paulo Blikstein, de Stanford, e nas atividades do *Transformative Learning Technologies Lab - TLTL* -, grupo acadêmico da Escola de Educação da Universidade de Stanford. Trata-se de uma iniciativa transnacional de pesquisa, divulgação e prática de atividades de construção digital em ambientes educacionais. O FabLearn chamava-se FabLab@School até 2016, entretanto tal grafia levava a confundir as iniciativas educacionais com o FabLab tradicional. O FabLearn é composto de três atividades: do TLTL, o laboratório; das *FabLearn Conferences*, os eventos científicos; e do grupo *FabLearn Fellows*, que admite docentes atuantes em ambientes de educação formal para relatos de atividades e acompanhamento pelo período de um ano. Como raízes intelectuais, o FabLearn apresenta o trabalho de Seymour Papert: “a perspectiva construcionista de Papert (a crença de que crianças aprendem mais efetivamente quem constroem artefatos e compartilham com os pares) está no coração do FabLearn”.

Uma das principais atividades relacionadas ao TLTL está relatada na seção 4.4, página 167 desta tese: a disciplina *Beyond Bits and Atoms*. Na área de divulgação científica e acadêmica, *FabLearn Conferences* identifica uma série de conferências ao redor do mundo que

tratam da temática maker na educação. Até abril de 2017, os seguintes locais sediaram edições da conferência: Helsinque, Finlândia; Aarhus, Dinamarca; Trondheim, Noruega; Hong Kong; Stanford, Estados Unidos; São Paulo, Brasil; Preston, Reino Unido; Tainan, Taiwan; Amadele e Melbourne, Austrália; e Yokohama, Japão. As duas primeiras conferências anuais foram realizadas em 2011 e 2012, em Stanford, Califórnia (FABLEARN, s.d., tradução própria).

4.5.1 FabLearn Brasil 2016

A 1ª edição brasileira do evento que discute iniciativas emergentes de construção digital ocorreu em 9 e 10 de setembro de 2016 na USP, São Paulo. Com o tema “Promovendo Equidade na educação pelo movimento Maker”, foi coorganizada por Stanford e pela USP, com apoio do Lemann Center Stanford e da Fundação Lemann. Este autor participou da conferência com *co-chair* de artigos curtos e apresentador no painel pesquisa em educação. Portanto, os relatos desta seção são relacionados à participação direta, não podendo ser considerados observações externas aos eventos relatados. Eventos FabLearn têm uma forte interação com as pessoas participantes, levando experiências de alunas e alunos para o mesmo local de apresentação de integrantes da Academia. A proposta do evento é promover o encontro entre Academia, grupos de pesquisa, de interesse, empresas, associações, entidades educacionais públicas, particulares e do terceiro setor, entre outros, com estudantes que efetivamente estão em processo de educação formal. O FabLearn apresenta-se, mundialmente, como uma ação de pesquisa e promoção que abrange discussões, expansão e ações maker na educação. Portanto, antes de ser considerada uma iniciativa materializada em laboratórios, técnicas e tecnologias, o FabLearn oferece ao movimento maker uma perspectiva baseada em teorias educacionais, principalmente o construcionismo, e no protagonismo de alunos e alunas que apresentam trabalhos nos congressos e participam dos laboratórios espalhados pelo mundo.

4.5.1.1 Oficinas FabLearn Brasil 2016

O evento promoveu oficinas que apresentaram às pessoas participantes conceitos e práticas maker na educação. Este autor foi o docente responsável pela oficina “Robótica Educacional com Gogo Board”⁷³, realizada em 9 de setembro de 2016 (FABLEARN, 2016).

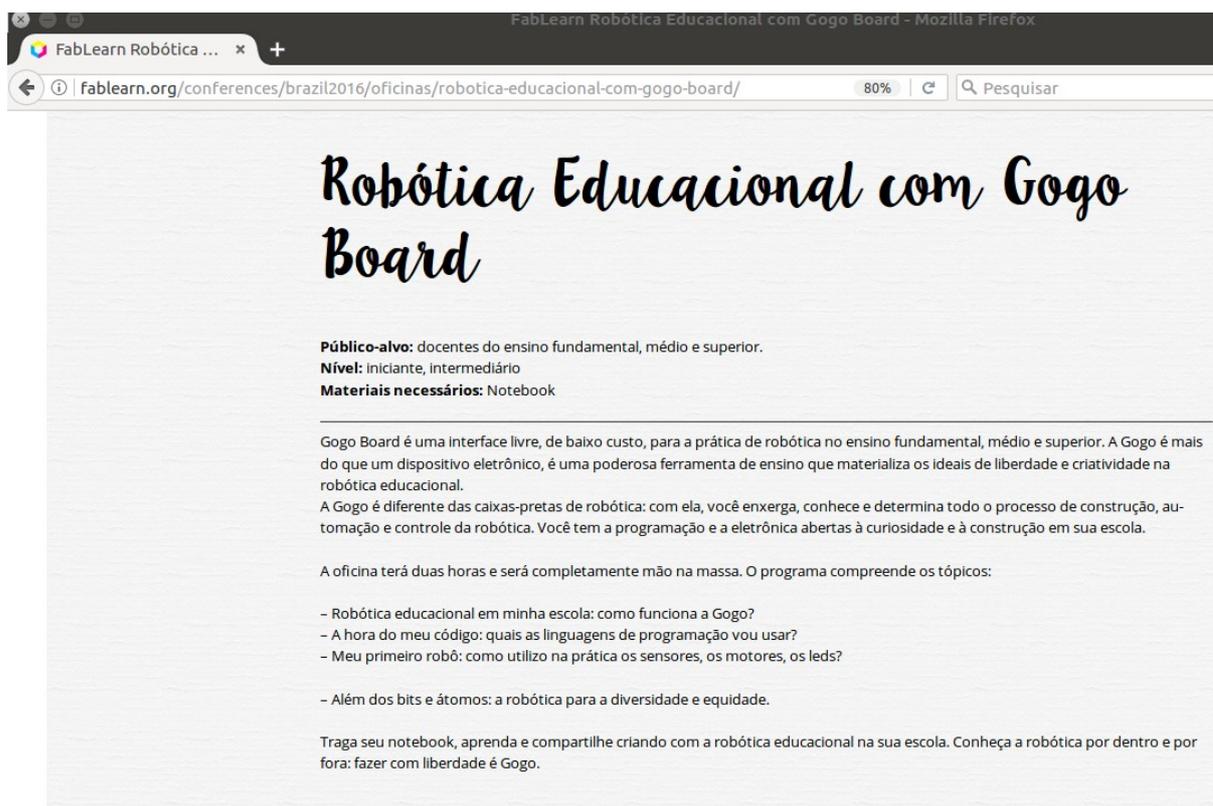


Figura 1: Fac-símile da página do anúncio da oficina de Robótica Educacional com Gogo Board

A conferência FabLearn coloca-se como um momento maker na educação que privilegia o encontro em pessoas em pesquisas acadêmicas, docentes e pessoas estudantes. Por isso, o programa do evento conta com oficinas práticas e teóricas como primeira atividade. No caso do Brasil, essas oficinas passaram por um processo de chamada pública e seleção coordenados pela professora Heloisa Neves (*We Fab*) e pelo profissional Lucas Torres (Caos Focado). A lista completa de oficinas está disponível na Tabela 2: Lista de oficinas (FABLEARN BRASIL, 2016):

73 Um excerto da oficina está disponível no canal do Laboratório de Sistemas Integráveis na USP no YouTube: <http://bit.ly/FLGOGO> (link curto) ou <https://www.youtube.com/watch?v=5hLxbDmXPqw> (link longo).

FabLearn Brasil 2016: Oficinas**1. Bate-Papo Robótico**

Orlando Lobosco e Fabio Zsigmond

Venha programar uma conversa entre robôs utilizando arduino, servo-motores e muita criatividade.

Conhecimento prévio desejado: básico de Scratch e básico de elétrica/eletrônica

2. Circuitos elétricos em papel e com massa de modelar

Ester Bezerra de Souza, Gabriella Galdino da Silva, Jhenifer Kelly de Oliveira

Participantes do Tem Menina no Circuito apresentam aqui a oficina de circuitos elétricos em papel, com fita condutora e LEDs (...)

Público-alvo: jovens e crianças, ou professores interessados em desenvolver esta oficina com seus alunos

Conhecimentos prévios desejados: sem pré-requisitos

Dificuldade técnica: Iniciante

3. Circuito em Blocos

Rafael Sanchez Souza e Vinicius Bazan

Aprendizado exploratório e intuitivo do funcionamento de alguns dos mais comuns componentes que normalmente estão escondidos aos olhos: potenciômetros, transistores, motores, LED's, botões etc.

Público-alvo: a partir de 10 anos de idade

Conhecimentos prévios desejados: não há

Dificuldade técnica: Iniciante-Intermediário

4. Construindo um Sistema Fotovoltaico

Marcela Guerra e Hiure Queiroz

Nessa oficina os participantes construirão seus próprios sistemas fotovoltaicos para geração de energia elétrica, com uma metodologia "mão na massa" para construir em escala reduzida a partir de uma maquete de papelão.

Público-alvo: educadores e interessados em geral

Conhecimento prévio desejado: não há pré-requisitos

Dificuldade técnica: Iniciante

FabLearn Brasil 2016: Oficinas**5. Cor e Forma na Natureza – Prototipagem de seres camuflados ou mimetizados em ambientes naturais**

Girlene Sismotto, Meire de Bartolo, Tiago Eugenio, Cristiana Assumpção e Paula Ariane Moraes

Atividade sobre adaptações de sobrevivência conhecidas como camuflagem e mimetismo – relacionadas à cor e forma – utilizando técnicas de prototipagem (manuais e de fabricação digital) para criação de um protótipo animal adaptado a um ecossistema representado.

Público-alvo: educadores e público em geral

Conhecimentos prévios desejados: não há pré-requisito

Dificuldade técnica: iniciante

6. Cultura Maker: Jovens da Periferia criam Soluções Sociais

Henrique Heder, Daniel Assumpção e Maira Gonçalves

Os participantes terão o desafio de criar, em uma hora, um carrinho motorizado usando peças de sucatas e minimotor movido a pilhas.

Público-alvo: educadores, estudantes, técnicos, gestores e empreendedores interessados no uso das tecnologias como processo em negócios de impacto social a partir de uma Educação maker ou, ainda, interessados em conhecer o processo de formação empreendedora de jovens da periferia.

Conhecimentos prévios desejados: não há pré-requisito

Dificuldade técnica: Iniciante

7. Espaços Maker: como refletir sobre as mudanças dos espaços físicos das escolas

Maria Alice Gonzales e Maria Luiza Dias Marques

A oficina abordará o tema da inserção de atividades mão na massa integradas aos currículos regulares e o impacto desse tipo de ação nos espaços físicos das instituições, valorizando a documentação do processo de tomadas de decisão como elemento facilitador.

Público-alvo: professores / gestores / funcionários e alunos que tenham interesse em discutir e refletir sobre as alterações dos espaços físicos em ambientes de aprendizagem

Conhecimentos prévios desejados: não há, mas seria interessante que os participantes tivessem atuação nas tomadas de decisão nas instituições de origem

FabLearn Brasil 2016: Oficinas

Dificuldade técnica: Não há dificuldade técnica

8. Experimentos Criativos com Lixo Digital em Sala de Aula

Liberato Silva

Objetivo desta oficina é despertar a criatividade através do reaproveitamento de lixo Eletrônico, quando deparamos com resíduo descartados, ficamos sem saber o que podemos fazer tanto matéria e muitas vezes sem conexão lógica, todo esse material pode ser usado em sala de aula, como podemos estimular os alunos a criar? Como podemos usar todo esse material para aula de geografia, produção de texto, historia e tantas outras disciplinas?

9. Faça seu Drone

Lucas Piovani Carneiro e Síron César Pacheco Pereira

Esta oficina consiste numa rápida introdução ao mundo dos Drones. A ideia é mostrar que em apenas quatro horas é possível montar um Drone personalizado.

Público alvo: pessoas interessadas em montar um drone

Conhecimentos prévios desejados: nenhum

Dificuldade técnica: Iniciante

10. Intel Maker Day

Intel Maratona Maker

Oficina de inovação que abordará noções básicas de design thinking, programação com GENUINO 101 e Internet das Coisas.

11. Kit Pedagógico de Baixo Custo

Alex Angelo, Alessandro Melo e Fernanda Milat

Nessa oficina os educadores e participantes terão uma vivência nas principais áreas da fabricação digital para conceber e construir um kit pedagógico de baixo custo, de maneira lúdica e colocando a "mão na massa".

Público-alvo: professores e educadores e pesquisadores na area de educação

Conhecimentos prévios desejados: Informática básica

Dificuldade técnica: Iniciante

12. Modelagem Digital com 123Design

Alexsandro Sunaga

FabLearn Brasil 2016: Oficinas

Perfeito para iniciantes, o software Autodesk 123D-Design permite criar modelos de alta precisão para impressoras 3D e cortadoras laser com as mesmas técnicas de CAD utilizadas por profissionais.

Público-alvo: Todos os interessados em design 3D

Conhecimentos prévios desejados: não há

Dificuldade técnica: Iniciante

13. Oficina de Chão

Everaldo Souza, Angela Souza e Rosenilda Souza

Oficina de chão demonstra de forma simples as possibilidades de se levar uma oficina maker a qualquer lugar utilizando um pequeno espaço. Nossa oficina é realizada com crianças que demonstram sua criatividade e capacidade de construir.

Público-alvo: Qualquer participante do FabLearn

Conhecimentos prévios desejados: Nenhum

Dificuldade técnica: Iniciante

14. Robótica Educacional com Gogo Board

Rodrigo Barbosa e Silva

Gogo Board é uma interface livre, de baixo custo, para a prática de robótica no ensino fundamental, médio e superior. A Gogo é mais do que um dispositivo eletrônico, é uma poderosa ferramenta de ensino que materializa os ideais de liberdade e criatividade na robótica educacional. Conheça a robótica por dentro e por fora: fazer com liberdade é Gogo.

Público-alvo: docentes do ensino fundamental, médio e superior.

Material necessário: trazer seu notebook

Nível: iniciante, intermediário

15. Stop It! Um Game com Arduino

Antoanne Pontes

Vamos recriar o game Stop It! na plataforma Arduino, um dos games mais famosos da década de 80. O game é composto de LED's enfileirados, um deles em cor diferente, que ficam acendendo e apagando em sequência. O objetivo do jogador é apertar o botão no momento em que a luz do LED diferente acende. A cada acerto a velocidade aumenta, tornando o game cada vez mais desafiador.

FabLearn Brasil 2016: Oficinas
<p>Público-alvo: Educadores que estejam interessados em vivenciar uma experiência bem ao estilo maker, ou seja “mão na massa”, aplicando a utilização diferenciada da plataforma Arduino juntamente com conceitos de criação de Game.</p> <p>Pré-requisitos / conhecimentos prévios desejados: Espera-se que os participantes tenham tido contato com a plataforma, mas principalmente que tenham tido algum contato com Lógica de Programação.</p> <p>Dificuldade técnica: Intermediário</p> <p>16. Technovation: como inspirar meninas a se tornarem empreendedoras em tecnologia</p> <p>Christianne Poppi e Nathalia Goes</p> <p>Este workshop irá demonstrar que programação não é tão difícil quanto parece, incluindo uma atividade prática que ensina como desenvolver um aplicativo para celular usando o App Inventor 2. Os participantes também irão trabalhar conceitos de ideação, prototipação, além de programação.</p>

Tabela 2: Lista de oficinas (FABLEARN BRASIL, 2016)

Verifica-se que as oficinas do FabLearn apresentam uma série de iniciativas públicas, privadas, do terceiro setor e comerciais que envolvem tecnologias e educação. As oficinas, em grande parte, funcionaram como uma apresentação de práticas e ideias maker para as pessoas participantes da conferência. Dessa forma, também serviram como introdução a práticas de construção digital para muitas das pessoas participantes, fato que este pesquisador constatou na oficina sobre Gogo Board. Analisa-se o conjunto de oficinas com relação à base conceitual, ferramental e de habilidades propostas. Embora com tempo curto, entre 2h e 4h, este conjunto de oficinas é um bom portfólio de atividades com potencial para serem reproduzidas nas instituições educacionais das pessoas participantes. Por isso, escolheu-se a estratégia de agrupá-las na Tabela 3: Agrupamento de oficinas FabLearn Brasil 2016.

Sobre as oficinas apresentadas no FabLearn Brasil 2016, para análise nesta tese são agrupadas nas categorias a seguir:

Oficina	Robótica ⁷⁴	Eletrônica	Software ⁷⁵	Materiais ⁷⁶	Pedagógica	Empreendedorismo	Design	Fabricação digital 3D	Programação ⁷⁷
1	x	x							x
2		x		x					
3		x							
4		x							
5				x					
6	x					x			
7					x				
8				x					
9	x								
10	x						x		
11			x					x	
12			x				x		
13				x					
14	x	x							x
15	x	x							x
16						x			x

Tabela 3: Agrupamento de oficinas FabLearn Brasil 2016

74 Arduino, Gogo, sucata eletroeletrônica, Genuino

75 Inkscape, FreeCAD, Pepakura, Autodesk 123D

76 Fitas, papel, cola, blocos de montar

77 Scratch, AppInventor

Do arranjo proposto na Tabela 3: Agrupamento de oficinas FabLearn Brasil 2016, depreende-se que a maior parte das atividades trataram de assuntos relacionados a diferentes ações de robótica educacional (6 em 16) e/ou de eletrônica na educação (6 em 16). Com 4 ocorrências, cada, das 16 possíveis, programação e uso de materiais auxiliares para a montagem estão no grupo intermediário de categorias de análise das oficinas ofertadas no evento.

4.5.1.2 Discussões FabLearn Brasil 2016

Após um dia completo de oficinas nos períodos da manhã e tarde, no início da noite houve a cerimônia de abertura com as palestras proferidas pela professora Roseli de Deus Lopes – USP, Paulo Blikstein – Stanford, e Helena Singer – SESC. A ideia, segundo os organizadores do evento, é que as pessoas pesquisadores da Academia tenham contato direto com docentes e estudantes. Assim, o segundo dia do evento, no sábado, foi dedicado aos debates no período da manhã e tarde.

No primeiro momento do sábado de manhã, 10 de setembro de 2016, houve o debate do painel de educadores⁷⁸. A seleção dos trabalhos foi feita pela professora Irene Karaguilla Ficheman, da Poli/USP; e pelo pesquisador Alex Garcia, do Fab Social Guarulhos. Entre 50 inscrições, cinco trabalhos de educadores e educadoras foram selecionados para apresentação: o primeiro sobre ensino de física(MEIRA; RIBEIRO, 2016); o segundo sobre arte, história, ciência e tecnologia(BRANDÃO; FRANÇA, 2016); o terceiro sobre aprendizagem investigativa na secretaria municipal de educação de São Paulo(GAVASSA et al., 2016); o quarto sobre uma experiência maker no contexto amazônico(CRUZ et al., 2016); e o quinto sobre ensino de física com materiais de baixo custo(CELESTINO; GÓIS; LOZADA, 2016). Os cinco artigos apresentados versam sobre atividades relacionadas ao uso de tecnologias digitais em contexto de ensino e aprendizagem em ambientes

⁷⁸ O vídeo com a íntegra do painel foi disponibilizado pelo Laboratório de Sistemas Integráveis da USP no Youtube: link longo www.youtube.com/watch?v=t2erq15W7Gw, link curto <http://bit.ly/FLPainelEduc>.

formais de ensino. Depreende-se da leitura dos materiais e das apresentações de autores e autoras que o conceito e a própria ideia de movimento maker está relacionada a outros campos de atividades expostos na Tabela 4: Artigos apresentados no painel de educadores do FabLearn Brasil 2016, página 187.

Pelos trabalhos apresentados no painel de educadores, o “movimento maker” é associado com diferentes perspectivas: com o “espaço” FabLab; com uma ideia difusa de “premissas da cultura maker”; e nos três últimos com uma associação direta a robótica educacional, livre no caso “contexto amazônico” e com Lego nos casos SME-SP e UFABC. Também é comum a associação da ideia de *hands-on* com movimento maker, conforme depreendido nos textos e nas apresentações. Quanto às abordagens e teorias citadas, foram associados ao movimento maker o conceito de “sociedade em rede”, o instrucionismo, o aprendizado baseado em problemas (PBL), a aprendizagem investigativa, uma citação não identificável no discurso da apresentadora a “Vygotsky” e um apontamento ao campo de Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS. Depreende-se que a ideia maker é relacionada com metodologias de ensino em que a pessoa educanda ativamente tem experiência de construção, seja em um tipo de investigação que tende à autonomia (PBL e investigativa), ou em abordagens que tendem ao instrucionismo, nestas incluídas as plataformas Lego expostas em dois trabalhos.

Título do trabalho	Áreas	Origem	Suporte	Estratégia	Relacionamento Maker
Cultura Maker no ensino de física: construção e funcionamento de máquinas térmicas (MEIRA; RIBEIRO, 2016)	Física, produção de vídeos	Escola particular, rede religiosa	- <i>instructables</i> , site; - sociedade em rede.	Instrucionista	- "Utilização das premissas da cultura maker" (LSI/USP, 2016a, pt. 7min44s)
Do <i>low tech</i> ao <i>high tech</i> : arte, história, ciência e tecnologia por meio do desenvolvimento de autômatos (CEFET-MG,2016) (BRANDÃO; FRANÇA, 2016)	Arte, história, ciência e tecnologia	Escola pública, rede federal	- CTS - produção artesanal	Transdisciplinar, estudo exploratório	- "Espaços FabLabs e makers na Espanha"(LSI/USP, 2016a, pt. 11m).
Cultura Maker, Aprendizagem Investigativa por Desafios e Resolução de Problemas na SME - SP (GAVASSA et al., 2016)	Formação docente	Rede pública, Secretaria Municipal	- Aprendizagem investigativa - Aprendizado baseado em problemas (PBL)	- Intervenção nos laboratórios de informática - Início pela robótica (apresentou um tijolo Lego).	- "Professores desbravadores e protagonistas - 'mão na massa'" - "Robótica educacional" (LSI/USP, 2016a, pt. 16min23s)
Fabricação Digital no Ensino Médio Integrado a Educação Profissional: Um Experimento no Contexto Amazônico (CRUZ et al., 2016)	Curso técnico em informática profissionalizant e integrado	Rede pública, Instituto Federal	- Robótica Educacional Livre	- Metareciclagem - Ação situada	- "Arduino, modelagem 3D, scratch" (LSI/USP, 2016a, pt. 23min25s)
Projeto Astroem II e o Ensino de Física: abordagem hands on com enfoque interdisciplinar por meio de atividades experimentais com material de baixo custo (CELESTINO; GÓIS; LOZADA, 2016)	- Astronomia - Astronáutica - Mecânica	Rede pública, Universidade Federal, UFABC	- Competição - Lego - "Vygotksy" (LSI/USP, 2016a, pt. 31min50s)	- Baixo custo - Identificar conhecimentos científicos no cotidiano	"Nessas aulas práticas ocorre esse movimento maker nessa perspectiva de <i>hands-on</i> " (LSI/USP, 2016a, pt. 30min06s)

Tabela 4: Artigos apresentados no painel de educadores do FabLearn Brasil 2016

O segundo momento da manhã de sábado, 10 de setembro de 2016, foi dedicado à apresentação do painel de pesquisas acadêmicas⁷⁹, com apresentações categorizadas na Tabela 5: Artigos apresentados no painel de pesquisadores do FabLearn Brasil 2016, página 189. Embora este autor tenha participado do painel e a própria intencionalidade desta tese estivesse presente nas discussões, é possível inferir fatos que os artigos denotam. As duas primeiras pesquisas apontam para uma aproximação de conceitos de educação (caso Medeiros *et al.*) e de arquitetura (caso Romcy *et al.*) com um ideário de maker enquanto campo em movimento, ou seja, de localização, classificação e proposição das atividades executadas nas respectivas instituições educacionais. Dois excertos são interessantes: o uso do termo “ideologia proposta pelos Fab Labs” (caso 1) e “*homo faber*” (caso 2) identificam as relações das pessoas autoras entre os trabalhos e uma concepção de proposta maker discutida na seção sobre FabLabs (4.1) e “maker novidade” (4.2). Entretanto, houve discórdia entre as pessoas participantes do painel acerca da aderência de práticas maker na educação pública. As duas primeiras apresentações colocam tais práticas como distantes da escola pública (LSI/USP, 2016b, pt. 48Min48s) ou como etapismo baseado em parcerias (LSI/USP, 2016b, pt. 50Min20s), enquanto a última apresenta a questão de prioridades do investimento público (LSI/USP, 2016b, p. 51min40s).

⁷⁹ O vídeo com a íntegra do painel foi disponibilizado pelo Laboratório de Sistemas Integráveis da USP no Youtube: link longo www.youtube.com/watch?v=7cKFmYlsAKA, link curto <http://bit.ly/FLPainelPesq>. A seleção dos trabalhos foi feita pelos professores André Raabe, da Univali; e Fábio Ferrentini Sampaio, da UFRJ.

Título do trabalho	Áreas	Origem	Suporte	Estratégia	Relacionamento Maker
1. Movimento maker e educação: análise sobre as possibilidades de uso dos Fab Labs para o ensino de Ciências na educação Básica (MEDEIROS et al., 2016)	Ciência na educação básica	Instituto Federal, rede federal de ensino	- “[a] teoria piagetiana e [b] por meio da perspectiva pós-estruturalista” (LSI/USP, 2016b, pt. 6Min), a saber: - [a] construtivismo e [b] “aproximação entre tecnologias digitais e educação escolarizada” (MEDEIROS et al., 2016, p. 5-6)	- Estudo de caso - Oficina	- Uso do PoaLAB (LSI/USP, 2016b, pt. 3Min30s), inspirado em Neil Gershenfeld (MEDEIROS et al., 2016, p. 2) - “ideologia proposta pelos Fab Labs vem ao encontro do que se espera do ensino de ciências”(MEDEIROS et al., 2016, p. 3)
2. A inserção dos processos contemporâneos nos cursos de arquitetura, urbanismo e design: uma experiência em escala real com o uso de modelagem paramétrica e fabricação digital (ROMCY; MOREIRA; VIEIRA, 2016)	Arquitetura	Universidade pública, rede federal	- metodologia ativa - da maquete digital para a maquete física e para a construção real	- Estudo de caso	- “Laboratório de experiência digital”e “conjunto de disciplinas” (LSI/USP, 2016b, pt. 17min). - “homo faber” (ROMCY; MOREIRA; VIEIRA, 2016)
3. Perspectivas educacionais FabLearn: conceitos e práticas maker no Brasil (BARBOSA E SILVA; MERKLE, 2016)	Pensamento brasileiro em CTS	Universidade pública, rede federal	- Vieira Pinto - Paulo Freire - Paulo Blikstein	- Paradigma interpretativo - formação do pensamento nacional - teoria crítica	- “robótica educacional” (BARBOSA E SILVA; MERKLE, 2016, p. 5)

Tabela 5: Artigos apresentados no painel de pesquisadores do FabLearn Brasil 2016

Quanto à aderência a temas correlatos, percebe-se um esforço dos grupos acadêmicos em relacionar as atividades do movimento maker com autores e teorias que sustentam as atividades originárias das pesquisas nos três casos. Ao relacionar movimento maker ao construtivismo, à prototipação e a políticas públicas, as pessoas que apresentaram os trabalhos apontam para uma assimilação de práticas maker em contextos maiores de discussão. Depreende-se dos artigos apresentados que as práticas maker foram usadas preencher necessidades de trabalhos com tecnologias digitais em educação, não automaticamente ligadas a uma fundamentação central discutida por pessoas que atuam no contexto do movimento. Assim, percebe-se que as práticas em educação assimilaram a temática maker como no posicionamento prático na Academia. Em suma, as apresentações analisadas no FabLearn Brasil 2016 mostram que a ideia de movimento maker foi cingida nas pesquisas, denotando que o campo educação ressignifica-a e insere-a em ações acadêmicas que, originalmente, teriam também outros suportes teóricos, como construcionismo, PBL, ação situada e sociedade em rede.

4.6 FIC Maker 2017

O FIC Maker, sigla que significa Festival de Invenção e Criatividade e objetiva soar “fique maker”, foi o primeiro evento a assumir a alcunha “maker” a ser realizado em conjunto com a Feira Brasileira de Ciências e Engenharia da USP, a Febrace. Entre 21 e 23 de março de 2017, foi organizado pelo Programaê (Fundação Lemann e Fundação Telefônica Vivo), *Lifelong Kindergarten* (MIT Media Lab), FabLearn (Stanford) e Centro Interdisciplinar de Tecnologias Interativas (CITI - Escola Politécnica da USP). O evento foi realizado pelo Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico da USP, liderado pela professora Roseli de Deus Lopes, e apoiado pela Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa (mantida pelo MIT), pela Intel e pela empresa Faber-Castell.



Figura 2: Facsimile da página de abertura do FIC Maker

A programação do FIC Maker foi dividida em mesas redondas, mostra interativa e oficinas. Este pesquisador participou do evento assistindo às mesas redondas, como expositor na mostra interativa e como ouvinte em uma oficina do Professor Paulo Blikstein. Estes momentos constituíram-se em práticas e debates para um potencial desenvolvimento de práticas maker na educação brasileira, assim esta seção passa a narrá-los e discuti-los.

4.6.1 Abertura e palestras

A abertura do Festival ocorreu no dia 21 de março de 2017, das 10h às 11h30min, o Centro de Difusão Internacional da USP (CDI). Teve mediação de Lucas Rocha, da Fundação Lemann, e palestras pelos professores/pesquisadores Burd (MIT/ *Lifelong Kindergarten*), Lopes (CDI-Febrace-Poli/ USP) e Blikstein (FabLearn/ Stanford). Abrindo o evento, a professora Roseli de Deus Lopes afirmou que muitos teóricos internacionais e brasileiros reafirmam a importância do fazer. A professora acredita que o momento atual é de aprofundar o que muitas escolas brasileiras fazem, entretanto há “uma imensidão de escolas que não estão fazendo nada ainda, que têm muitas dificuldades ainda, então cabe a quem está aqui juntar-se a essa rede [*de aprendizagem criativa*] para

discutir, refletir em conjunto, amadurecer, e aproveitar essa onda de conectividade que temos hoje para efetivamente conseguir avançar com todas essas escolas. Por isso estamos trazendo essa discussão aqui”.



Figura 3: Da esquerda para a direita: Lucas Rocha (Fundação Lemann), Leo Burd (MIT), Paulo Blikstein (Stanford) e Roseli Lopes (USP). Fonte: Autoria própria.

Seguindo o discurso de abertura, a professora Roseli afirma que há um desejo profundo de que a educação do Brasil melhore muito e profundamente, dizendo que as ideias de Papert unem as pessoas na proposta de criar ambientes computação e eletrônica que ampliam as oportunidades de comunicação e fazer para educandos. Sobre a Febrace, a professora afirma que o nível de exigência para participar da Feira é muito grande, então “são poucas as escolas que conseguem envolver todos os alunos nessa abordagem investigativa e que fazem projetos de longa duração ao longo de um ano. Então por isso muitas das estratégias que são apresentadas no FIC são extremamente importantes porque elas

podem ser a forma de envolver todos os alunos da escola, para que todos tenham a vivência de estimular mais a criatividade, de estimular a inventividade e é por isso que a gente está aqui”.

O pesquisador Leo Burd palestrou sobre a trajetória pessoal da Unicamp para o MIT. Interessante observar que, logo no início, afirmou que: “quando eu saí do Brasil, o meu sonho era aprender o máximo possível lá fora e, de uma certa forma, tentar trazer esses conhecimentos e conexões de lá pra cá [...] e facilitar também o contrário, de aprender o máximo possível com as riquezas que temos aqui no Brasil para inspirar as iniciativas lá de fora também. Então uma iniciativa como essa do Festival de Invenção e Criatividade é uma realização deste sonho, a possibilidade de abrir um canal mais direto com o que o que está acontecendo não só entre a gente mesmo aqui no Brasil, mas com o que está acontecendo lá fora”. Afirmou que o trabalho no grupo *Lifelong Kindergarten* é muito inspirado no jardim de infância, então os produtos desenvolvidos, como *Lego® Mindstorm*, *Makey Makey* e *Scratch* seguem a filosofia de centrar no interesse de alunos e na colaboração. Para tanto, o grupo tem adaptado as diferentes mídias produzidas para trabalhos manuais, com interesse em atividades mão na massa e maker.

Para o Brasil, segundo Burd, há um projeto do MIT em conjunto com a Fundação Lemann que “visa trazer essas ideias e disseminá-las no Brasil. [...] Esse projeto foca em três áreas diferentes”. A primeira área relatada por Burd é fomentar a aprendizagem criativa através da programação, principalmente adaptando o Scratch! para o contexto brasileiro, “desde trabalhar com professores, educadores, para ver onde as coisas emperram, onde podem avançar mais, e contribuir para que isso [*avançar*] ocorra mais naturalmente”. A segunda área é o incentivo a projetos mão na massa, “para envolver crianças e jovens na construção do mundo físico com ou sem tecnologias”. “Finalmente”, mas palavras de Burd, “tem um componente de capacidade local. Neste sentido, no nosso entendimento vai muito além da formação de

professores. Queremos trabalhar com pesquisadores, empreendedores, artistas, todo mundo, e fazer uma rede que seja bem forte que ajude realmente a levar essas novas práticas” chamada de “Rede de Aprendizagem Criativa”. A rede é composta de voluntários organizados em grupos de trabalho “que vão desde a aplicação de aprendizagem criativa em escolas, em ambientes não formais de aprendizagem, avaliação da atividade criativa, ambiente profissional e coisas assim”.

No pronunciamento seguinte, Paulo Blikstein falou sobre as expectativas e entendimentos sobre o movimento maker: “eu queria começar dizendo que eu acho que o movimento maker e essa onda de entusiasmo em relação a esse movimento é uma das maiores e mais importantes oportunidades de trazer a educação progressiva ou abordagens mais modernas de educação para dentro da escola. Essa é uma oportunidade que só aparece uma vez a cada vinte ou trinta anos, então é fundamental que a gente aproveite-se isso para tornar realidade”. Após essa abertura, Blikstein enfatizou que é necessário “pensar” sobre o que o movimento maker representa: “quando as pessoas pensam nisso, pensam nas máquinas, na impressora 3D, nos kits e tudo mais. Mas a coisa mais importante do movimento maker são as ideias que traz, as ideias que estão incorporadas aos ambientes de aprendizagem inspirados pelo movimento maker”. Passa então a falar sobre “quais as ideias estão por trás desse movimento”. Blikstein argumenta que há três “grandes teóricos” que não estão identificados explicitamente com o movimento maker, mas que dão base para a construção digital principalmente em relação com a educação. São eles, com respectivas teorias: Construtivismo, de Piaget; Construcionismo, de Papert; e Pedagogia Crítica, de Paulo Freire.

Para Blikstein, em uma perspectiva de assimilá-lo na construção digital, Piaget fundamenta na educação a construção do conhecimento pela experiência, pelo contato com os materiais. 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. Para Blikstein, o ciclo de reflexão sobre os artefatos é um diálogo constante entre o *maker* e aquilo que se está fazendo. Dessa forma, os “modelos mentais sobre como o mundo funciona” também mudam nesta atividade dialógica com o artefato. Finalmente, em Paulo Freire, Blikstein encontra a fundamentação para experiências significativas para a vida das pessoas, para a vida da comunidade em que a atividade educativa tem lugar. Mais importante, segundo Blikstein, é que Freire mostra a criação como “vocação ontológica do ser humano”. Referindo-se a Freire, que embasa a criação como uma vocação humana histórica, remetendo a exemplos que iniciam na pré-história com desenhos de cavernas, por exemplo, Blikstein argumenta que esta vocação do criar está longe da cultura do repetir da escola. Para Blikstein, “não é que o movimento maker necessariamente implemente essas ideias, mas são as ideias que eu gostaria que ele implementasse; são as ideias que nós como grupo e como parte desse movimento devemos lutar para implementar”.

Segue discorrendo que criou em Stanford uma iniciativa chamada FabLearn⁸⁰, que é uma rede que objetiva implementação e pesquisa “das melhores práticas” maker com pesquisas, implantação de laboratórios, formação de professores, gestores, “dentro desses princípios e dessas ideias que eu falei [*Piaget, Papert e Freire*]”. Blikstein diz que há três pontos a refletir sobre a implementação de espaços maker na educação. O primeiro, é que a educação formal deve ser a prioridade para a implementação do movimento maker: “é na escola, é na aula normal em que todos os alunos estão, nós temos a grande oportunidade de democratizar o movimento. Porque no museu, na atividade extraclasse, sempre vão ser os alunos que se identificam mais com essas coisas, que se selecionam a si mesmo para fazer, enquanto os outros ficam excluídos”. Ao falar da perspectiva sobre o Brasil, Blikstein argumenta que

80 Vide seção 4.5, página 176.

até pelas grandes dificuldades do setor, a educação formal deve ser o foco de implantação de espaços maker.

O segundo elemento importante, para Blikstein, é o currículo. Dessa forma, os princípios que guiam o movimento maker devem estar nos currículos e nas bases nacionais, dos estados e dos municípios. Para Blikstein, se esses princípios não estiverem inseridos nas bases e currículos, remove-se o incentivo para que as escolas proporcionem essas práticas para todos os alunos. Em terceiro lugar, “a pesquisa é fundamental” para que os elementos anteriores realmente aconteçam. Blikstein cita o exemplo pessoal para argumentar que, antes, se preocupava majoritariamente em estar na escola fazendo coisas com professores e alunos, mas que havia poucas iniciativas para medir o resultado. Em uma alusão à empolgação pública causada por tecnologias nas escolas, diz que é comum que sejam feitas reportagens para mostrar o entusiasmo inicial e, após determinado período de tempo, a prática nessas mesmas tecnologias está restrita a poucas histórias individuais de alunos, sem que efetivamente tenham democratizado as atividades para o coletivo.

Para Blikstein, medir e mostrar os resultados é importante para identificar o que funciona e também para expandir as atividades para outras escolas. Assim, propõe que iniciativas maker na escola tenham duas equipes: uma para fazer e uma para medir. Dessa forma, sair-se-ia do estágio atual – o entusiasmo – para a expansão. Essa proposta é um contraponto à crítica comumente encontrada ao se tratar de equipamentos na escola pública: a suposta falta de recursos para espaços mais sofisticados. Neste ponto, 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”.

Outro erro, para Blikstein, é assumir que “se na escola pública não tem nada, qualquer coisa está bom, então se o laboratório tiver uma mesa, uma pistola de cola quente, está bom, isso também é *making*. Eu acho que a resposta para isso é não! O momento para exigir [...] investimentos é agora, que é uma novidade, enquanto há toda essa animação em volta do movimento maker”. Então, “responder que qualquer coisa serve para a escola pública, porque já que não tem nada, que é uma escola pobre, já que é o aluno de periferia que está lá, que não tem acesso a nada... Se disser que qualquer coisa está bom para esse aluno, toda vez que se fala ‘sim’ para essa pergunta, estamos contribuindo para aprofundar as diferenças educacionais no Brasil”. Portanto, propõe: “temos que ser rigorosos com autoridades e secretaria de educação para dizer que a escola pública é o lugar para melhor laboratório possível, pois é na escola pública que está a criança que merece os mesmos recursos disponíveis nas particulares e de elite”. Blikstein conclui dizendo que enquanto não exigirmos e incansavelmente lutarmos por esses princípios, as diferenças na educação brasileira só farão aumentar.

4.6.2 Mesa redonda

Após as palestras iniciais, Burd, Lopes e Blikstein participaram de uma mesa redonda mediada por Lucas Rocha. Durante o debate, Burd afirmou que o termo “aprendizagem criativa” é assumido em muitos contextos de formação livre e abordagens mão na massa. Essa assumpção “não está restrita a nenhuma metodologia ou abordagem específica”, entretanto, “no caso do MIT”, trata-se de “popularizar o conceito de construcionismo”. Blikstein, em seu turno, explica os elementos fundamentais da iniciativa FabLearn⁸¹: laboratórios, conferência e *fellows*. Argumenta que o movimento maker não pode se constituir em mais um

81 Para mais informações sobre FabLearn, consultar capítulo 3, página 101 e seção 4.5, página 176.

modismo, portanto as teorias que dão suporte à educação devem estar presentes nos espaços. O risco, para Blikstein, é que os espaços fiquem trancados ou as pessoas esqueçam o porquê de terem estado tão entusiasmadas no início, então é vital um foco em “explicar os fundamentos teóricos e porque isso é importante”. Para Blikstein, os fundamentos teóricos proporcionam que, após a empolgação inicial, os princípios que levaram à constituição do espaço estejam conscientes para as pessoas.

Continuando na crítica à falta de embasamento em teorias da educação pelo movimento maker, Blikstein diz: “se você não tem muito claro que a ideia por trás do laboratório maker é essa questão de protagonismo intelectual, de criar projetos que sejam profundos, que sejam significativos, que sejam complexos, é muito fácil [encontrar] em muitos laboratórios aquilo que que chamei de ‘síndrome do chaveiro’. Você baixa da internet um chaveiro, imprime na 3D e fala ‘olha, eu sou um maker’. Mas esses projetos que você simplesmente baixou da internet e apertou ‘imprimir’ não têm nada de profundo, não têm nada de pessoal, não têm nada de complexo; é quase como baixar uma imagem da internet e imprimir em uma impressora normal”. E afirma: “se você não sabe quais são os princípios que estão por trás do movimento maker, é muito fácil ser enganado por esses artefatos interessantes e brilhantes, [...] mas que na verdade não estão levando a nenhum aprendizado”. Afirma também que o fato de conseguir produzir algo rapidamente – no caso exemplificado, em uma impressora 3D, é um dos grandes perigos para a construção digital na escola, assemelhando-se a uma automatização da cópia. Diz que é muito fácil ser influenciado pelo “canto da sereia”⁸² dessas tecnologias na educação se não houver muita leitura de Papert e Freire, além de outros teóricos, que dão o significado a essas atividades na escola.

A professora Roseli de Deus fala da perspectiva do projetar em ambientes educacionais de ensino superior. Para ela, o modelo de

82 Retoma a tese exposta em “As Sereias do Ensino Eletrônico” (BLIKSTEIN; ZUFFO, 2003).

engenharia no Brasil tornou-se reprodutor daquilo que é visto em outros países, portanto o protagonismo demanda que o país – no caso, a educação do país – proporcione que estudantes estejam também na criação. Diz a professora: “especialmente nas engenharias, e estou falando na minha posição como professora aqui da Poli, é muito importante que nossos alunos estejam preparados para trabalhar com profissionais das mais diversas áreas do conhecimento. [...] Para que os projetos consigam efetivamente atender as necessidades das pessoas, melhorar a qualidade de vida, precisamos ter pessoas diferentes entre si. Nos projetos da Febrace, temos alunos com perfis diferentes que estão trabalhando juntos, identificaram um problema e estão desenvolvendo competências diferentes no grupo”.

Um momento importante da mesa redonda aconteceu quando o moderador propôs a reflexão sobre a necessidade de tecnologias digitais na educação. Em primeira intervenção, o pesquisador Burd afirmou que a “tecnologia é importante, mas não é essencial”. Para Burd, uma mesma tecnologia pode ter diferentes usos; citou o exemplo de que é diferente propor a uma criança que copie um texto no computador e que produza um texto no mesmo equipamento. Segundo Burd, há tecnologias que ainda são difíceis de serem usadas, que demandam mais tempo de aprendizado da tecnologia em si do que na prática proporcionada. Então, para Burd, abordagens que utilizam materiais não digitais são aceitáveis: “as vezes, para uma atividade para que as pessoas se expressem, não é preciso uma tecnologia digital para fazer isso, as vezes uma caixa de papelão é suficiente”. Burd, em vários momentos do debate, enaltece a importância das redes de colaboração para a efetividade de práticas maker na educação, como a Rede de Aprendizagem Criativa. Destaque-se uma afirmação: “quando a gente concebeu o Fic, Festival de Invenção e Criatividade, a ideia era que fosse uma *Maker Faire* voltada para a educação”. Para Burd, a *Maker Faire* apresenta o movimento maker “por si só”, então é necessário que o Fic apresente “as pontes, os desafios, etc,

que são associados a levar esse movimento” para a escola e aprendizagem não-formal.

Entretanto, para Blikstein, há nuances que devem ser consideradas no debate. Para o professor de Stanford, a primeira nuance trata-se de aceitar a possibilidade fazer coisas com papelão ou com madeira, etc; mas não de considerar que isso é suficiente para um laboratório de escola. Para Blikstein, “do ponto de vista estratégico, é um erro dizer para o diretor da escola, para o secretário da educação, que ‘a gente não precisa de tecnologia, pode fazer essa coisa maker com papelão, madeira, tudo mais’”. Para Blikstein, a maior chance de trazer tecnologias digitais para a escola é no começo do processo de encantamento e os resultados alcançados serão limitados pelos materiais providos.

Um ponto importante é Blikstein ter apontado que as experiências – aqui tratando de experiências escolares em campo científico – com materiais como papelão e madeira não são socialmente valorizadas quanto aquelas gestadas com o uso de tecnologias digitais. Assevera o professor: “a ausência de tecnologias digitais limita tanto o que se pode fazer que acho difícil chamar um laboratório que não tenha nenhuma máquina, nenhum kit de computação física, de robótica, de um laboratório maker. Eu acho que se você fala que maker é tudo, maker vira nada”. Blikstein critica que atividades manuais em geral sejam classificadas como maker. Também critica a ideia de que mesmo a arte seria maker: “as artes não precisam ser chamadas de maker, pois têm suas próprias práticas, seus materiais, e tudo mais. Então é um trabalho de artes, não precisa [*ser chamado de*] trabalho maker”. Em paralelo, acredita que um trabalho de computação física pode ser chamado de maker. Em suma, para Blikstein, ainda não há uma definição do que significa “maker” na educação.

4.6.3 Oficinas e exposições Fic Maker

Após a abertura do evento, as atividades continuaram com uma mostra interativa e oficinas, com as listas de ambas reproduzidas a seguir:

Fic Maker 2017: Oficinas
<p>Oficina 1: Introdução à Aprendizagem Criativa</p> <p>Esta oficina apresentará de forma mais aprofundada os princípios da aprendizagem criativa por meio de atividades práticas e discussões. Público alvo: Educadores e gestores de educação não formal e formal</p> <p>Ministrante: Leo Burd (MIT Media lab) e a equipe da Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa</p>
<p>Oficina 2: Criação e Implementação Sustentável de FabLabs, Espaços Maker e FabLearn Labs em larga escala</p> <p>Esta oficina é dirigida a líderes educacionais de sistemas públicos e privados de ensino, engajados na implementação sistemática de construcionismo e educação maker em escolas e outros espaços formais de aprendizagem. É uma oficina introdutória aos princípios da abordagem FabLearn de Stanford, e inclui princípios de teorias modernas de ensino de STEM, metodologias de implementação de espaços maker em larga escala e práticas de pesquisa de resultados e impacto. O objetivo é guiar os passos iniciais para planejamento e criação sustentável de FabLabs, Espaços Maker e FabLearn Labs em sistemas públicos e privados de educação. Público alvo: Educadores, gestores de sistemas públicos de educação e policy makers encarregados de planejar e implementar programas de educação maker em suas organizações, distritos ou estados</p> <p>Ministrante: Paulo Blikstein e equipe, Stanford</p>
<p>Oficina 3: Integração da Cultura Maker e Atividades Mão-na-Massa no currículo escolar: como institucionalizar a aprendizagem construcionista na escola pública</p> <p>Nessa oficina, professores e gestores vão conhecer exemplos de incorporação de atividades Maker ao currículo escolar (ou seja, não somente em atividades extraclasse), aprender de forma prática sobre estratégias para planejamento e desenvolvimento de</p>

Fic Maker 2017: Oficinas
<p>atividades Maker em sala de aula, e conhecer a abordagem dos FabLearn Labs para integração de aprendizagem construcionista ao currículo escolar. A oficina também abordará as diversas formas de avaliação para atividades Maker. Público alvo: Professores e gestores de escolas do sistema público de ensino</p> <p>Ministrante: Paulo Blikstein e equipe, Stanford</p>

Tabela 6: Lista de oficinas (FESTIVAL DE INVENÇÃO E CRIATIVIDADE, 2017)

Efetuu-se o agrupamento de cada mostra participante de acordo com a as mesmas categorias utilizadas para análise do FabLearn Brasil 2016.

Expositor	Nome	Robótica ⁸³	Eletrônica	Software ⁸⁴	Materials ⁸⁵	Pedagógica	Empreended orismo	Design	Fabricação digital 3D	Programaçã O ⁸⁶
João Guilherme Camargo dos Santos	Conduz ou Não Conduz?									
Rui Zanchetta Fernandes Corrâ	Scratch, Arduino e recicláveis	x	x							x
Fernando Carril e João Adriano Freitas	BiblioCirco LAB apresenta: Laboratório de (des)computadores									
Fernando Daguanno	Laboratório de brinquedos Alquímétricos				x					
Fernanda Cavalcanti de Mello	Biscoitinho do nosso jeito									
Defferson Rodrigues Martins das Neves	Os experimentos de Wiechert, Thomson e Kaufmann sobre a relação carga/massa das partículas constituintes dos raios catódicos									
Paulo Adriano Ferrari	Circuito Elétrico em Papel				x					
Lucia Morais <i>et al.</i>	Parque de Diversões									
Renan Yuri Lino	Oficina Arduino Para Educadores - Monte sua própria estação meteorológica	x	x							x
Diego Thuler	Oficina Maker Criativo									
Maria Alice Gonzales	Oficina de boas práticas para documentação de Projetos					x				
Michael Filardi	Já parou para pensar?					x				
Jaqueline Grassmann	Makers Girls					x				
Mariana Menezes Paglione	Braço Robótico com Princípios de Hidráulica	x								
Luiza Sandler e Mayra Bueno	Blocos de Construção - espaço aberto para inspirar a apropriação pluridisciplinar				x					

83 Arduino, Gogo, sucata eletroeletrônica, Genuino

84 Inkscape, FreeCAD, Pepakura, Autodesk 123D

85 Fitas, papel, cola, blocos de montar

86 Scratch, AppInventor

Michael Jackson Moraes	Criando meu primeiro jogo		x							
Nathan Rabinovitch	Fábrica de Brinquedos OpenSource	x	x							x
Alex Garcia Smith Angelo	Aprenda a criar um kit pedagógico de baixo custo com fabricação digital	x	x							x
Rodrigo Barbosa e Silva	Mostra interativa robótica educacional com Gogo Board	x	x							x
Orlando Silvio Lobosco Junior	Rosto Robótico	x								
Ana Paula Soares de Farias	Como potencializar a criatividade dos alunos, inovando durante as aulas, com atividades dinâmicas e inovadoras?						x			
Allan Queiroz Moreira	RoboPisca - Ative seu primeiro Robô	x								
Elaine Silva Rocha Sobreira, Flávia Aparecida da Silva Zocoler e Verônica Gomes dos Santos	Desafio da Casa Econômica									
Hadassa Harumi Castelo Onisaki	Impressão 3D na Educação								x	
Daniel Seda Pereira de Moraes	Lixobótica	x								
Élton Meireles de Moura	Futebol no País da Matemática									
Cristiana Mattos Assumpção	Oficina STEAM						x			
Valter Garoli	Insetos Cinéticos					x				
Valter Garoli	Escultura POP e Intervenção no Espaço Urbano									
Valter Garoli	Mangá no Scratch									x
Josemar Pereira Moura	Eletrônica sem solda com Circuito X - Kit Open Source de baixo custo		x							
Valter Garoli	Engenhocas Poéticas									
Lyselene Candalaft Alcantara Prol	Atividades Maker - Junior e Infantil	x	x							
Débora Denise Dias Garofalo	Robotica Criativa com Sucata	x	x							
Renato Aparecido de Farias	Uma caixa dando aula?!									
Paula Carolei	Os mistérios da Criatividade									
Rita Wu	LCLE - Low Cost Lab Equipment						x			x
Juliana Godinho Ragusa Marcicano	Impressão em 3D: saindo do novelty para uma cultura de aprendizagem profunda									
	FabLabs Livres SP	x	x	x	x		x	x	x	x
	Projetos desenvolvidos na Rede Municipal de São Paulo	x	x	x	x	x				x

Tabela 7: Lista de exposições

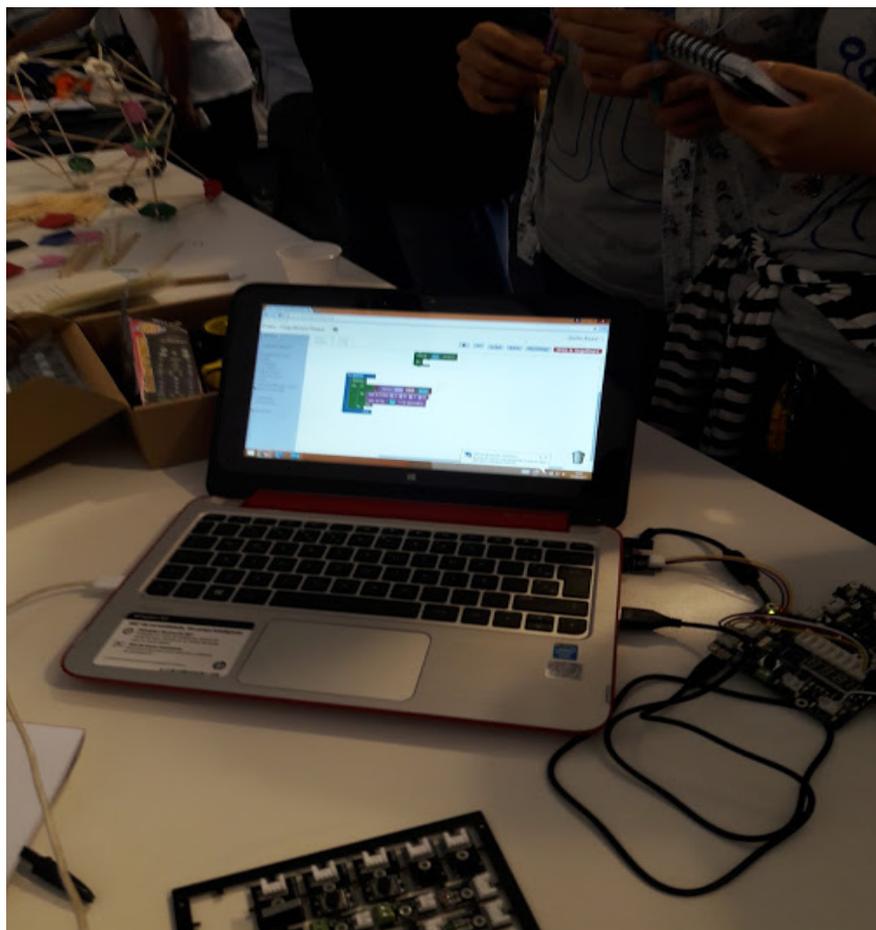


Figura 4: A Gogo Board conectada a um computador na mostra interativa. Fonte: autoria própria.

Quanto às exposições, observou-se que a ideia de “baixo custo” é frequente na lista apresentada, além do uso de materiais alternativos, como sucata, papéis e outros. Repetindo a ocorrência verificada no FabLearn Brasil 2016, a maior parte das atividades trataram de assuntos relacionados a diferentes ações de robótica educacional (13 em 40) e/ou de eletrônica na educação (11 em 40). O uso de programação, mesmo que conjugado com robótica, aparece em 8 das 40 ocorrências. Verifica-se também no Fic Maker que temas tradicionais de tecnologias na educação estão participando de momentos e eventos com a temática maker. Esta constatação é reforçada pela seção subsequente, que trata da integração maker no currículo escolar.

4.6.4 Integração maker no currículo escolar

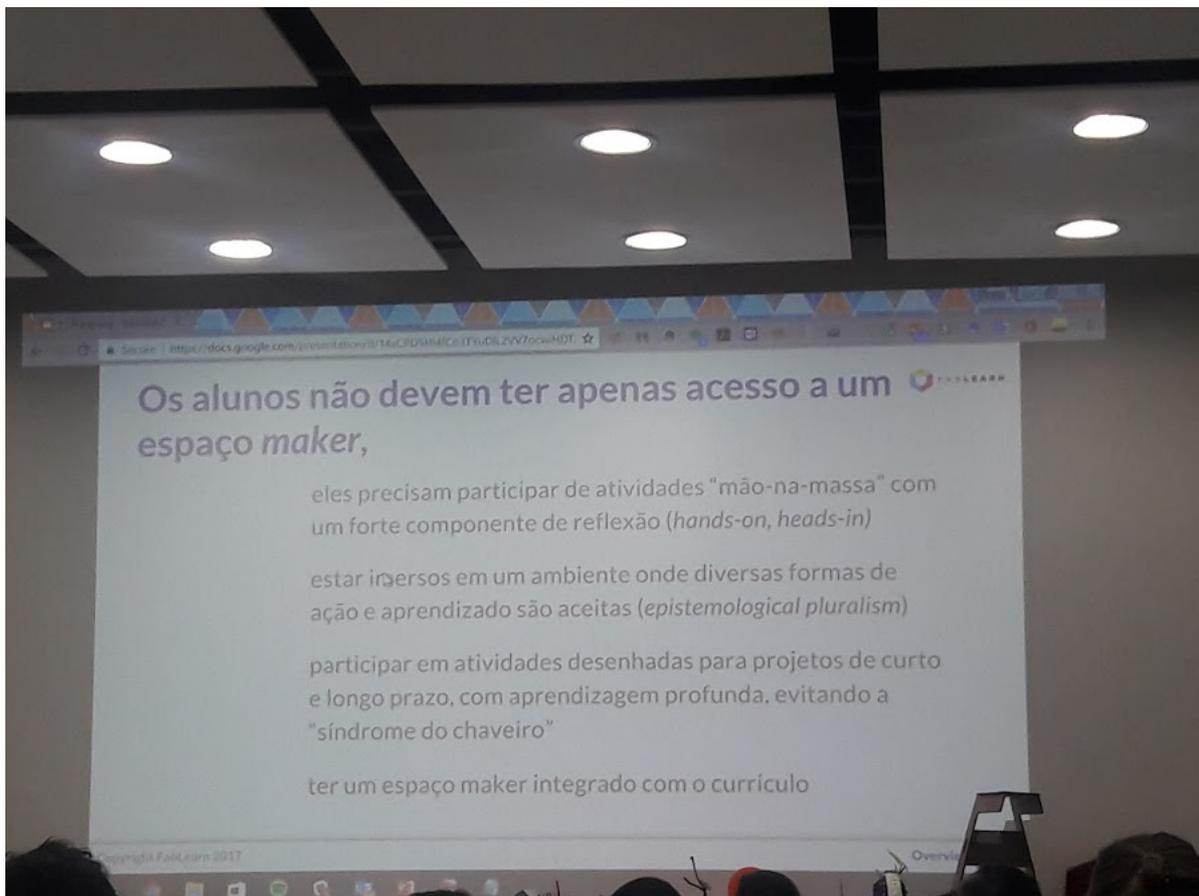


Figura 5: Slide sobre pressupostos de um espaço maker na educação

No dia 22 de março, entre 14h e 18h no Espaço *Ocean* da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, aconteceu a oficina “Integração da Cultura Maker e Atividades Mão-na-Massa no currículo escolar: como institucionalizar a aprendizagem construcionista na escola pública”. Foi ministrada pelo professor Paulo Blikstein e assessorada pela cientista Tatiana Hochgreb-Hägele, consultora do Lemann Center em Stanford e uma das organizadoras da iniciativa FabLearn. Este pesquisador participou da oficina como ouvinte a convite do professor Blikstein. A estratégia adotada foi tomar notas, principalmente, das explanações do professor Blikstein relacionada ao fazer na escola, mais especificamente, e a tecnologias digitais na educação, nível macro. A oficina mostrou-se um bom campo de observações sobre uma atividade muito rápida, ao mesmo tempo densa, de atividade maker com

educadores e educadoras do país. A observação visou coletar elementos da práxis do docente Blikstein em uma atividade com outros/as docentes, permitindo que a obra referenciada e os discursos abordados sejam colocados em perspectiva de processo educacional em curso. A oficina utilizou a abordagem *multimodal learning* (BLIKSTEIN; WORSLEY, 2016b; WORSLEY; BLIKSTEIN, 2013), no caso, a prática baseada na comparação de duas modalidades diferentes de meios para explorar o mesmo fenômeno. Na atividade, tratou-se do experimento científico difusão de partículas em água e teoria cinética. Em suma, uma certa quantidade de pigmento era colocada em dois recipientes, um com água quente e outro com água fria.

A oficina começa diretamente com a aproximação aos componentes físicos do experimento, sem explicação prévia da teoria de suporte ou do comportamento planejado dos líquidos. Terminado o experimento, as pessoas participantes são convidadas a desenhar ou escrever a história da experiência, em uma tentativa de documentar a sequência de acontecimentos. Após a verificação e exposição pelos docentes/alunos, acontece a primeira discussão sobre os conceitos, que culmina com a proposição de programação do mesmo experimento no NetLogo, uma linguagem multiagente para programação em ambientes educacionais. Exercitados os três modais, empírico, descritivo e virtual, é feita uma discussão sobre resultados e reflexões. São debatidos temas sobre o modelo ideal, representado pela programação desenvolvida em um computador, com a mediação de uma linguagem de programação, e o modelo real, no exemplo, um experimento realizado com corante e água. Embora o grupo tenha reconhecido que o modelo real apresenta vantagens, há concordância que uma atividade de simulação tem potencial maior em termos de tempo de possibilidades de expansão, pois a linguagem de programação tem a flexibilidade necessária para servir a diversos propósitos de aprofundamento em conceitos. Observe-se que a abertura do Fic promoveu uma mesa redonda onde as diferenças entre o real e o mediado por tecnologias foi discutido.

Blikstein discorre que é desejável que valores como pensamento crítico, pensamento computacional e empoderamento estejam presentes nos currículos, mas há dificuldades práticas em colocá-los em sala de aula. Alguns dos problemas que o professor identifica sobre atividades com tecnologias digitais em educação são: a) assumir que a teoria explica tudo; b) incorporar o laboratório como um local de recreação; e c) fazer experimentos apenas para confirmar a teoria. Para Blikstein, colocar diferentes modais lado a lado ajuda a identificar os “eventos discrepantes”, pois se um modelo é apenas uma simplificação da realidade, elementos reais de química, física, entre outros, sofrem com as limitações materiais para a expansão. A prática multimodal sugeriu às pessoas presentes que as atividades factuais (em materiais físicos) são melhor compreendidas ao lado de atividades virtuais (com concorrência de uma linguagem computacional, no exemplo citado). O professor de Stanford considera importante a atividade multimodal para a preparação a um “mundo VICA”⁸⁷: volátil, incerto, complexo e ambíguo.

A partir desta multimodalidade de experimentos, Blikstein argumenta que a atividade maker proporcionaria o “*hands-on, heads-in*”, ou seja, expande-se do manual para o engajamento e a reflexão crítica. Para Blikstein, ao estimular diferentes mídias, principalmente com o concurso de tecnologias digitais para a exploração de problemas científicos, é oferecida uma alternativa à “forma masculina de resolver problemas: determinística e formal”. Dessa forma, Blikstein corrobora com as críticas ao viés extremamente centrado em recortes, como os de “gênero, geração, raça e etnia (MERKLE, 2010)”, e epistemológicos (TURKLE; PAPERT, 1992) na constituição de currículos. Blikstein alerta para que tome-se cuidado para “não colocar apenas a sua visão de mundo no currículo”. Não o fazendo, segundo o professor de Stanford, perpetua-se um discurso opressivo materializado em processo educacional. O

87 A sigla VICA vem da proposta da OCDE de desenvolvimento de competências para resolução de problemas. Esta abordagem foi utilizada em 2012, no PISA, para a avaliação de resolução de problemas. Em inglês: “*increasingly uncertain, volatile and ambiguous world*” (CENTRE FOR EDUCATIONAL RESEARCH AND INNOVATION, 2017).

desafio, para Paulo Blikstein, é democratizar o movimento maker e não escolarizá-lo, como aconteceu com as iniciativas tradicionais de informática na educação⁸⁸.

Como fundamentos para criação de currículos maker, Blikstein argumenta os seguintes pontos:

- Necessidade de expandir o espaço maker, ou seja, que efetivamente faça parte das atividades da escola;
- relacionar atividades maker com outras disciplinas;
- começar com a prática;
- diminuir o currículo;
- efetivamente promover o hábito de pesquisas com maior duração, longas, evitando o incentivo a resultados rápidos;
- evitar a autosseleção das pessoas participantes do espaço.

Blikstein observa que projetos de autoria, normalmente, não são “bonitos”, ou seja, o que importa não é a apresentação, o formato desenvolvido, mas o quanto o projeto foi trabalhado ao longo do processo. Neste ponto, a observação de Blikstein lembra muito dos projetos de robótica educacional com materiais retirados de sucatas tecnológicas: não são “bonitos” na aparência e são extremamente ricos em experiências de desmonte da caixa-preta e em processo de construção. Além disso, nesse tipo de atividade erros são valorizados. Ao final da oficina, o professor propõe a projeção de futuro a partir da reflexão sobre espaço maker baseado em questões que devem ser consideradas, tais quais “como garantir que as pessoas aprenderão”, “qual o tempo destinado para as práticas”, e “qual o nível de abertura para experimentações do espaço”.

Destaca-se também da oficina a constante reflexão sobre o papel da escola como local de diminuição das diferenças ocasionadas pela

⁸⁸ Neste ponto, Blikstein certamente retoma a crítica de Papert à escolarização da informática. Para Papert, a Escola fez com a informática aquilo que sabe fazer: criou – ou confinou-a – a um lugar, o laboratório; em um determinado período de tempo, o horário da aula; seguindo uma série de normas formais, um currículo. Esta crítica está exposta no bojo da obra de Papert e é encontrada diretamente no livro “A máquina das crianças (PAPERT, 2008)”

falta de acesso a experiências, artefatos e formas de explorar e conhecer. Blikstein argumentou que a escola deve apontar para um senso de realidade, ou seja, voltar-se a formas e experiências que ocorrem no mundo externo ao ambiente controlado de educação; e também um senso de futuro, ou seja, onde as pessoas envolvidas no processo educativo querem que as crianças cheguem. Para Paulo, pequenas intervenções, pequenas experiências com tecnologias, incentivam crianças a pensarem em situação sobre sua existência enquanto participante de uma comunidade que necessita de participação para resolução de problemas. O que se propõe, então, é que o acesso a tecnologias de construção digital seja pleno e que, em caso de indesejadas escolhas sobre prioridade de destinação de recursos, que justamente aquelas escolas que menos têm equipamentos, computadores e materiais de construção sejam as primeiras a receberem um “movimento maker”. E finaliza: o desafio é a democratização.

4.6.4.1 Como “fazer” um vale do silício no Brasil

Os assuntos tratados na oficina continuaram no dia seguinte, 23 de março de 2017, durante a palestra de encerramento do Fic Maker. O professor Blikstein citou uma série de exemplos de trabalhos com robótica em São Paulo, Tailândia, Estados Unidos, entre outros locais, para apresentar o argumento de que o acesso a tecnologias digitais potencializa a experiência de resolução de problemas reais. Isto remete ao título do livro publicado pelo grupo FabLearn, *Meaningful Making (BLIKSTEIN; MARTINEZ; PANG, 2015)*, advogando que atividades maker devem ter um significado para quem as pratica na educação. Dentre os outros exemplos de trabalhos significativos, expôs casos de robótica em São Paulo, um carrinho de bebê automatizado efetivamente implementado por alunas de escola pública e um protótipo de utilização de energia cinética a partir no movimento de veículos; e da Tailândia, com a construção de um sistema de controle de distribuição de água na escola e de controle de irrigação em área rural.

Ao finalizar, Paulo Blikstein expôs um pensamento sobre a “busca pelo vale do silício brasileiro”: “Os sonhos que temos dependem da época em que vivemos. E o sonho que devemos ter hoje em dia, em uma época em que o Brasil tem tantos problemas, é quase amoral termos sonhos individuais. [...] No Brasil em que vivemos hoje, temos de ter o sonho de mudança social, um sonho de ajudar as pessoas com menos oportunidades. Tem de ser um sonho de refundar o Brasil. E a ciência e a tecnologia, que é o que vocês fazem, é uma parte importante desta refundação do Brasil porque é só com ciência e só com tecnologia que vamos sair de onde estamos e chegaremos a ser um país desenvolvido. Muitas pessoas vêm para Stanford e me perguntam ‘como que eu faço um vale do silício no meu país ou no meu estado? Eu quero fazer um vale do silício no Ceará. Eu quero fazer um vale do silício na Rússia. Na Austrália. Qual é a fórmula do Vale do Silício?’ E eu falo para eles ‘a fórmula do Vale do Silício é: vai olhar as suas escolas, vai olhar as universidades que vocês têm; olha para os jovens que estão lá com ideias, com vontade de criar coisas, de inventar coisas; lá é que está o vale do silício’. Então eu queria terminar dizendo que o vale do silício dos brasileiros não está em importar uma fórmula de Stanford, não está em investidores, o vale do silício brasileiro são vocês”.

5 Epílogo

Este epílogo condensa a discussão sobre laboratórios de construção digital com base em conceitos adquiridos em estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Trata-se de um capítulo que, a partir das experiências narradas no curso da tese, apresenta uma base epistemológica para ações em laboratórios de construção digital em perspectiva de Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade. As discussões na via CTS centralizam-se nas obras de Álvaro Vieira Pinto e Paulo Freire, que estão expostos diretamente no capítulo 2. Ao longo da tese, argumentou-se que um movimento maker na educação brasileira deve levar em conta a práxis educacional proposta por pensadores da situação nacional e também da educação endógena. Esta proposição é cumprida, em parte considerável, na influência e exposição de ideias de Freire na obra de Blikstein. Com vasta produção intelectual reconhecida internacionalmente, a obra de Freire permite novas inferências nos mais variados interesses educacionais, inclusive nas tecnologias digitais, tema ao qual o pedagogo brasileiro não se dedicou diretamente. Álvaro Vieira Pinto colabora a partir da reflexão sobre técnicas, tecnologias e impactos na sociedade brasileira, principalmente no pensamento que pugna pela autonomia nacional e pelo desenvolvimento dos não desenvolvidos. Além disso, Vieira Pinto oferece o conceito de tecnologia baseado no trabalho humano, em um constante ser-para-si. Vieira Pinto também auxilia na compreensão de tecnologias, neste texto centralizada a discussão em espaços para educação, como um encontro para a ação e um (re)encontrar a inteligência das pessoas que efetivamente compõem a sociedade, não somente das diversas elites que normalmente tentam guiar-lhes.

A importância de discutir ideias de autores como Vieira Pinto e Freire está em construir reflexões de tecnologias em pensamentos decolonizados e também em reforçar o arcabouço analítico e conceitual da comunidade de estudos de tecnologias para a liberdade na educação. O

aprofundamento das questões que permeiam a atividade humana em educação, nesta tese a ideia maker, faz aflorar diferenças e disputas antes ou silenciadas ou naturalizadas. Freire e Vieira Pinto foram pensadores que pugnavam por uma democracia radical, trazendo a perspectiva dos excluídos (Freire) e dos "atrasados" (Vieira Pinto) para pensar as tecnologias como liberdade. A práxis em tecnologias é corrente na perspectiva dos centros metropolitanos de poder, conforme visto em Vieira Pinto, entretanto há pouca atenção à totalidade de pessoas que, estruturalmente, não participam dos avanços obtidos com o desenvolvimento de recursos digitais. A diminuição das distâncias, ou a equidade na educação, é um projeto do vir a ser nacional e, em última análise, a continuidade do próprio processo de Democracia. Trata-se, portanto, de uma exigência social "a que se destina a contornar um obstáculo objetivo comum a todos" (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:212).

Os dois autores também reforçam a necessidade de expandir e consolidar um pensamento latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade que visa o reconhecimento e resolução dos problemas autóctones, e também a concretude de tecnologias na sociedade. Trata-se de reconhecer, então, que há múltiplas possibilidade de prática da autonomia com tecnologias em educação que não sejam reprodução de propostas alóctone. Neste intento, é importante valer-se das contribuições da filosofia em Vieira Pinto e da crítica em Freire, mesmo que em partes ambas possam ser percebidas também criticamente. Em grande parte, os projetos de tecnologias em ambientes educacionais centram-se em instrumentalismo e determinismo, o que trata-se de uma delimitação do potencial de liberdade possível com a democratização desejada em ambiente escolar. Para apontar modificações que não sejam exclusivamente restritas ao instrumental, discutem-se na próxima seção contribuições de Vieira Pinto e Paulo Freire para a práxis na construção digital no Brasil. Importa incluir na epistemologia maker que a pessoa "faz-se naquilo que faz" (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1: 237).

5.1 Vieira Pinto e Freire: construção digital e práxis na educação brasileira

Buscam-se em estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade elementos epistemológicos que para influenciar discussões e questionamentos à educação através da construção digital, especialmente em uma perspectiva local que afasta-se da reprodução de modelos e práticas externas. Assim, os capítulos anteriores apresentaram a dimensão explicativa e representativa de movimentos de construção digital na arena educacional brasileira. Bases teóricas e ideológicas estão presentes nos usos e apropriações que as pessoas dão a tecnologias na educação, portanto as discussões desta tese baseiam-se na perspectiva humanista de Vieira Pinto e na perspectiva de autonomia e democracia de oportunidades de Paulo Freire. A reflexão sobre as necessidades locais objetiva propor soluções significativas para o ambiente que está em processo dialógico de educação.

Trata-se, então, de uma discussão em educação que afirma o fato de que cada pessoa está em processo constante de educar-se – formal ou informalmente – com fins de também melhorar sua participação social, seu labor e suas oportunidades de vida. Entretanto, mesmo assumindo a dimensão individual na educação constante, trata-se de posicionar-se epistemologicamente na aceção de que, o crescimento do indivíduo também se dê com relevância ao social, com base científica e técnica a serviço da ideia de melhoria ou desenvolvimento histórico contínuo da vida do coletivo. Postula-se que construção digital em educação deve elaborar-se para o que Freire (1987, pt. 2758) chamou de “adesão à práxis verdadeira”, ou seja, o reconhecimento de que há uma realidade injusta de iniquidade que deve ser combatida promovendo ações revolucionárias na educação. Cada ideia maker trazida a esta ideia é um meio de produção para ações na educação, cf visto em Vieira Pinto.

A inspiração buscada em Vieira Pinto extrapola as fronteiras da necessidade instrumental rumo ao entendimento das potencialidades do

uso de instrumentos cibernéticos como mediação para finalidades humanas. Este entendimento, consumido, traduz-se em produção de existência. Existência essa do ser para si ou do ser para outro. Em Paulo Freire há o chamado para uma autonomia, um usar de tecnologias para empregar, compreender e expandir uma sociedade em constante diálogo. Com Vieira Pinto está a se propor, então, a discussão política ao lado da discussão sobre tecnologias em relação ao estado de desenvolvimento social:

As construções cibernéticas têm uma história da qual somos testemunhas, e por isso nada encerra de enigmático ou desconhecido. São produto da evolução tecnológica, representam a base da técnica produtiva em nossa época, mas, como não podia deixar de ser, têm por origem primeira a racionalidade humana, porquanto evidentemente não podem ser consideradas seres naturais. Por conseguinte, estamos impossibilitados de empreender qualquer tentativa de compreender-lhes o significado se não incluirmos na compreensão da essência delas o papel criador desempenhado pela inteligência humana que, nos tempos presentes, em vista da posse anterior de outras realizações tecnológicas, sente a necessidade de elaborar a produção de novos artefatos com as qualidades dos atuais. Sendo a resposta do homem a uma necessidade imperiosamente sentida, não é preciso dizer que só se pode compreender essa necessidade se nela virmos uma expressão do estado vigente do desenvolvimento social. Toda técnica resume-se a responder a uma exigência da sociedade (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:19, destaques artificiais).

A discussão do conceito de tecnologia em Vieira Pinto remete a ideias que fogem do ideário instrumental e pervadem a própria definição de humanidade. (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:219) Para o filósofo, as acepções reconhecidas da palavra são estudo da técnica (modo de produzir alguma coisa), técnica (*know how*), conjunto de todas as técnicas de uma sociedade, e ideologização da técnica. E, por derradeiro, mostra uma espécie de linearidade na compreensão incorreta da tecnologia a partir da técnica:

Se a técnica configura um dado da realidade objetiva, um produto da percepção humana que retorna ao mundo em forma de ação, materializado em instrumentos e máquinas, e entregue à transmissão cultural, compreende-se tenha obrigatoriamente de haver a ciência que o abrange e explora, dando em resultado um conjunto de formulações teóricas, recheadas de complexo e rico conteúdo epistemológico. Tal ciência deve ser chamada de "tecnologia", conforme o uso generalizado na composição das denominações científicas (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:221).

Segundo Vieira Pinto, a maioria dos autores que estudam aspectos da tecnologia “pertencem à multidão daqueles que concebem a técnica na condição de coisa em si, e portanto examinam-na do mesmo modo como procederiam com qualquer outro objeto subsistente materialmente, oferecido ao exame do especialista” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:236). Assim, Vieira Pinto propõe tecnologia como a ciência que abrange explora a técnica, “dando em resultado um conjunto de formulações teóricas, recheadas de complexo e rico conteúdo epistemológico” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:221). Vieira Pinto mostra que sem uma “logia”, a análise da técnica seria feita “à causalidade das opiniões pessoais, ao exame feito a partir dos pontos de vista inadequados”, defendendo, então, uma análise com fundamentos filosóficos distantes dos “técnicos” sem consciência daquilo que fazem (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:222). Técnicos que, segundo Vieira Pinto:

Infelizmente, por deficiência da correta formação crítica, mostram-se incapacitados para apreciar a natureza do trabalho que executam e de sua função nele. A atividade, o ser social do técnico, assim como as artes que pratica, tornam-se objeto da reflexão de quem escolhe um plano de compreensão mais geral (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:222).

Não seria possível, então, entender tecnologia sem antes assumir que, nas palavras de Vieira Pinto (2005, p. 1:237), a teoria fica colada ao objeto, afastando a ideia de “o homem faz-se naquilo que faz. Ambos os aspectos têm de ser incluídos na epistemologia geral da tecnologia”. O filósofo alerta que trata-se de uma visão parcial, visto que “quase infalivelmente o papel do homem é ignorado”, resultando em um “estreitamento do campo de percepção do indivíduo, confinado às operações executadas às máquinas com que opera” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:233). Este estreitamento de percepção acontece ao abordar tecnologia no viés puramente instrumental, particular e alóctone. Mesmo reconhecendo que este viés faz parte da compreensão do ato produtivo, não pode constituir-se em um delimitador: “desse modo, a prática aparentemente mais grosseira ou confinante conduz, pela apreensão do seu significado teórico ou epistemológico, à aquisição do universal,

representado pelo igual valor existencial do trabalho de cada homem” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:223).

A práxis em Vieira Pinto condiz com a mediação, conforme visto em Freire: “existência de sujeitos que pensam mediados por objetos ou objetos sobre que incide o próprio pensar dos sujeitos” (FREIRE, 1996, p. 37). Freire e Vieira Pinto mostram, então, a técnica como mediação para “a aquisição do universal”. Esta aquisição do universal, tomando a expressão de Vieira Pinto, acontece no ambiente educacional com o viés apontado por Freire, que pensa na pessoa histórica, na pessoa cultural, a partir do fazer e crescer à realidade, em processo de humanização (FREIRE, 1967, p. 43).

Entretanto, embora Freire e Vieira Pinto apontem para uma abordagem de tecnologia como forma de liberdade, o interesse da prática de tecnologias digitais em educação tem pouco de questionamento crítico em sua recepção. A tecnologia, para Vieira Pinto, é utilizada para a sedimentação de interesses econômicos a partir da alienação gerada pela criação de uma mentalidade que assume os centros dominadores econômicos como detentores e geradores do conhecimento. Os erros, para Vieira Pinto (2005, p. 1:266) são: “que a tecnologia consubstancia um bem a ser adquirido pelo país atrasado, pagando caro por ele, se quiser progredir; outra, a de que a tecnologia é produto exclusivo da região dominante, e só aí pode ter origem”⁸⁹. Por isso Freire aponta para uma educação em que o “eu fabrico” não seja suficiente, e que o “eu me maravilho” seja a demonstração “de uma educação que levasse o homem a uma nova postura diante dos problemas de seu tempo e de seu espaço” (FREIRE, 1967, p. 93). Ainda, para melhor discutir uma prática em tecnologia, outra reflexão de Vieira Pinto merece destaque. A tecnologia de cada grupo humano é a forma com que este grupo relaciona-se com as

89 Vieira Pinto sobre a relação dominador/dominado: “Não será simples coincidência, mas ao que parece útil, embora talvez inconsciente índice da situação, que uma das inovações terminológicas introduzidas pela pedagogia do dominador no ensino do país colonizado e higrófilo seja a criação do ‘mestrado’, estágio de formação profissional estranho às nossas tradições, importação típica da área imperialista, acolhida com entusiasmo pelos pedagogos indígenas em razão das despercebidas mas poderosas associações com o verbo ‘amestrar’, em seu sentido circense”.

necessidades materiais e sociais na época em que está. Essa “tecnologia” é consubstanciada em:

Grupos de fatores reais: (a) posse dos instrumentos lógicos e materiais indispensáveis para chegar à nova realização; (b) exigência desta por parte da sociedade. Por isso, nenhuma tecnologia antecipa-se à sua época, ou a ultrapassa, mas nasce e declina com ela, porque exprime e satisfaz as carências que a sociedade sentia em determinada fase de existência (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:284).

Em educação, a tecnologia apontada por Vieira Pinto e Freire é uma acumulação histórica e que afasta-se da ideia de revolução. Embora o potencial de construção digital na escola seja imenso para praticar um estilo de educação menos dependente de modelos e viável à participação em coletividade, trata-se de uma série de recursos, técnicas, equipamentos e práticas que estão em constante acúmulo histórico e cultural pelas sociedades. Assim, a revolução não está no espaço, nos equipamentos propostos; a revolução poderá acontecer a partir das práticas e do estilo de recepção que acontece com os equipamentos. Mediando uma educação voltada à autonomia e ao diálogo, os espaços de construção digital seriam, assim, revolucionários.

Dessa forma, esta tese postula que espaços de construção digital, mesmo os FabLabs que se apresentam como uma rede mundial conectada de fabricação, não estão isentos de vieses ideológicos e políticos. Freire é direto ao reconhecer que a educação é ideológica, e que esta característica ideológica leva gerações a perambularem entre otimismo e desesperança (FREIRE, 1967, p. 52). Para Vieira Pinto, não apenas a educação tem, mas toda tecnologia contém e transporta uma ideologia. A prática da técnica, segundo o filósofo, “conduz à modificação das ideias, podendo alterar as existentes, anulá-las ou introduzir outras, novas”. Assim, “todo objeto incorpora em si uma ideia, originada no pensamento de alguém, pertencente a uma sociedade determinada, na qual tem interesses”⁹⁰ (VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:320-323).

90 Vieira Pinto expõe uma “amostra do pensar ingênuo”: os filósofos “Marcuse, Heidegger e congêneres”. Para Vieira Pinto, aqueles pensadores aceitavam uma “técnica em escala planetária” e constituir-se-iam, basicamente, em futurólogos. Uma crítica forte é destacada: “Mesmo com modesta capacidade de entendimento percebe-se logo a ingenuidade que tal ideia [*de tecnologia em escala planetária*] resume. Representa um excelente espécime da maneira de pensar metafísicas, que ignora o relativismo da

Vieira Pinto aponta caminhos para que a sociedade incorpore as técnicas ao cotidiano, procurando a resolução das questões próprias mediadas por recursos e aparatos. Para Vieira Pinto:

Ao contrário do que poderia parecer a quem se detivesse apenas na observação formal do processo da tecnologia, não cabe aos técnicos de uma especialidade científica, enquanto especialistas, fazer a teoria da própria especialidade. E isso porque tal especialidade não existe isoladamente, mas pertence a um todo lógico, epistemológico fundado no processo da realidade objetiva e unicamente se explica em função da totalidade. A vulgarmente chamada "especialidade" científica não passa de um conveniente modo limitado de conceber a totalidade do real, explorá-la e conceituá-la em algum aspecto. O especial estabelece a forma particular em que se apresenta o universal. A elaboração de uma teoria, mesmo especial, tem de ser obra dos filósofos ou dos pensadores sociais, que, antecipadamente, (a) percebem tratar-se de uma questão genérica de caráter epistemológico, não podendo, portanto, ficar à merce dos estritos conhecimentos particulares de qualquer sábio ou técnico; (b) compreendem o fundamento do problema e o entendimento do papel da lógica na construção das teorias científicas, na modalidade inicialmente formal e na apreensão universal dialética (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:285).

Vieira Pinto propõe que a "teoria da própria especialidade" não seja restrita aos seus praticantes técnicos. Técnicos, aqui entendidos, como aqueles que possuem apenas o conhecimento formal, particular, do objeto. A apreensão do universal, abordada por Vieira Pinto, tem potencial de acontecer com a "discussão corajosa [*pelo homem*] de sua problemática" (FREIRE, 1967, p. 90). Assim, 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, especialmente na abordagem de Paulo Blikstein no FabLearn, que prevê uma alternativa à educação historicamente praticada na educação. Na nascente do FabLearn, está a ideia de que estudantes *tentem* ou *aprimorem* algo que tenham interesse em trabalhar (BLIKSTEIN, 2013, p. 6, tradução própria).

valorização histórica e privilegia o presente, o objeto situado diante dos olhos, porque se mostra inábil para pensar sob a espécie da transformação histórica. A técnica da qual agora se diz espalhada em escala planetária é naturalmente modalidade avançada, que tem origem e se apresenta concentrada nos países presentemente hegemônicos" (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:41).

Os caminhos apontados por Vieira Pinto mostram uma profunda crença na libertação do homem a partir da significação do estado social rumo a uma autodeterminação do futuro. Vieira Pinto aposta que não se trata de buscar um ponto de chegada no futuro, mas de

descortinar um horizonte envolvente infinito, no qual se contêm todas as contradições com as quais os homens se defrontarão algum dia, dentre as quais avultarão, chegando a hora da solução, aquelas que maior significado tenham para as exigências da humanidade em cada momento do porvir (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:701).

Ao embasar uma possível prática de computação e construção em um filósofo brasileiro, corre-se o risco do mesmo erro de análises educacionais que culminam em propor modelos de atuação. Tal risco é recorrente da experiência escolar formativa frequentemente confundida com currículos e métodos. Em Vieira Pinto encontra-se um desafio maior do que a pesquisa de métodos e técnicas de ensino – o desafio da práxis: “não pode haver teoria do conhecimento a não ser partindo da prática do conhecimento. Esta tese geral aplica-se com especial relevância quando consideramos sob o título de prática a criação das máquinas cibernéticas e o trabalho de processamento de dados nelas realizado” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:20). Nisto, Freire oferece elementos para uma educação que seja espaço de rebeldia, que identifique os métodos e processos científicos com a pessoa que se educa – isto levando em conta que docentes e discentes se educam – sem nunca afastar-se do conhecimento científico de base (FREIRE, 1996, p. 38)

Críticas de serem excessivamente “livres”, ou desligadas do “conhecimento” científico, são feitas à abordagem inspiradas em Vieira Pinto e em Freire. As potenciais críticas, se apresentadas como uma denúncia contra a prática de não seguir formas prescritas e formais de ação, estão incorretas. O que Vieira Pinto e Freire propõem a esta tese, enquanto discussão de espaços de construção digital, é que a base científica some-se à consciência das exigências da humanidade, do processo de hominização, e de discussões que busquem a transformação da realidade (FREIRE, 1987, pt. 1269). Inspirando-se em Freire, a

educação dialógica em espaços de construção digital não deve focar-se somente em anseios técnicos, mas também em torno de qual tema será posto o diálogo. É uma prática que respeita a visão das pessoas que se educam e também aponta para um posicionamento crítico quando o educando passar a uma fase de relacionamento e influência com a sociedade como um todo.

Vieira Pinto aponta que há debates formalistas no campo da cibernética – que podem explicar o excessivo viés *instrumental* das práticas de educação e computação através da preocupação centrada em currículos e métodos – que advêm, segundo o filósofo, de pensamentos behavioristas ou positivistas. E adverte: “é ilusória e sem consistência a discussão do conhecimento entendida como teoria pura” (VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:20). Esta “teoria pura” criticada por Vieira Pinto afastaria a prática da tecnologia, o que pode-se expandir para o afastamento de um olhar mais engajado da tecnologia – da significância da autonomia na educação, por exemplo – para atividades comuns de uso e aprendizado passivo de técnicas que, em última análise, distribuem riquezas nos centros metropolitanos hegemônicos.

Em Paulo Freire encontra-se uma reflexão sobre educação democrática centrada na realidade brasileira. O educador Freire afirmou que o ISEB foi um marco do pensamento brasileiro, pois questões nacionais foram pensadas por nacionais a partir de perspectivas autóctones. Iniciativas inspiradas em propostas anteriores são importantes, entretanto também demonstram um sentimento de dependência local com modelos exteriores de pensamento e ação. Essa preocupação frequente com “modelos” de desenvolvimento também é expressa na reflexão de Vieira Pinto. Para o filósofo, “modelo” é equiparado a “analogia”:

Podemos considerar ineficazes e ociosas as inúmeras perguntas de caráter epistemológico levantadas pelos teóricos da cibernética, que se esforçam em responder a elas construindo “modelos” do conhecimento. [...] Qualquer tentativa de esclarecer a verdadeira natureza do conhecimento humano por esse caminho e conseguir

“modelá-lo” mediante dispositivos cibernéticos, com finalidade de descobrir a essência dessa atividade cerebral e das características que possui no animal hominizado, é destituída de sentido pelas razões, entre outras, que a seguir apontamos. Primeira, porque estabelecer e verificar uma analogia já consiste em manejar os instrumentos do conhecimento em geral, e portanto redundante numa repetição de princípios. Segunda, porque uma analogia, no máximo, em reduzidíssimos casos, poderia retratar, mas jamais explicar, um processo, pois não se eleva acima do plano daquilo que, por hipótese, corretamente imitaria. Terceira, porque, segundo ensina a lógica elementar, o raciocínio por analogia somente conclui do particular ao particular, sem jamais se elevar ao nível do universal, onde naturalmente devem situar-se as verdades científicas(VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:21).

5.2 Making em uma abordagem CTS: bits, átomos e ideologias

Constata-se ao longo desta tese que há debates sobre construção digital em ambientes educacionais por matizes de pensamento que perpassam a Academia, chegando a pessoas que se identificam como parte do ideário do movimento *maker* e interessados em tecnologias computacionais recentes. Entre a imagem pública construída por ideólogos reconhecidos do movimento *maker*, a recepção social desta oportunidade de trabalhos com tecnologias digitais físicas e abstratas, e pesquisas acadêmicas no assunto, a contradição sobre uma “nova revolução industrial” e da proposição de que a educação acompanhe e seja parte desta revolução foram objetos de análise nesta tese, sob a luz de estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade.

O mais frequente argumento nos discursos públicos, que transmutam-se em uma questão proto *maker*, ou mesmo na aceitação pública, é a ideia de novidade, nova era, ou revolução, da popularização dos meios de produção individual. A este argumento dedica-se, majoritariamente, a *Maker Media*, uma entidade que é citada nesta tese e responsável por eventos de sucesso no setor, como a *Maker Faire*. Este ideário de revolução a partir de ferramentas digitais é identificado com “utopia californiana” por críticos, como Fonseca, Evangelista e outros citados anteriormente. Embora a utopia seja chamada de californiana, na mesma Califórnia, em Stanford, o brasileiro Blikstein tem pesquisa inspirada pelo brasileiro Paulo Freire e pelo sul-africano Seymour Papert.

Blikstein argumenta que o “fazer na escola” não é exatamente novo, mas nova seria a possibilidade da prática e do reconhecimento que a educação crítica é um espaço de ação para a autonomia e, em uma análise, para a democracia para as pessoas que se educam. Partindo de uma autonomia materializada em espaços, práticas e recepções, aponta-se para uma democracia de oportunidades. Autonomia e democracia materializam-se de ideologias nos materiais e nas práticas do cotidiano. Trata-se, assim, de propor um movimento *maker para si*, no sentido de que a construção digital não seja um trabalho para o outro, mas para o porvir na educação.

A centralidade da discussão está no fator “sociedade”, embora a própria palavra no singular não seja justa no reconhecimento de múltiplas sociedades. A multiplicidade de argumentos e debates sobre espaços de construção na educação faz coro com a multiplicidade de arranjos sociais. Multiplicidades de opiniões, mesmo considerando que várias são deterministas, também representam um caminhar histórico de reflexões, ideias e debates. É para esta evolução do debate sobre espaços de construção, em constante porvir histórico, que esta tese contribui com pesquisa sobre o estado da arte e oferta de contribuição com o referencial teórico de Vieira Pinto e Paulo Freire, utilizando as obras dos dois autores para discutir esta proposta na educação. Assim, educação e suas práticas tencionam a transformação material da realidade, discussão principalmente encontrada em Vieira Pinto e reforçada por Freire.

O pensador apontado por vários trabalhos como fundador dos FabLabs é Neil Gershenfeld. A crítica de Evangelista aos laboratórios de “modelo californiano” - que, em outras palavras, é o modelo estadunidense de continuidade de tecnologias digitais baseadas principalmente nas empresas daquele país - também é possível para FabLabs. Nesta seara, a obra do professor Gershenfeld apresenta em primeiro plano uma preocupação instrumental dos laboratórios e na formação de uma rede de colaboração transnacional sem uma discussão ampla de implicações e interconexões científicas, tecnológicas e sociais

destes espaços. 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. A originalidade e importância do trabalho de Gershenfeld está mais na instrumentalidade e na rede propostas (o “como fazer” um laboratório) do que em uma eventual discussão de FabLabs em escolas.

As propostas apresentadas por atores como Deloitte, Maker Media (Dougherty) e Anderson tentam vocalizar esta “revolução” que Gershenfeld não considera em curso. Em comum, Deloitte, Maker Media e Anderson têm uma forte ligação com o aspecto comercial do movimento *maker*, então é natural esperar que a construção discursiva apresente viés mercadológico. Em comum, as propostas destes três participantes da mercantilização do movimento *maker* veem um novo tempo, fato que Vieira Pinto mostra ser um erro comum cometido na História. Também há uma proposição de fusão do “mundo físico” com o “mundo de bits” por Gershenfeld. A pretensa separação entre os dois mundos é uma questão retórica. Já houve “bits” antes: ou sinais de fumaça, ou a voz, ou a escrita, ou ondas de rádio, entre inúmeras outras tecnologias, desempenharam um papel mediador entre pessoas que se relacionam em um mundo material. Edison previa “filmes cinematográficos” como solução para uma educação com eficiência, segundo um relato histórico oferecido por Blikstein. Este exemplo aponta para o que Vieira Pinto afirmou: todas as épocas se consideraram extraordinárias. Em comum a todas essas épocas, sejam de predominância de aspectos materiais, físicos, ou abstratos – os bits segundo denominação da atualidade –, há o aspecto humano organizado em forma de sociedades, cada um com culturas, valores e práticas distintas. A proposição do mundo físico modificado por um mundo virtual é impraticável, pois a totalidade das criações tecnológicas advém da projeção existencial humana.

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. O próprio ideário liberal exposto por Anderson, *Maker Media* e *Deloitte*, ao reportarem um arcabouço teórico encontrado em Hayek, denota que 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. Anderson fez a aposta mais interessada neste sentido, pois antevê o controle dos meios de produção nas mãos das pessoas através de impressoras 3D e outras ferramentas de construção e prototipação: aparenta ingenuidade, mas esta proposição é carregada de interesses que foram discutidos nesta tese.

Embora o cerne da proposição revolucionária *maker* esteja na mudança do mundo físico, os trabalhos também apontam para ameaças factíveis do crescente acesso às ferramentas e espaços de construção. Principalmente *Deloitte* e *Maker Media*, entre os citados nesta tese, veem que o espaço de construção pode ser usado como um meio para a automação da cópia de objetos. Em vez de ser o lugar para projetar, construir e propor artefatos, o laboratório pode servir também como ponto de “reimpressão” de arquivos retirados de um meio compartilhado. Em uma analogia a tempos recentes, resta claro que a internet apresenta locais de construção coletiva e compartilhada de conteúdos, conhecimentos e produções. Entretanto, o meio também serve para que estudantes repitam textos encontrados em sites em várias proposições de atividades escolares. Quanto aos objetos, ao fazer a cópia de um arquivo

produzido por outrem, a solução da fabricação imediata em três dimensões pode ser apenas de facilitação da atividade – da mesma forma que um texto copiado

Outro apontamento de Deloitte e Maker Media é sobre a iniquidade de acesso a meios de construção. Tal ponto também foi apontado por Blikstein, ao mostra que a prática de construção, isoladamente, não resolveria questões sociais e econômicas de acesso a tecnologias. O arcabouço teórico de CTS adotado por esta tese indica o reconhecimento que sociedades dialeticamente constroem e constroem-se em um sistema educacional. Nessa contradição social, o sistema educacional, há uma miríade de vertentes sociais com opiniões diferentes, setorizadas, inspiradas em autores como Hayek, Vieira Pinto, Paulo Freire, etc. Portanto, as críticas a um “modelo californiano” de espaços de construção são salutares em uma relação Norte-Sul – Brasil inserido – de intercâmbio constante de práticas e conhecimentos. Mormente destacar que a pedagogia crítica freiriana é uma constatação de que não há somente recepção passiva de conceitos advindos de fora, especialmente uma emergência de recomposição da práxis em situação local e cultural endógenas.

Cabe também um entendimento expandido da crítica de Fonseca, Fleischman e Evangelista: movimentos e pressões populares, culturais e sociais têm contribuições que devem ser chamadas ao debate para a constituição de políticas públicas. Em justaposição, há autores educacionais, como, Freire, Papert, Blikstein, entre outros, e pensadores, como Vieira Pinto, em quais os textos apontam a escola como lugar de transformação social, embora reconheçam a contradição de manutenção do sistema pela instituição. Logo, os relatos de âmbitos de atuação fora da escola como Ministério da Cultura e Fórum Social Mundial servem para a educação enquanto institucionalizada, mesmo reconhecendo que, historicamente, a escola é resistente a mudanças. A crítica destes âmbitos estranhos à escola reforçam o “fator perturbador” e a qualidade de

“alargar o limite de funcionamento”(VIEIRA PINTO, 2005, p. 2:309,316) de e com dispositivos cibernéticos na Educação. Portanto, as críticas são salutares para perturbar o sistema educacional como forma de acumulação de conhecimentos para as mudanças desejadas.

Fonseca e Evangelista alertam para não tomar como pronto o modelo tecno utópico californiano. Com mais profundidade, Evangelista, a partir de Foucault, diz que o liberalismo americano é uma forma de ser e pensar. Não há o reconhecimento pela comunidade de pesquisas de que o movimento *maker* californiano – ou participantes ativos deste movimento, como Anderson – são agentes interessados da mensagem liberal que estão propagando, mas a mensagem da preparação do indivíduo como um “campeão” ou um promotor da “nova revolução industrial” é modelada por um pensamento que propõe a superioridade do individual sobre o coletivo, ou o constante ignorar de questões políticas, culturais, históricas e sociais em consolidação na práxis. É nesta crítica ao viés liberal do modelo californiano que Fonseca e Fleischman, Evangelista e outros denunciam uma base industrial e comercial em laboratórios de construção digital. A inserção livre de laboratórios de construção não impede que os espaços de educação formal, por mais reparos que mereçam, também pratiquem a mesma liberdade apontada pela visão crítica aos laboratórios de construção.

Das discussões apresentadas, Blikstein aponta caminhos de prática para a liberdade em escolas. Como visto nas seções em que o discutem, Blikstein tem forte influência das pesquisas e ideários de Papert e Freire. Papert oferece uma teoria própria de aproximação às tecnologias, baseada no construcionismo, e Freire oferece, entre tantos temas, questões sociais, culturais, históricas e de classe da educação e da sociedade que são expandidas pela práxis docente. Blikstein também discute o tema currículo de maneira mais direta com as necessidades de atuação no espaço educacional. Dale Dougherty afirmou que muito do trabalho da MakerEd tem aspectos em comum com o TLTL, laboratório de

Blikstein. Entretanto, em contraponto às propostas baseadas na utopia californiana, que veem na suposta dificuldade de criar um currículo como uma ameaça ao movimento *maker* na escola, Blikstein aponta que a essência da construção digital na escola é uma oportunidade de experiência baseada na perspectiva freiriana de autonomia, que não se baseia em um currículo rígido e oferece oportunidades para olhar além da técnica.

Blikstein demonstra que a construção digital na educação não é um fato recente, mas tem história baseada em pesquisas anteriores que não intitulavam o espaço de construção como Laboratório de Fabricação. A novidade está na prática, na possível facilitação de acesso a equipamentos a partir da abertura de códigos e de seu consequente barateamento. Esta tese acrescenta que código aberto, ambiente menos opressivo, prática dialógica e incentivo à autonomia de quem se educa (educadores e educadoras) têm potencial de, a partir da prática em ambientes de computação, proporcionar também a *praxys* enquanto política de uma visão de mundo que indique, continuamente, a ficção na separação entre quem tem e quem não tem acesso, entre aqueles que Freire chamou de opressores e oprimidos.

A proposta de prática de uso de computadores, equipamentos eletrônicos e outros na construção com facilitação de mediação em laboratórios é coerente, pois não se pode esperar que a totalidade de estudantes envolva-se vivamente em programação, bricolagem, impressão 3D somente com a montagem de um espaço específico para este fim. 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. Assim, percebe-se que a potencial implantação de espaços de construção em escolas deve observar os exemplos de sucessos e de fracassos da entrada

– mesmo que uma entrada fechada em laboratório – de computadores no sistema educacional. Para endereçar estas questões, Blikstein apresenta uma proposta ousada para intervir no conceito de conteúdo para a educação: computadores e laboratórios de construção devem servir para aprender coisas novas.

Da linha de pensamento de Blikstein, depreende-se que utilizar o computador para estudar somente os mesmos métodos, o mesmo conteudismo, os mesmos objetivos de épocas pretéritas da história, pode atender ao objetivo de atender mais pessoas, distribuir mais conteúdo, em uma redução à questão de eficiência, do que à emancipação, empoderamento e mudanças conscientes nas vidas de quem educa, se educa e constitui sociedades. A reflexão de Blikstein inspira uma questão: se está a se propor o ensino do novo – novo aqui entendido como nova prática, novos objetivos, e não o novo como ideologia – apoiado em equipamentos e em computação; como isto se daria na prática? A resposta está nos fins educacionais para os quais são envidados esforços nas áreas de tecnologias digitais. Trata-se de tomar as ideias de computação, de movimento maker, como bens de produção, e não apenas de consumo.

Do arcabouço teórico baseado em Vieira Pinto e Paulo Freire, principalmente, trazido a esta tese, contribuiu-se no entendimento político educacional de espaços de construção. Quando Vieira Pinto aborda a questão da faculdade de projetar, a reflexão serve de base para ações em laboratórios de construção. Vieira Pinto mostra a faculdade de projetar como uma ponte que medeia, através do trabalho – e não por questões metafísicas – à função existencial da pessoa no momento em que impulsiona relações de ordem social. O projetar aqui mencionado é na vertente indicada por Vieira Pinto. Ao projetar, cria-se para si diferentes condições de vida e também estabelecem-se vínculos com as forças naturais⁹¹.

91 O estabelecimento de vínculo da pessoa com a natureza é uma das definições de trabalho. Vieira Pinto auxilia a esclarecer: "Na linha evolutiva que levará ao homem, no estado em que agora existe, a partir de certo ponto instalam-se condições de relacionamento dos indivíduos com a natureza e entre si, mediante o

Esta natureza não é a originária – e talvez hoje inexistente – intocada pela humanidade. As pessoas que fazem parte das sociedades, em uma amplificação, também fazem parte da natureza. O trabalho é que medeia a relação humanidade – meio. Dentro desta perspectiva, a criação de novos vínculos, o fazer para si, e a projeção de novas condições de vida interpolam-se entre o ambiente físico e social. E, como participante de uma coletividade, ao fazer para si também se está influenciando a teia de fazeres ao coletivo. Trazendo a reflexão para a área de educação, não está a se propor que uma atividade em um espaço de construção determinará um processo de mudanças existenciais na pessoa. O próprio projetar em um espaço de construção é uma fase em um longo processo de mudanças das condições existenciais e de estabelecimento de relação. Interessa para a educação se a condição existencial e as relações praticadas e aprendidas no espaço escola tenderão à consciência ou à alienação.

Consciência *versus* alienação – ou mesmo inconsciência – são termos que oferecem contradições que não serão resolvidas apenas com atividades em computadores e espaços de construção. Entretanto, a atividade do domínio da mediação tecnológica, conjugada à busca pela quebra da caixa-preta, e a visualização da possibilidade de transformação material da realidade são inspirações obtidas na obra de Vieira Pinto que também servem para a concepção teórica e ações práticas em espaços de construção. Ao se propor o espaço de construção como uma mediação, estimula-se que o projeto vá além do espaço. O projeto a ser desenvolvido no espaço tornar-se-á, dessa forma, projeção. Esta projeção está desde a gênese da ideia e estará presente na constituição existencial influenciada pela atividade que inspira a ir além do objeto.

Ao se falar em gênese da ideia, inspirado no texto de Vieira Pinto, vai-se além do pensamento puramente descritivo ou classificatório de uma atividade com computadores e ferramentas digitais. Essas são

tipo de atividade chamada trabalho, que inaugura um novo plano da realidade, exclusivo para este ser vivo, o plano social”(VIEIRA PINTO, 2005, p. 1:111).

escolhas políticas de educação: desejar-se-á que estudantes sejam descritores e classificadores ou que possam alargar o pensamento na resolução de questões de vida? Segundo Vieira Pinto, a abstração formal é apenas uma escala para explicação dos engenhos conhecidos. Esta abstração, que para Vieira Pinto trata-se apenas de uma escala, é para políticas de aprendizado baseadas em argumentos de, por exemplo, *Maker Media*, o objetivo final da educação com espaços de construção. Entretanto, a teoria em Vieira Pinto permite assumi-la como etapa da produção de conceitos amplos.

Ao tomar a ideia de Blikstein sobre computadores e espaços de construção não para ensinar as mesmas coisas que há décadas ou séculos são praticadas em educação, mas para questões que a atualidade terá de enfrentar, que vão desde empregabilidade até ambiente biológico, a filosofia de Vieira Pinto e a pedagogia de Paulo Freire encontram propostas políticas para o mundo prático. A contradição sobre encontrar ou compreender os desafios da sociedade atual e lidá-las no campo educacional tem um início de resolução a partir do conceito que a máquina, e o espaço, são o início da interpretação da realidade. Um espaço onde a pessoa dialoga para a constituição do seu ser e para a liberdade de fazer e ser.

6 Referências

ABRAHAMSON, Dor et al. Eye-Tracking Piaget: Capturing the Emergence of Attentional Anchors in the Coordination of Proportional Motor Action. **Human Development**, [s. l.], n. 58, p. 218–244, 2015. Disponível em:

<<http://ccl.northwestern.edu/2016/Abrahamson.Shayan.pdf>>

AGÊNCIA BRASIL. BNDES lançará publicação sobre os 50 anos da morte de Getúlio Vargas. [s. l.], 2004. Disponível em:

<<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2004-06-10/bndes-lancara-publicacao-sobre-os-50-anos-da-morte-de-getulio-vargas>>

ANDERSON, Chris. **Free: The Future of a Radical Price**. London: Random House Business Books, 2009. Disponível em:

<https://books.google.com.br/books/about/Free.html?id=K5h4Dage2zAC&source=kp_cover&hl=en>

ANDERSON, Chris. **Makers: The New Industrial Revolution**. first ed. New York, NY, USA: Crown Business, 2012.

BARBOSA E SILVA, Rodrigo. **Abordagem Crítica de Robótica Educacional: Álvaro Vieira Pinto e Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Tecnologia, 2012. Disponível em:

<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/388/1/CT_PPGTE_M_Silva,%20Rodrigo%20Barbosa%20e_2012.pdf>

BARBOSA E SILVA, Rodrigo; MERKLE, Luiz Ernesto. Perspectivas educacionais FabLearn: conceitos e práticas maker no Brasil. In: FABLEARN BRAZIL 2016 2016, Universidade de São Paulo. **Anais...** . In: FABLEARN BRAZIL CONFERENCE 2016. Universidade de São Paulo Disponível em:

<https://www.academia.edu/28491291/Perspectivas_educacionais_FabLearn_conceitos_e_pr%C3%A1ticas_maker_no_Brasil>. Acesso em: 10 out. 2016.

BARBROOK, Richard; CAMERON, Andy. **THE CALIFORNIAN IDEOLOGYAlamut: Bastion of Peace And Information**, 1996. Disponível em:

<http://www.alamut.com/subj/ideologies/pessimism/califIdeo_I.html>. Acesso em: 23 jun. 2015.

BAZZO, Walter; LISINGEN, Irlan Von; PEREIRA, Luiz T. V. **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Spain: Organização De Estados Ibero-Americanos Para A Educação, A Ciência E A Cultura (OEI), 2003. Disponível em:

<http://www.oei.es/salactsi/Livro_CTS_OEI.pdf>. Acesso em: 20 maio. 2015.

BEZERRA, Arandi et al. Tecnologias Livres e Ensino de Física: Uma Experiência na UTFPR. In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF 2009, Vitória - ES.

Anais... . In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF. Vitória - ES Disponível em:

<http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_tecnologiaslivreseensino.trabalho.pdf>

BLIKSTEIN, Paulo. Travels in Troy with Freire: technology as an agent for emancipation.

In: NOGUERA, P.; TORRES, C. A. (Eds.). **Social Justice Education for Teachers: Paulo Freire and the possible dream**. Rotterdam, Netherlands: Sense, 2008. p. 205–244.

BLIKSTEIN, Paulo. **O Brasil precisa de consenso sobre o que quer na educação**.

[s.l: s.n.]

BLIKSTEIN, Paulo. **Tecnologia aplicada à educação deve ser acessível a todos, afirma Blikstein.** [s.l: s.n.]

BLIKSTEIN, Paulo. **National Science Foundation honors Paulo Blikstein with prestigious CAREER Award.** [s.l: s.n.]

BLIKSTEIN, Paulo. Digital Fabrication and "Making" in Education: The Democratization of Invention. In: WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C. (Eds.). **FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors.** Bielefeld: Transcript Publishers, 2013.

BLIKSTEIN, Paulo. **Paulo Blikstein, The Maker Movement and Education: The final revenge of progressive education, or just another fad?** UC Berkley

BLIKSTEIN, Paulo. **Fablabs, Makerspaces in Schools: Final Revenge of Progressive Education?** Aarhus University, Denmark

BLIKSTEIN, Paulo. Re-empowering Powerful Ideas: Designers's Mission in the Age of Ubiquitous Technology. In: INTERACTION, DESIGN AND CHILDREN 2014c, Aarhus University, Denmark. **Anais...** . In: INTERACTION, DESIGN AND CHILDREN. Aarhus University, Denmark Disponível em: <<http://idc2014.org/keynotes/>>. Acesso em: 17 mar. 2015.

BLIKSTEIN, Paulo. **4 maker myths debunked.** [s.l: s.n.]

BLIKSTEIN, Paulo. **Debate Aprendizagem mão na massa - Paulo Blikstein e Heloisa Neves.** [s.l: s.n.]

BLIKSTEIN, Paulo. Viagens em Troia com Freire: a tecnologia como um agente de emancipação. **Educação e Pesquisa**, [s. l.], v. 42, p. 837-856, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022016000300837&nrm=iso>. Acesso em: 18 abr. 2017.

BLIKSTEIN, Paulo. **Faculty Profiles.** [s.d.]. Disponível em: <<https://ed.stanford.edu/faculty/paulob>>. Acesso em: 22 jul. 2014.

BLIKSTEIN, Paulo; MARTINEZ, Sylvia Libow; PANG, Heather Allen (EDS.). **Meaningful Making: Projects and Inspirations for Fab Labs + Makerspace.** Torrance, CA USA: Constructing Modern Knowledge Press, 2015. Disponível em: <http://fablearn.stanford.edu/fellows/sites/default/files/Blikstein_Martinez_Pang-Meaningful_Making_book.pdf>

BLIKSTEIN, Paulo; WORSLEY, Marcelo. Children are not Hackers: Building a Culture of Powerful Ideas, Deep Learning, and Equity in the Maker Movement. In: PEPPLER, K.; KAFAI, Y.; HALVERSON, E. (Eds.). **Makeology: Makerspaces as Learning Environments (Volume 1).** New York and London: Routledge, 2016. a.

BLIKSTEIN, Paulo; WORSLEY, Marcelo. Multimodal Learning Analytics and Education Data Mining: using computational technologies to measure complex learning tasks. **Journal of Learning Analytics**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 220-238, 2016. b. Disponível em: <<https://learning-analytics.info/journals/index.php/JLA/article/view/4383>>. Acesso em: 20 set. 2016.

BLIKSTEIN, Paulo; ZUFFO, M. K. As sereias do ensino eletrônico. In: SILVA, M. (Ed.). **Educação online.** São Paulo: Loyola, 2003. p. 23-38.

BOYLE, Martin. The History of Mr. Papert. **Logo Exchange**, Journal of the ISTE Special Interest Group for Logo-Using Educators. [s. l.], v. 17, n. 2, Journal of the ISTE Special Interest Group for Logo-Using Educators, p. 8–14, 1999. Disponível em: <<http://el.media.mit.edu/logo-foundation/resources/nlx/v17/Vol17No2.pdf>>

BRANDÃO, Cláudio Henrique Pessoa; FRANÇA, Cláudia Gomes. Do low tech ao high tech: arte, história, ciência e tecnologia por meio do desenvolvimento de autômatos (CEFET-MG, 2016). In: FABLEARN BRAZIL 2016 2016, USP. **Anais...** . In: FABLEARN BRASIL 2016: PROMOVEDO EQUIDADE NA EDUCAÇÃO PELO MOVIMENTO MAKER. USP Disponível em: <http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_103.pdf>. Acesso em: 2 maio. 2017.

BRASIL. **Decreto número 6300, de 12 de dezembro de 2007** Presidência da República, , 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6300.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. O Conceito de Desenvolvimento do ISEB Rediscutido. **Dados - Revista de Ciências Sociais**, [s. l.], v. 47, n. 1, p. 49–84, 2004. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=21800102>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Do Iseb e da Cepal à teoria da dependência. In: **Intelectuais e Política no Brasil: A Experiência do ISEB**. [s.l.] : Editora Revan, 2005. p. 201–232.

CAMPOS, Diego de Moraes. A consciência histórica “em” (e “de”) Álvaro Vieira Pinto. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL ESTADO E PODER: CULTURA 2010, Universidade Federal de Sergipe - 18 a 21 de outubro de 2010. **Anais...** . In: VI SIMPÓSIO NACIONAL ESTADO E PODER: CULTURA. Universidade Federal de Sergipe - 18 a 21 de outubro de 2010 Disponível em: <<http://www.historia.uff.br/estadoepoder/6snepc/GT12/GT12-DIEGO.pdf>>

CARNOY, Martin. **Education as cultural imperialism**. New York: David McKay Company, Inc, 1974.

CARNOY, Martin. **School vouchers are not a proven strategy for improving student achievement**. Washington, D.C.: Economic Policy Institute, 2017. Disponível em: <<http://www.epi.org/publication/school-vouchers-are-not-a-proven-strategy-for-improving-student-achievement/>>. Acesso em: 5 set. 2017.

CARVALHO, Liliane Maria Teixeira Lima De; MONTEIRO, Carlos Eduardo Ferreira. Reflexões sobre implementação e uso de laboratórios de informática na escola pública. **Roteiro**, Joaçaba, 2012. Disponível em: <http://www.researchgate.net/profile/Carlos_Monteiro11/publication/272678942_REFLEXES_SOBRE_IMPLEMENTAO_E_USO_DE_LABORATORIOS_DE_INFORMTICA_NA_ESCOLA_PUBLICA_Reflections_on_implementation_and_use_of_computer_laboratories_in_public_schools/links/54eb48e20cf29a16cbe5b851.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2015.

CELESTINO, Claudia Celeste; GÓIS, Wesley; LOZADA, Claudia de Oliveira. Projeto Astroem II e o Ensino de Física: abordagem hands on com enfoque interdisciplinar por meio de atividades experimentais com material de baixo custo. In: FABLEARN BRAZIL 2016 2016, USP. **Anais...** . In: FABLEARN BRASIL 2016: PROMOVEDO EQUIDADE NA EDUCAÇÃO PELO MOVIMENTO MAKER. USP Disponível em: <http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_188.pdf>. Acesso em: 2 maio. 2017.

CENTRE FOR EDUCATIONAL RESEARCH AND INNOVATION. **The nature of problem solving: using research to inspire 21st century learning**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/education/the-nature-of-problem->

solving_9789264273955-en>. Acesso em: 14 abr. 2017.

CLAIR, Adam. **Rule by Nobody: Algorithms update bureaucracy's long-standing strategy for evasion** *Real Life*, 2017. Disponível em: <<http://reallifemag.com/rule-by-nobody/>>

CORTÊS, Norma. **Esperança e Democracia. As idéias de Álvaro Vieira Pinto**,. 2001. Doutorado - Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro, IUPERJ, Rio de Janeiro, 2001.

CRUZ, Rodrigo Souza Da et al. Fabricação Digital no Ensino Médio Integrado a Educação Profissional: Um Experimento no Contexto Amazônico. In: FABLEARN BRAZIL 2016 2016, USP. **Anais...** . In: FABLEARN BRASIL 2016: PROMOVEDO EQUIDADE NA EDUCAÇÃO PELO MOVIMENTO MAKER. USP Disponível em: <http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_148.pdf>. Acesso em: 2 maio. 2017.

CURITIBA, Prefeitura Municipal De. **"Vamos provocar nas crianças a vontade de ser alguém representativo", diz Greca** *Agência de Notícias da Prefeitura de Curitiba*, 2017. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/vamos-provocar-nas-criancas-a-vontade-de-ser-alguem-representativo-diz-greca/40953>>

DAGNINO, Renato. Mais além da participação pública na ciência: buscando uma reorientação dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em Ibero-américa. **CTS+I**, [s. l.], n. 7, 2006. Disponível em: <<http://www.oei.es/revistactsi/numero7/articulo02.htm>>. Acesso em: 28 out. 2015.

DELOITTE. **Deloitte's center for the edge** *Deloitte's center for the edge*, 2015. Disponível em: <<http://www2.deloitte.com/us/en/pages/center-for-the-edge/topics/center-for-the-edge.html>>. Acesso em: 12 abr. 2015.

DELOITTE; MAKER MEDIA. **Impact of the maker movement**. London: Deloitte Center for the Edge, 2014. Disponível em: <<http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/technology-media-telecommunications/us-maker-impact-summit2-2014-09222014.pdf>>

DILNESAW, Mulluemebet et al. A cross-cultural study on FabLabs as educational environments. In: VENEW CONFERENCE 2013, Hochschule für Künste Bremen (University of the Arts), Bremen, Germany. **Anais...** . In: VENEW CONFERENCE. Hochschule für Künste Bremen (University of the Arts), Bremen, Germany Disponível em: <<http://venew.hfk-bremen.de/speakers/>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

DISESSA, Andrea A. **Changing Minds: Computers, Learning and Literacy**. Cambridge, Mass: MIT Press, 2000. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/2027/spo.3310410.0005.215>>

DOUGHERTY, Dale. **"Penso no movimento maker como um tipo de renascença", afirma Dale Dougherty**. [s.l: s.n.]

EVANGELISTA, Rafael. Singularidade, transhumanismo e a ideologia da Califórnia. In: 350 ENCONTRO ANUAL DA ANPOCS 2011, Caxambu, MG. **Anais...** . In: 350 ENCONTRO ANUAL DA ANPOCS. Caxambu, MG Disponível em: <http://www.anpocs.org/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=438%3Aanais-do-encontro-mrs-gps-sps&catid=62%3A350-encontro&Itemid=353>. Acesso em: 31 jan. 2015.

FABLEARN. **What is FabLearn?** *FabLearn*, s.d. Disponível em: <<http://fablearn.org/about/>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

FABLEARN. **Robótica Educacional com Gogo BoardFabLearn Brasil**, 2016. Disponível em: <<http://fablearn.org/conferences/brazil2016/oficinas/robotica-educacional-com-gogo-board/>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

FABLEARN BRASIL. **FabLearn BrasilFabLearn Oficinas**, 2016. Disponível em: <<http://fablearn.org/conferences/brazil2016/oficinas/>>. Acesso em: 2 maio. 2017.

FESTIVAL DE INVENÇÃO E CRIATIVIDADE. **Fic MakerFic Maker**, 2017. Disponível em: <<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1twySmPCLLJE6ogoBBzFfig0RW5eoNZ4YQR2cZt92-xw/pubhtml?gid=0&single=true&widget=false&headers=false>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

FNDE. **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação**Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação, , 2015. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/portaldecompras/index.php/produtos/laboratorio-de-informatica-proinfo>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

FONSECA, Felipe S. **Redelabs: Laboratórios Experimentais em Rede**. 2014. Universidade Estadual de Campinas, Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo, 2014.

FONSECA, Felipe S.; FLEISCHMAN, Luciana. **Arranjos Experimentais Criativos em Cultura Digital**. 2014. Disponível em: <<http://redelabs.org/livro/minc-14/1>>. Acesso em: 13 mar. 2015.

FOUCAULT, Michel. **Nascimento da Biopolítica**. [s.l.] : Martins Editora, 2008.

FREIRE, Paulo. **Educação Como Prática da Liberdade**. RIO DE JANEIRO: Paz e Terra, 1967.

FREIRE, Paulo. **Pedagogy of the oppressed**. New York, NY, USA: Seabury Press, 1974.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra (E-book Kindle), 1987.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da esperança : um reenc ontro com a Pedagogia do Oprimido**. São Paulo, SP: Paz e Terra, 1992.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, Marcos Cezar De. Economia e educação: a contribuição de Álvaro Vieira Pinto para o estudo histórico da tecnologia. **Revista Brasileira de Educação**, [s. l.], v. 11, n. 31, p. 80–95, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scieloOrg/php/reference.php?pid=S1413-24782006000100007&caller=www.scielo.br&lang=en>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

GAVASSA, Regina C. F. B. et al. Cultura Maker, Aprendizagem Investigativa por Desafios e Resolução de Problemas na SME - SP (Brasil). In: FABLEARN BRAZIL 2016 2016, USP. **Anais...** . In: FABLEARN BRASIL 2016: PROMOVEDO EQUIDADE NA EDUCAÇÃO PELO MOVIMENTO MAKER. USP Disponível em: <http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_127.pdf>. Acesso em: 2 maio. 2017.

GERSHENFELD, Neil. **Fab: the coming revolution on your desktop-from personal computers to personal fabrication**. New York, NY, USA: Basic Books, Inc., 2007. Disponível em: <<http://www.amazon.com/Fab-Revolution-Desktop-Computers-Fabrication/dp/0465027466>>

GERSHENFELD, Neil. How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution. **Foreign Affairs**, [s. l.], v. 91, n. November/December, 2012. Disponível em: <<http://cba.mit.edu/docs/papers/12.09.FA.pdf>>

GERSHENFELD, Neil; VASSEUR, JP. As objects Go Online: The Promise (and Pitfalls) of the Internet of Things. **Foreign Affairs**, [s. l.], n. March/April, 2014. Disponível em: <<https://www.foreignaffairs.com/articles/2014-02-12/objects-go-online>>

GONZATTO, Rodrigo Freese. **Design de Interação e a amaturalidade em Álvaro Vieira Pinto**. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Sociedade) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://www.utfpr.edu.br/curitiba/estrutura-universitaria/diretorias/dirppg/programas/ppgte/edital-defesas/2014/ppgte-mestrado-rodrigo-freese-gonzatto>>

GONZATTO, Rodrigo Freese; MERKLE, Luiz Ernesto. Vida e obra de Álvaro Vieira Pinto: um levantamento biobibliográfico. **Revista HISTEDBR On-Line**, [s. l.], v. 16, n. 69, p. 286–310, 2016. Disponível em: <<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8644246/0>>. Acesso em: 25 maio. 2017.

GRINTER, L. E. **Report on Evaluation of Engineering Education**. Washington, DC: ASEE, 1955.

GUARAPUAVA, Prefeitura Municipal De. **Segunda edição do LAB Makers incentiva o empreendedorismo criativo Prefeitura Municipal de Guarapuava**, 2015. Disponível em: <<http://www.guarapuava.pr.gov.br/noticias/segunda-edicao-do-lab-makers-incentiva-o-empreendedorismo-criativo/>>. Acesso em: 11 maio. 2017.

HAYEK, Friedrich A. **Os fundamentos da liberdade**. São Paulo: Editora Visão, 1983. Disponível em: <<http://www.libertarianismo.org/livros/fahofdl.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2015.

HAZAS, Mike; MARSDEN, Rebecca. Revigorating the Discipline: Pervasive Computing and Tomorrow's Computer Scientists. **IEEE Computer Societ**, [s. l.], n. July-September, 2007.

LEMANN CENTER. **Motivação**. Lemann Center for Educational Entrepreneurship and Innovation in Brazil. 2015. Disponível em: <<https://lemanncenter.stanford.edu/pt-br/motivacao/>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

LEVY, F.; MURNANE, R. J. **The new division of labor: How computers are creating the next job market**. Princeton University Press.

FabLearn Brasil 2016 (segundo dia, 1 de 4). Direção: LSI/USP. USPyoutube

FabLearn Brasil 2016 (segundo dia, 2 de 4). Direção: LSI/USP. USPyoutube

MAKER MEDIA. **Guidelines**. 2015. Disponível em: <<http://makerfaire.com/global/guidelines/>>. Acesso em: 22 out. 2015.

MAKERSPACE. **Makerspace Playbook: school edition**. s.l.: Maker Media, Inc, 2013. Disponível em: <<https://makered.org/wp-content/uploads/2014/09/Makerspace-Playbook-Feb-2013.pdf>>

MEDEIROS, Juliana et al. Movimento maker e educação: análise sobre as possibilidades de uso dos Fab Labs para o ensino de Ciências na educação Básica. In: FABLEARN

BRAZIL 2016 2016, USP. **Anais...** . In: FABLEARN BRASIL 2016: PROMOVEDO EQUIDADE NA EDUCAÇÃO PELO MOVIMENTO MAKER. USP Disponível em: <http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_33.pdf>. Acesso em: 3 maio. 2017.

MEIRA, Samara L.Brito; RIBEIRO, Jair Lúcio Prado. A Cultura Maker no ensino de física: construção e funcionamento de máquinas térmica. In: FABLEARN BRASIL 2016 2016, USP. **Anais...** . In: FABLEARN BRASIL 2016: PROMOVEDO EQUIDADE NA EDUCAÇÃO PELO MOVIMENTO MAKER. USP Disponível em: <http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_55.pdf>. Acesso em: 2 maio. 2017.

MERKLE, Luiz Ernesto. A história da informatização como desafio à teoria em computação. In: VIII CONGRESSO IBEROAMERICANO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E GÊNERO 2010, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. **Anais...** . In: VIII CONGRESSO IBEROAMERICANO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E GÊNERO. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

MERKLE, Luiz Ernesto; AMARAL, Marília Abrahão. O espectro de uma terceira onda: questões e desafios da educação formal em IHC em uma instituição brasileira. In: ANAIS DO IV WEIHC – WORKSHOP SOBRE ENSINO DE IHC 2013, Manaus-AM. **Anais...** . In: WORKSHOP SOBRE ENSINO DE IHC. Manaus-AM Disponível em: <<http://ceur-ws.org/Vol-1042/WEIHC2013Proceedings.pdf>>

MICKÉNAS, Albertas. **The DIY culture of tinkering, making and fixing**. Rome, Italy

MIKHAK, Bakhtiar et al. Fab Lab: An Alternative Model of ICT for Development. In: "DEVELOPMENT BY DESIGN"(DYD02) 2002, Bangalore. **Anais...** . In: "DEVELOPMENT BY DESIGN"(DYD02). Bangalore: ThinkCycle, 2002.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **ProInfo Integrado** Ministério da Educação, , 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&id=13156:proinfo-integrado>. Acesso em: 30 abr. 2015.

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Rio de Janeiro, Brasil: Lamparina, 2008.

NEVES, Heloisa Maria Domingues. **Maker innovation. Do open design e fab labs... às estratégias inspiradas no movimento maker**. 2014. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-14072015-112909/pt-br.php>>

PAPERT, Seymour. Why School Reform Is Impossible. **The Journal of the Learning Science**, [s. l.], 1997. Disponível em: <http://www.papert.org/articles/school_reform.html>. Acesso em: 11 jul. 2010.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**. Porto Alegre, RS: Artemed, 2008.

PARANÁ, SEED. **5 de maio tem Scratch Day no ParanáDia a Dia Educação**, 2017. Disponível em: <<http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=1806>>

PROGRAMAÊ. **ProgramaêProgramaê**, 2015. Disponível em: <<http://programae.org.br/#programae>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

QUELUZ, Gilson Leandro; MERKLE, Luiz Ernesto. Tecnologia, Cultura e Desenvolvimento em Álvaro Vieira Pinto e Darcy Ribeiro nas décadas de 1950-60. **Espacios**, [s. l.], v. 33

(1), p. 36–37, 2012. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a12v33n01/123301161.html>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

ROMCY, Neliza M. e S.; MOREIRA, Eugênio; VIEIRA, Carine Loureiro. A inserção dos processos contemporâneos nos cursos de arquitetura, urbanismo e design: uma experiência em escala real com o uso de modelagem paramétrica e fabricação digital. In: FABLEARN BRAZIL 2016 2016, USP. **Anais...** . In: FABLEARN BRASIL 2016: PROMOVEDO EQUIDADE NA EDUCAÇÃO PELO MOVIMENTO MAKER. USP Disponível em: <http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_143.pdf>. Acesso em: 3 maio. 2017.

SAE, Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Agenda pós-ajuste fiscal: “Produtivismo Incluyente: Empreendedorismo Vanguardista”. Brasília, p. 272, 2015. Disponível em: <<http://www.sae.gov.br/imprensa/noticia/agenda-pos-ajuste-fiscal-para-fortalecer-o-empendedor/>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

SANTOS, Antonio Raimundo Dos. **Metodologia Científica: a construção do conhecimento**. Rio de Janeiro, RJ: DP&A editora, 1999.

SANTOS, Luiz Pereira Dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise dos pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO - Pesquisa em Educação em Ciência**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 1–23, 2002. Disponível em: <<http://ufpa.br/ensinofts/artigos2/wildsoneduardo.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2015.

SIPITAKIAT, Arnan; BLIKSTEIN, Paulo; CAVALLO, David. GoGo Board: Augmenting Programmable Bricks for Economically Challenged Audience. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE LEARNING SCIENCES – ICLS 2004, **Anais...** . In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE LEARNING SCIENCES – ICLS. [s.l.: s.n.] Disponível em: <www.blikstein.com/paulo/documents/papers/SipitakiatBlikstein-GoGoBoard-ICLS2004.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2015.

STAGER, Gary S. Papert’s Prison Fab Lab: Implications for the Maker Movement and Education Design. In: PROCEEDINGS OF THE 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTION DESIGN AND CHILDREN 2013, New York, NY, USA. **Anais...** New York, NY, USA: ACM, 2013. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2485760.2485811>>. Acesso em: 28 abr. 2014.

STANFORD. Stanford School of Education launches center to improve Brazilian education | Stanford Graduate School of Education. [s. l.], 2012. Disponível em: <<https://ed.stanford.edu/press-releases/stanford-school-education-launches-center-improve-brazilian-education>>. Acesso em: 3 nov. 2015.

STANFORD. **FabLab@School: Background Transformative Learning Technologies Lab**, 2015. a. Disponível em: <<https://tltl.stanford.edu/project/fablabschool>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

STANFORD. 4 maker myths debunked (quotes Paulo Blikstein). **News & Events**, Stanford, 2015. b. Disponível em: <<https://ed.stanford.edu/in-the-media/4-maker-myths-debunked-quotes-paulo-blikstein>>. Acesso em: 12 abr. 2015.

SXSWEDU. **About**. 2015. Disponível em: <<http://sxswedu.com/about>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

TABAK, Fanny. Gênero, Conhecimento, Ciência e Poder. In: DE CARVALHO, Maria Eulina; PEREIRA, M. R.da C. (Eds.). **Gênero e Educação: Múltiplas Faces**. João

Pessoa: Editora Universitária, 2003.

TURKLE, Sherry; PAPERT, Seymour. Epistemological Pluralism and the Revaluation of the Concrete. **Journal of Mathematical Behavior**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 3–33, 1992. Disponível em: <<http://www.papert.org/articles/EpistemologicalPluralism.html>>

UNIVESP, Universidade Virtual do Estado de São Paulo. **Ferramentas computacionais para laboratórios de cursos de engenharia**, 2017. Disponível em: <https://drive.google.com/open?id=0B2P3_ZJf00JvV0gtUnlwR3lzbVE>. Acesso em: 25 maio. 2017.

VIEIRA PINTO, Álvaro. **Consciência e Realidade Nacional: 1º Volume**. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Cultura (MEC) / Instituto Superior de Estudos Brasileiros (ISEB), 1960. v. 1

VIEIRA PINTO, Álvaro. **A Questão da Universidade**. [s.l.] : Editora Universitária/UNE, 1962. a.

VIEIRA PINTO, Álvaro. **Por que os ricos não fazem greve?** Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 1962. b.

VIEIRA PINTO, Álvaro. **Ciência e Existência: Problemas filosóficos da pesquisa científica**. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Paz e Terra Ltda., 1979. v. 20

VIEIRA PINTO, Álvaro. **O Conceito de Tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

VIEIRA PINTO, Álvaro. **A Sociologia dos Países Subdesenvolvidos: Introdução metodológica ou prática metodologicamente desenvolvida da ocultação dos fundamentos sociais do "vale de lágrimas"**. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.

VIEIRA PINTO, Álvaro. **Sete Lições sobre Educação de Adultos**. 16. ed. São Paulo: Cortez, 2010. a.

VIEIRA PINTO, Álvaro. Considerações sobre a lógica do antigo estoicismo. **Kleos - Revista de filosofia antiga**, [s. l.], v. 13–14, n. 13–14, p. 119–143, 2010. b. Disponível em: <<http://www.pragma.ifcs.ufrj.br/kleos/K13/K13-AlvaroPinto.pdf>>

WEISER. **The Computer for the 21st Century**. 1991. Disponível em: <<http://www.scientificamerican.com/article/the-computer-for-the-21st-century/>>. Acesso em: 31 jul. 2014.

WILENSKY, Uri. **NetLogo**. Evanston, IL, USA: Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, 1999. Disponível em: <<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>>

WINOGRAD, Terry. **Filling in the H in HCI**. New York, NY, USA

WINOGRAD, Terry; FLORES, Fernando. **Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design**. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation, 1987.

WORSLEY, Marcelo; BLIKSTEIN, Paulo. Towards the development of multimodal action based assessment. In: PROCEEDINGS OF THE THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEARNING ANALYTICS AND KNOWLEDGE 2013, **Anais...** : ACM, 2013. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2460315>>. Acesso em: 15 maio. 2014.

WORSLEY, Marcelo; BLIKSTEIN, Paulo. Making smarter not harder: Using principle-based

reasoning to promote object closeness and improve making. In: FABLEARN 2014 2014, Stanford. **Anais...** . In: FABLEARN: CONFERENCE ON CREATIVITY AND FABRICATION IN EDUCATION. Stanford Disponível em: <<https://tltl.stanford.edu/publications/making-smarter-not-harder>>. Acesso em: 30 abr. 2015.