



Gabriela da Costa Aguiar Agustini

**Desenhando futuros:
A democratização das tecnologias como indutora
na materialização das ideias dos cidadãos**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Design do Departamento de Artes & Design da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Jorge Roberto Lopes dos Santos

Rio de Janeiro
Abril de 2020



GABRIELA DA COSTA AGUIAR AGUSTINI

Desenhando futuros: a democratização das tecnologias como indutora na materialização das ideias dos cidadãos

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Design da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo.

Prof. Jorge Roberto Lopes dos Santos

Orientador

Departamento de Artes & Design - PUC-Rio

Prof. Claudio Freitas de Magalhães

Departamento de Artes & Design - PUC-Rio

Profa. Eliane Sarmiento Costa

Rio de Janeiro, 14 de Abril de 2020

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem a autorização da universidade, da autora e do orientador.

Gabriela da Costa Aguiar Agustini

Graduada em Comunicação Social – especialização em Jornalismo pela Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo (ECA-USP) em 2008. Profissional com doze anos de experiência em gestão de projetos de tecnologia e sociedade. Foi consultora UNESCO em um programa de gestão, empreendedorismo e inovação junto ao Ministério da Cultura.

Ficha Catalográfica

Agustini, Gabriela da Costa Aguiar

Desenhando futuros : a democratização das tecnologias como indutora na materialização das ideias dos cidadãos / Gabriela da Costa Aguiar Agustini ; orientador: Jorge Roberto Lopes dos Santos. – 2020. 137 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2020.
Inclui bibliografia

1. Artes e Design – Teses. 2. Fabricação digital. 3. Experimental. 4. Tecnologias digitais. 5. Design. 6. Fablab. I. Santos, Jorge Roberto Lopes dos. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes e Design. III. Título.

CDD:700

Agradecimentos

Agradeço à minha irmã, Camila Agustini, por me aguçar a curiosidade desde a primeira infância, ser a minha melhor amiga, parceira e debatedora de ideias na construção de um mundo mais criativo e por ter sido leitora atenta desta dissertação. E ao amigo Trajano Pontes, pela leitura atenta e sugestões valiosas.

E agradeço imensamente ao meu orientador, Jorge Lopes, pelo estímulo, flexibilidade, confiança, parceria e, acima de tudo, por me ampliar os horizontes e inspirar. Agradeço também a Eliane Costa, Claudio Magalhães e Sergio Branco, por aceitarem participar da banca examinadora e darem, assim, aval a este trabalho.

Aos funcionários, professores e alunos da PUC-Rio, com quem me relacionei nestes últimos anos, em especial à Thayane Tavares, que com sua generosidade ímpar me ajudou desde o dia da matrícula.

Ao CNPq e à PUC-Rio, pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Ao meu marido, aos amigos, pais e familiares por todo apoio, paciência e compreensão.

À equipe, aos parceiros e aos apoiadores do Olabi, por acreditarem e permitirem que as experiências mencionadas aqui fossem possíveis.

Aos parceiros da Casa da Cultura Digital, do *Global Innovation Gathering* e das redes que conectam *makers* ao redor do mundo, por me inspirarem diariamente.

À Graciela Selaimen, Isabelle Goldfarb, Iana Barenboim, Silvana Bahia, ao Rodrigo Savazoni, Rodrigo Pitanga, Ricardo Abramovay e a todas as pessoas que ajudaram na conceituação e desenvolvimento das experiências que geraram as reflexões presentes neste trabalho.

Ao Teo, Taina, Quino, Bebel e a todas as crianças que me cercam, por trazerem alegria e me motivarem a trabalhar por um futuro mais divertido.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Resumo

Agustini, Gabriela da Costa Aguiar; Lopes, Jorge Roberto dos Santos. **Desenhando futuros: a democratização das tecnologias como indutora na materialização das ideias dos cidadãos.** Rio de Janeiro, 2020. 137 p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Design & Artes, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Esta dissertação aborda práticas e processos presentes em espaços independentes de fabricação digital, ressaltando que a principal contribuição desses laboratórios experimentais é promover uma mudança cultural no seu entorno. O trabalho se insere no contexto marcado pela democratização da tecnologia de manufatura aditiva e das ferramentas de prototipagem, consequência da evolução do processamento matemático computacional, que permitiu a popularização de computadores pessoais, o acesso à internet e a disseminação das máquinas de fabricação digital de baixo porte, de componentes eletrônicos e de outros aparatos que, antes de tal evolução, eram inexistentes ou exclusividade da indústria e dos grandes centros de pesquisa. Como resultante, tem-se um cenário em que qualquer cidadão pode materializar suas ideias, expressar sua visão de mundo, sua criatividade e construir conhecimento a partir da interação com artefatos – o que representa um resgate de valores presentes na produção pré-industrial. A dissertação dialoga com os campos da Educação, Tecnologia e Sociedade e entende o Design como o articulador entre essas áreas, ressaltando o seu importante papel no desenho de futuros e a sua dimensão política ao expressar a intenção humana.

Palavras-chave

Fabricação digital; experimental; tecnologias digitais; design; *fablab*.

Abstract

Agustini, Gabriela da Costa Aguiar; Lopes, Jorge Roberto dos Santos. **Designing futures: the democratization of technologies as inducer of the materialization of citizen's ideas.** Rio de Janeiro, 2020. 137 p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This dissertation addresses practices and processes present in independent spaces of digital fabrication, highlighting that the main contribution of these experimental laboratories is to promote cultural change in their surroundings. This analysis is inserted in the context marked by the democratization of additive manufacturing and prototyping, a consequence of the evolution of computational capacities, which allowed the popularization of personal computers, access to the internet, the dissemination of small digital manufacturing machines, electronic components and other devices that were nonexistent or exclusive to industry and major research centers in the past decades. As a result, there is a scenario in which any citizen can materialize their ideas, express their creativity and build knowledge from the interaction with artefacts – which represents a return to values presented in pre-industrial production. This work dialogues with the fields of Education, Technology and Society, and understands Design as the facilitator among those areas, emphasizing its essential role in designing futures and its political dimension in expressing human intentions.

Keywords

Digital fabrication; experimental; digital technologies; design; fablab.

Sumário

1. Introdução	11
2. A democratização das ferramentas de design e tecnologia: crie globalmente, fabrique localmente	32
2.1. Do computador pessoal à fabricação pessoal	38
2.2. Manufaturas distribuídas: o caso Shenzhen	45
2.3. Os laboratórios experimentais	54
2.4. Cultura da internet: participação e engajamento	64
2.5. Um retorno à visão artesanal	68
3. Tecnologia como construção e sistema social	74
3.1. A não neutralidade da tecnologia	74
3.2. Diversidade na produção de tecnologia	81
3.3. Tecnologia aberta	86
4. Espaços de fabricação digital como geradores de cultura	96
4.1. Construindo conhecimento a partir da produção de artefatos	96
4.2. Educação <i>maker</i>	100
4.3. Cultura: antidisiplinaridade, tolerância ao erro e diversidade cognitiva como valores	105
4.4. A possibilidade de sonhar futuros	116
5. Conclusão	121
6. Referências bibliográficas	127

Lista de figuras

Figura 01 – CCD	14
Figura 02 – CCD	14
Figura 03 – Festival CulturaDigital.Br	17
Figura 04 – Festival CulturaDigital.Br	17
Figura 05 – Festival CulturaDigital.Br	18
Figura 06 – Festival CulturaDigital.Br	18
Figura 07 – Festival CulturaDigital.Br	19
Figura 08 – Festival CulturaDigital.Br	19
Figura 09 – Festival CulturaDigital.Br	20
Figura 10 – Festival CulturaDigital.Br	20
Figura 11 – Garoa Hacker Clube	22
Figura 12 – Garoa Hacker Clube	22
Figura 13 – Garoa Hacker Clube	23
Figura 14 – RepRap	24
Figura 15 – Skate	33
Figura 16 – Skate	33
Figura 17 – Skate	34
Figura 18 – Skate	34
Figura 19 – Skate	35
Figura 20 – Skate	35
Figura 21 – OpenDesk	36
Figura 22 – OpenDesk	37
Figura 23 – OpenDesk	37
Figura 24 – Olabi no INT	40

Figura 25 – Olabi no INT	40
Figura 26 – Olabi no INT	41
Figura 27 – Olabi no INT	41
Figura 28 – Shenzhen	52
Figura 29 – Shenzhen	52
Figura 30 – Pretalab	82
Figura 31 – Pretalab	82
Figura 32 – Círculo criativo de Krebs	108

E se, por digressões, podemos alcançar uma nova verdade, que mal há em criar uma agora, para que não percamos esse conhecimento, lembrando que não estamos vinculados a um método fixo e breve, e sim que nos encontramos apenas para o nosso entretenimento próprio? De fato, quem sabe senão que, assim, podemos frequentemente descobrir algo mais interessante e bonito do que a solução originalmente buscada?

Galileu

1

Introdução

Este trabalho é uma reflexão a respeito da democratização do acesso ao conhecimento tecnológico em laboratórios de experimentação, sobretudo laboratórios de fabricação digital independentes¹, chamados de *labs*, e da forma como tais espaços permitem aos cidadãos materializar ideias e assim contribuir para o desenho de futuros desejáveis. O ponto de partida é a observação do uso que os cidadãos, neste início de século XXI, fazem das ferramentas de criação experimental e de desenvolvimento disponíveis nesses locais de criatividade conhecidos por nomes diversos, tais como *makerspaces*, *fablabs*, *hackerspaces*, laboratórios cidadãos ou simplesmente laboratórios. A presente pesquisa lança luz sobre o potencial que esses espaços têm em transformar a cultura do seu entorno e dos seus participantes, estimulando a reflexão e a produção de tecnologias mais críticas.

A hipótese a partir da qual se trabalha é a de que existem três valores principais responsáveis por criar um ambiente de aprendizagem bastante peculiar nesses lugares de compartilhamento do conhecimento. São eles: a antidisциплиinaridade², a tolerância ao erro e a diversidade cognitiva. Como resultado desses valores, os participantes de tais espaços conseguem estar mais próximos da possibilidade de se construir um novo estilo de pensamento e de expressão³.

Esta dissertação resulta de um processo de observação, experimentação, reflexão e vivência no aprendizado e produção de artefatos físicos por amadores ou

¹ Por independentes, entendem-se aqui os laboratórios de fabricação digital que não têm a sua programação restrita a alunos ou funcionários de uma determinada instituição, permitindo que públicos de perfis e interesses variados os acessem. Via de regra, não pertencem a uma universidade, escola, corporação ou organização com estrutura robusta, que geralmente utiliza esse tipo de espaço para treinamento, pesquisa ou desenvolvimento de produtos e atividades internas. Cabe notar que essa categorização traz dificuldades, uma vez que grandes organizações passam cada vez mais a criar espaços abertos a qualquer cidadão, tais como o FabLab da Federação de Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan) e a rede de doze FabLabs Livres da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP). Espaços como o da Firjan e da PMSP, apesar de atenderem em determinados contextos público livre, possuem uma cultura mais vertical, um tanto diferente dos laboratórios tratados neste trabalho por independentes.

² O conceito foi levantado por Neri Oxman, pesquisadora do Medialab MIT (Oxman, 2016).

³ Remete-se aqui à definição de criatividade cunhada por Pablo-Diez (Bahia & Ibérico-Nogueira, 2005, pp. 333-ss).

especialistas e do questionamento de como esses novos protagonistas, ligados aos espaços mencionados acima, são capazes de desenvolver suas ideias em um cenário não dependente da indústria ou dos grandes centros de pesquisa. Busca-se entender como o ato de produzir algo pode se constituir em uma ferramenta importante de geração e de expressão de novos pensamentos e colaborar para um processo de aprendizagem.

Procura-se discutir questões relativas às diferentes práticas adotadas por esses cidadãos, frequentemente chamados de *makers*⁴, como forma de buscar caminhos para projetos, políticas e ações capazes de desenvolver o potencial criativo humano.

Um *maker* pode ser um artesão, um produtor de uma gambiarra⁵ bem-feita, um designer de produto, um PhD em alguma técnica explorando um novo produto ou protótipo, uma criança ou mesmo um curioso de primeira viagem. Pode ser qualquer pessoa, em qualquer parte do mundo. Trata-se de um conceito novo, de definição aberta, que está mais associado às características do indivíduo do que às técnicas manejadas por ele ou ela: um *maker* é um explorador, um investigador empírico, alguém que, com as próprias mãos, consegue investigar e dar sentido para materiais, para objetos e, muitas vezes, para a sua própria vida e para a comunidade em seu entorno. Está associado ao crescimento da cultura mão-na-massa, à possibilidade de criação, ao design e à inovação (Dougherty, 2012)⁶:

Uma marca registrada do movimento *maker* é a mentalidade faça você mesmo (do inglês *Do It Yourself*), que reúne indivíduos em torno de atividades diversas, incluindo artesanato têxtil, robótica, culinária, artesanato em madeira, eletrônica, fabricação digital, reparo mecânico, ou criação e produção de quase tudo. Apesar de sua diversidade, o movimento é unificado por um compromisso em torno de atividades diversas, compartilhado de exploração aberta, interesse intrínseco e ideias criativas (Bravi, Santos & Murmura, 2018, p. 1339)⁷.

Objetiva-se, portanto, (1) refletir como essas práticas contemporâneas são capazes de ampliar o potencial criativo da sociedade, isto é, estimular novas formas

⁴ O anglicismo “*maker*” é o nome dado pelas comunidades de design, tecnologia e inovação às pessoas que produzem artefatos, tendo elas formação técnica para tanto ou não.

⁵ Sobre o conceito de gambiarra, vide a definição de Rodrigo Naumann Bouffleur: “o termo gambiarra é usado por muitos para definir qualquer procedimento necessário para a constituição de um artefato ou objeto utilitário improvisado. Neste sentido, por se tratar de um fenômeno da cultura material, a gambiarra pode ser compreendida como uma forma alternativa de design” (Bouffleur, 2007, p. 3).

⁶ Sobre o movimento *maker*, ver “The Maker Movement” (Dougherty, 2012).

⁷ No trecho, os autores fazem referência a Dougherty, 2013, e a Peppler & Bender, 2013.

de pensamento e de expressão; bem como (2) contribuir para debates e questionamentos acerca dos temas ligados ao contexto digital e às transformações sociais dele decorrentes atualmente em curso.

1.1

Experiências progressas da pesquisadora

A origem desta pesquisa está ligada diretamente às experiências da autora com os temas nela abordados ao longo de sua trajetória profissional, anterior à presente investigação acadêmica.

Em 2009, a convite de Rodrigo Savazoni⁸, juntei-me a um grupo de profissionais dispostos a contribuir com a cidade de São Paulo explorando, de forma prática, as intersecções entre tecnologia, cultura e impacto social. Naquele ano, nasceu a Casa da Cultura Digital (CCD), uma “rede de empreendimentos empresariais e não empresariais que utilizam ferramentas digitais” (Savazoni, 2013, p. 13).

⁸ Mestre em Ciências Humanas na Universidade Federal do ABC. Integrante do Grupo de Pesquisa Cultura, Poder e Redes da UFABC. É um dos membros da Câmara de Conteúdos e Bens Culturais do Comitê Gestor da Internet do Brasil. Autor dos livros *CulturaDigital.br* (2009) e *A onda rosa-choque* (2013). Como realizador multimídia, é um dos idealizadores dos projetos Produção Cultural no Brasil e 5xCulturaDigital, para o qual codirigiu o curta-metragem *Remixofagia – Alegorias de uma Revolução*. Foi um dos criadores da Casa da Cultura Digital. Fonte: <https://ufabc.academia.edu/RodrigoSavazoni/CurriculumVitae>. Acesso em: 04/03/2020.

Figura 01 – CCD⁹Figura 02 – CCD¹⁰

⁹ <https://www.flickr.com/photos/sociate/5760777770/>.

¹⁰ https://gaoa.net.br/wiki/Arquivo:Castelinho_entrada_gaoa.JPG.

A CCD foi um espaço de trabalho compartilhado, que chegou a reunir quase uma centena de iniciativas associadas ao uso de tecnologias digitais de forma pioneira em diversos campos de ação. Produção de recursos educacionais multimídia, jornalismo digital, peças de arte, tecnologia e construção colaborativa de leis eram alguns dos objetos de trabalho dos participantes, que possuíam formações variadas, incluindo engenharia, comunicação, artes e administração. Foi um dos primeiros espaços mapeados pela mídia (Doria, 2008) e pela literatura acadêmica a colocar a colaboração no centro do processo de trabalho, estimulando o diálogo entre iniciativas diferentes – prática que se popularizou, após 2005, com o crescimento no país dos chamados espaços de *coworking*.

O pioneirismo da CCD teve amplo reconhecimento e atraiu personalidades do nascente e crescente campo digital. A festa de abertura da Casa em 2010, por exemplo, contou com a presença do ex-ministro da Cultura Gilberto Gil e de Lawrence Lessig, professor da Faculdade de Direito de Harvard e um dos fundadores do *Creative Commons*¹¹. Já naquele momento, Gil e Lessig eram dois célebres defensores do direito à produção de bens culturais (Dias, 2010).

Também em 2010, a CCD, por meio do trabalho desenvolvido para a plataforma pública digital CulturaDigital.Br¹², foi reconhecida por um dos principais prêmios mundiais de cultura digital: o do Ars Electronica¹³. A menção honrosa recebida na categoria “comunidades digitais” mostrava, de um lado, a conexão dos participantes do espaço com os movimentos globais que se articulavam em torno das novas linguagens e dos temas ligados ao cenário digital e, de outro lado, o benefício potencial do uso de novas tecnologias pelo Brasil.

Àquela época, eu respondia pela gestão de comunidades da CulturaDigital.Br, tendo como principal atribuição mobilizar discussões nessa rede

¹¹ *Creative Commons* é uma organização sem fins lucrativos global, que permite o compartilhamento e o uso da criatividade e do conhecimento por meio de licenças jurídicas gratuitas. Vide: <https://br.creativecommons.org/>. Acesso em: 10/09/2019.

¹² Lançada em 2009 como parte das políticas de estímulo à cultura digital do Ministério da Cultura brasileiro, a plataforma era gerida pela Fli Multimídia, empresa que tinha Rodrigo Savazoni, Lia Rangel e André Deak como sócios. A interface segue no ar, mas sem atualizações. Vide: <http://culturadigital.br/>. Acesso em: 10/09/2019.

¹³ Ligado ao festival de mesmo nome, que ocorre anualmente na Áustria, o prêmio Ars Electronica é a mais tradicional competição de arte e mídia do mundo. Vide: <https://ars.electronica.art/prix/>. Acesso em: 10/09/2019.

social criada pelo Ministério da Cultura, cuja maior expressão foi ser utilizada pelo Ministério da Justiça no processo de consulta pública do Marco Civil da Internet¹⁴.

Meu trabalho de mobilização no CulturaDigital.Br incluía produzir eventos e curar o conteúdo de encontros que destacavam protagonistas no uso de tecnologias digitais, assim como os principais impactos que a adoção e exploração das novas ferramentas traziam para a sociedade. Naquele contexto, tive conhecimento, por indicação de Rodrigo Rodrigues da Silva¹⁵, das comunidades ligadas aos *hackerspaces* que então surgiam naquele momento. Silva, ao lado de Felipe Sanches¹⁶ e outros colegas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP), buscavam um espaço para implementar em São Paulo um clube compartilhado com ferramentas e equipamentos dedicados à exploração de novas tecnologias nos moldes do Metalab¹⁷, criado em Viena, na Áustria, em 2006, e de outras referências disseminadas na edição de 2008 do Chaos Communication Congress¹⁸.

¹⁴ Trata-se da Lei 12.965, de 23 de abril de 2014, que regula o uso da internet no Brasil, estabelecendo princípios, garantias, direitos e deveres para quem usa a rede, bem como determinando as diretrizes para a atuação do Estado. Sobre o processo de consulta pública do Marco Civil da Internet e a participação popular via meios digitais, vide Pedro Abromovay, 2017.

¹⁵ É atualmente professor e coordenador do *makerspace* da Escola Eleva. Engenheiro formado pela USP, desde os seus primeiros anos na universidade esteve envolvido com iniciativas de educação como o PoliGNU – Grupo de Estudos de Software Livre da Poli-USP. Foi cofundador do Garoa Hacker Clube, primeiro *hackerspace* do Brasil, e da Metamáquina, primeira fabricante nacional de impressoras 3D. A esse respeito: <https://eventos.oglobo.globo.com/educacao-360/2017/palestrantes/?mobi=1>. Acesso em: 03/03/2020.

¹⁶ Ativista e desenvolvedor de software livre, projetista de hardware livre e entusiasta das tecnologias de fabricação digital. Cofundador da Metamáquina, do Garoa Hacker Clube e do PoliGNU. Participa do desenvolvimento de softwares livres nas áreas de design gráfico, CAD e modelagem e impressão 3D. Fonte: <https://imasters.com.br/perfil/felipesanches>. Acesso em: 03/03/2020.

¹⁷ <https://metalab.at/>.

¹⁸ <https://www.ccc.de/en/>.



Figura 03 – Festival CulturaDigital.Br¹⁹



Figura 04 – Festival CulturaDigital.Br²⁰

¹⁹ <https://www.flickr.com/photos/festivalculturadigitalbr/6452989055/>.

²⁰ <https://www.flickr.com/photos/festivalculturadigitalbr/6453021207/>.



Figura 05 – Festival CulturaDigital.Br²¹

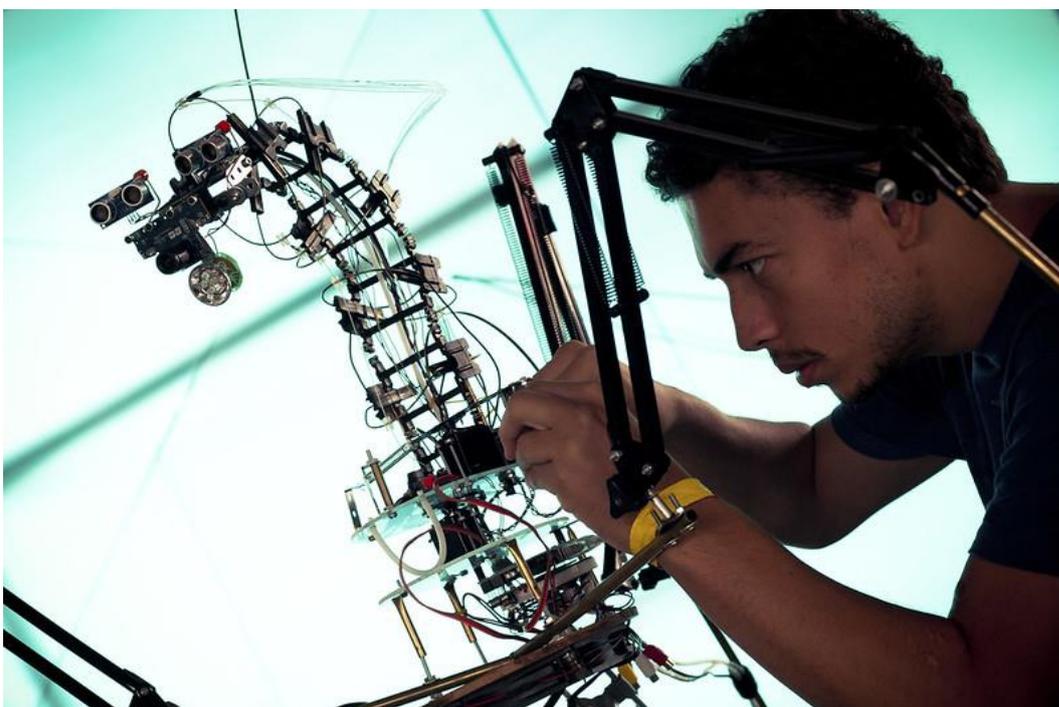


Figura 06 – Festival CulturaDigital.Br²²

²¹ <https://www.flickr.com/photos/festivalculturadigitalbr/6452926771/>.

²² <https://www.flickr.com/photos/festivalculturadigitalbr/6467537987/>.



Figura 07 – Festival CulturaDigital.Br²³



Figura 08 – Festival CulturaDigital.Br²⁴

²³ <https://www.flickr.com/photos/festivalculturadigitalbr/6446419103/>.

²⁴ <https://www.flickr.com/photos/festivalculturadigitalbr/6453019403/>.

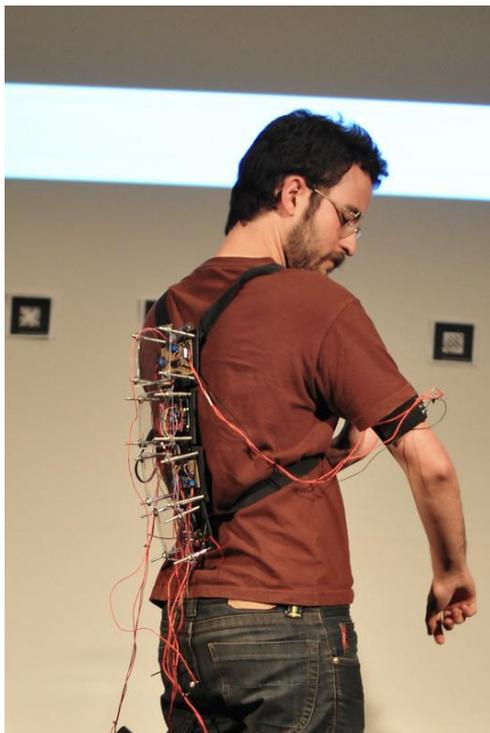


Figura 09 – Festival CulturaDigital.Br²⁵



Figura 10 – Festival CulturaDigital.Br²⁶

²⁵ <https://www.flickr.com/photos/festivalculturadigitalbr/6453023157/>.

²⁶ <https://www.flickr.com/photos/flimultimedia/5183007703/>.

Apresentei aos colegas da CCD o plano de ceder uma sala do nosso espaço para a criação do primeiro *hackerspace* do país: o Garoa Hacker Clube. Minha principal intenção nesse diálogo era a de aprender mais sobre temas que me soavam difíceis e distantes, além de acompanhar um movimento que crescia globalmente e parecia interessante justamente por trazer o processo de produção para o campo da prática, fazendo isso, inclusive, de forma lúdica.

A construção de uma mesa de *pinball* (Sanches, 2010)²⁷ foi um dos primeiros projetos encampados pelos membros do Garoa, o que gerou uma nova dinâmica em boa parte da nossa casa compartilhada e podia ser notado pelos demais frequentadores do espaço. Era fascinante acompanhar Sanches fazendo download de tutoriais na internet e testando formas de fazer funcionarem os percursos e circuitos. O processo parecia sem fim, assim como parecia impossível existir uma só configuração que agradasse a todos os envolvidos. A ideia de que era possível criar e recriar a máquina de forma “caseira” não parecia comum ou banal aos meus olhos de comunicadora social, mais acostumada a fazer perguntas do que a construir sistemas.

Foi dessa forma que o Garoa nasceu no porão da CCD em São Paulo e durante os dois anos em que estive ali fui observadora de seus processos²⁸. Assim entendi que estudantes e PhDs de áreas variadas se misturavam com facilidade. E que as melhores ideias para um projeto não necessariamente vinham de quem acumulava mais títulos ou idade. Percebia que boa parte dos processos exigia fluência na língua inglesa e contato com pessoas espalhadas por outros países, que eventualmente apareciam por vídeo chamada para opinar ou relatar uma experiência.

²⁷ Interessante notar as motivações informadas por Sanches: “acho que é uma prática totalmente compatível com o meu sentimento de necessidade de entender melhor os processos de fabricação, em vez de simplesmente alcançar os resultados desejados. É uma questão de obter cada vez mais autonomia para criar e construir coisas e também se sentir mais empoderado pelo conhecimento adquirido”.

²⁸ As atas de reunião desde a fundação do espaço estão em: <https://garoa.net.br/wiki/Wiki>. Acesso em: 25/02/2020.



Figura 11 – Garoa Hacker Clube²⁹



Figura 12 – Garoa Hacker Clube³⁰

²⁹ <https://gaoa.net.br/wiki/Arquivo:Fundadores2.jpg>.

³⁰ https://gaoa.net.br/wiki/Arquivo:Adesivos_e_stencil.jpg.

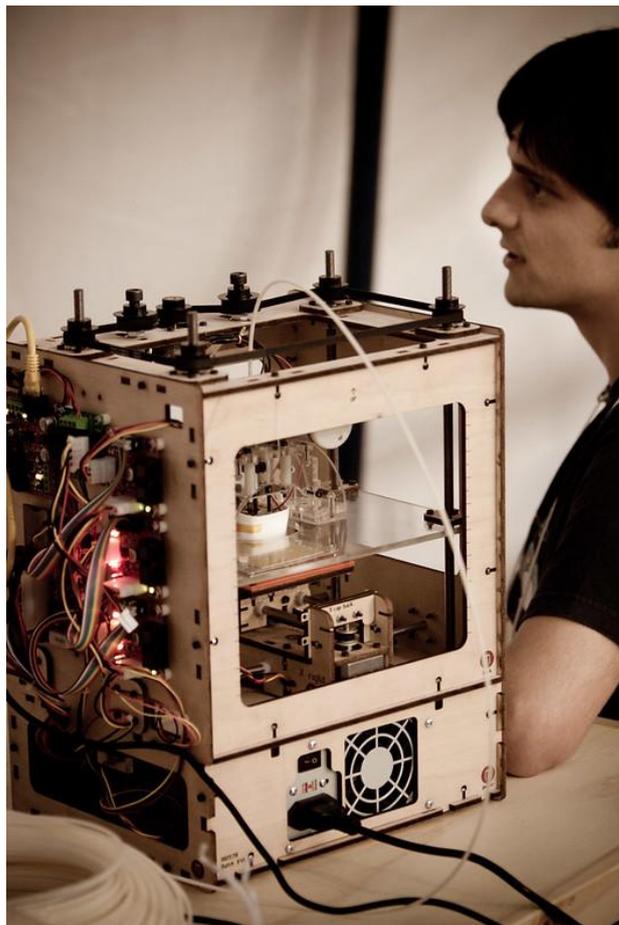


Figura 13 – Garoa Hacker Clube³¹

Acompanhar a construção, pelo Garoa, de uma impressora 3D RepRap³², em 2011, foi assim: idas e vindas de peças, inúmeras buscas a fontes de materiais, somadas a intensos diálogos virtuais com membros da crescente comunidade hacker. Era evidente que os criadores envolvidos no projeto não se limitavam àqueles presentes fisicamente e que variavam de acordo com a etapa do processo. Também compreendi que cada boa ideia era seguida não apenas de muito entusiasmo, mas também de muito estudo.

³¹ <https://www.flickr.com/photos/flimultimedia/5182988617/in/album-72157625446576310/>.

³² <https://reprap.org/wiki/RepRap>.

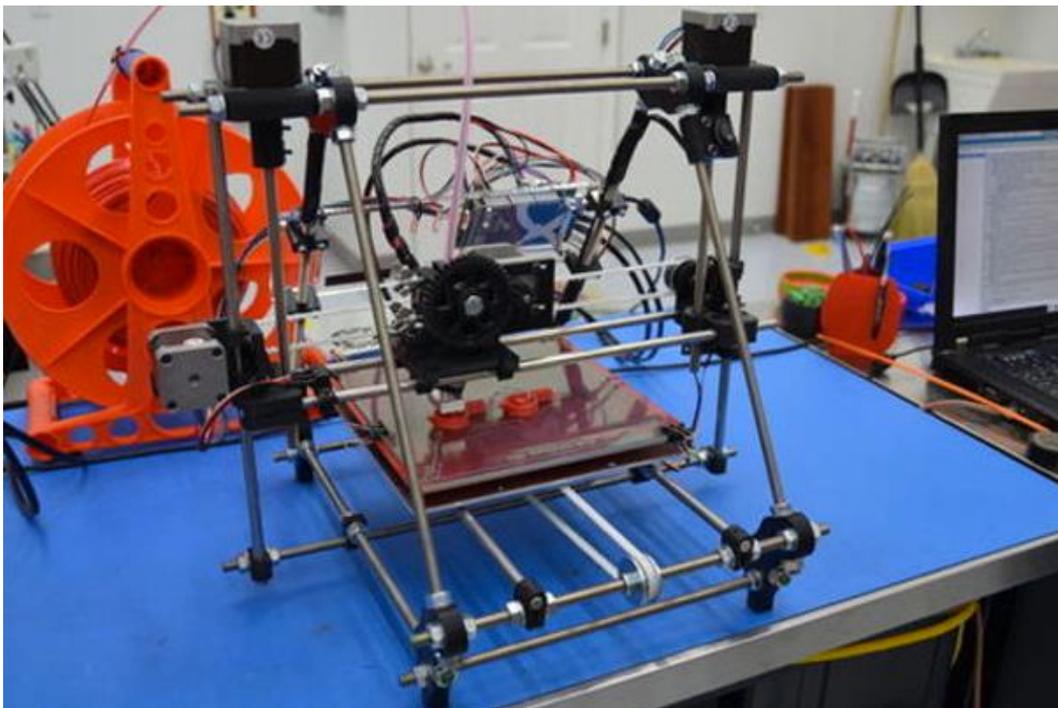


Figura 14 – RepRap³³

Uma vez pronta a impressora, teve início um processo bastante trabalhoso: fazer a RepRap imprimir peças ao som de “Brasileirinho”, o choro composto em 1947 por Waldir Azevedo. Um procedimento que não tinha função específica a não ser desafiar os próprios envolvidos na sua construção e “provar” para si mesmos (e para quem, como eu, observava o trabalho sem qualquer envolvimento direto na produção) que aquilo era possível.

Essa orientação do trabalho segundo os próprios interesses, desejos e motivações estava no centro não apenas das primeiras experimentações do Garoa como também das de toda a Casa. Como resume Savazoni:

A primeira geração da CCD era formada por grupos já constituídos que se uniram para a construção dessa experiência de partilha. Talvez a melhor definição para o que construímos em quatro anos de história seja ‘laboratório de vivências’, pois é a vida que está no centro de tudo. Nosso foco são as relações de investigação sobre possíveis alternativas de viver nesse planeta dirigido pelo capitalismo interconectado. Por isso mesmo, não seria possível definir a Casa da Cultura Digital exclusivamente como um espaço de trabalho, ou de formação, ou de articulação, ou para a expressão das manifestações culturais de seus integrantes, ou de promoção de soluções inovadoras para diferentes áreas do conhecimento. A CCD é tudo isso, porque justamente permite a construção de uma outra forma de

³³ <https://www.slashgear.com/reprap-3d-printer-can-print-a-reprap-3d-printer-sort-of-25230270/>.

viver, ou seja, de cada um se relacionar com o tempo específico de sua existência (Savazoni, 2013, p. 27).

Os eventos criados no âmbito da CulturaDigital.Br traziam para o país ou para a cidade de São Paulo outros grupos, que, como o da CCD, estavam investigando e experimentando novas formas e linguagens. Para trabalhar nas curadorias dos dois Fóruns da Cultura Digital³⁴ e do Festival Internacional Cultura Digital.Br³⁵, me envolvi cada vez mais em redes virtuais e grupos de discussão que me conectavam a pessoas de outras partes do globo.

Foi dessa forma que comecei a acompanhar à distância os trabalhos de Cesar Harada, então pesquisador do Medialab MIT, e de Mitch Altman, fundador de um dos mais famosos *hackerspaces* do mundo, o Noisebridge em São Francisco, nos Estados Unidos. Também acompanhei o crescimento – e, infelizmente, o fechamento³⁶ – da TechShop, rede de lojas com estúdio de fabricação disponível para usuários mediante pagamento de mensalidade, cujo mote era “acesso barato a ferramentas muito poderosas”. Entre outras coisas, a produção de um carro elétrico foi uma das realizações que Jim Newton, um dos fundadores da TechShop, desenvolveu no próprio espaço.

O curioso é notar que, junto à infraestrutura robusta e ao conhecimento de especialistas, as lojas da TechShop também costumavam atrair leigos trabalhando em pequenos projetos, tais como restauração de antiguidades e ajustes em peças de roupa. Foi justamente essa diversidade de técnicas, de complexidades e, por consequência, de públicos atingidos que me fascinou quando estive na loja de São Francisco, em abril de 2012. Entendi que a união de leigos e especialistas, designers e não designers, poderia ser muito potente na construção de produtos e, acima de tudo, de uma cultura de produção mais atenta às necessidades dos usuários.

A essa altura, já morava no Rio de Janeiro em caráter permanente, após uma temporada na cidade cuidando da direção executiva do Festival Internacional

³⁴ Além das discussões virtuais, a rede realizou uma série de encontros presenciais, dentre os quais se destacam o Seminário Internacional do Fórum da Cultura Digital Brasileira, que ocorreu em novembro de 2009, e o II Fórum da Cultura Digital Brasileira, em novembro de 2010, ambos na Cinemateca Brasileira, em São Paulo. Fonte: <http://culturadigital.br/sobre/>. Acesso em: 01/03/2020.

³⁵ A terceira edição do Festival Internacional CulturaDigital.Br foi realizada no Rio de Janeiro no segundo semestre de 2011. Fonte: <http://baixacultura.org/festival-culturadigital-br/>. Acesso em: 01/03/2020.

³⁶ Sobre o fechamento da TechShop e para um histórico de sua existência, vide: <https://medium.com/@davidtlang/the-end-of-techshop-and-the-rebirth-of-the-maker-movement-c0fc60d57988>. Acesso em: 15/02/2020.

Cultura Digital.Br. O potencial da cena criativa carioca, com suas excelentes escolas de design, ocupação das ruas e inovações culturais vindas das periferias, me fez querer permanecer na cidade e pensar em como aproveitar a diversidade e a experimentação de linguagem que marcam o ambiente cultural local para trazer outra abordagem para o fazer tecnológico.

A predominância masculina, branca e das comunidades de engenheiros na produção de tecnologia³⁷ já começava a me incomodar e me mostrava que as discussões sobre o digital precisavam ser mais democráticas, se é que se deseja construir um país com oportunidades mais igualitárias. Para mim, promover a diversidade e inclusão na produção de produtos era uma boa escolha não apenas por razões éticas, mas também práticas. A reflexão que me ocorria era a seguinte: será que alguém mais parecido comigo – isto é, nem homem nem engenheiro, ainda que branca – e com necessidades similares às minhas tende a desenvolver produtos que me atendam de forma mais satisfatória?

No início de 2014, após realizar uma consultoria em economia criativa para a UNESCO³⁸, coorganizar e lançar uma coletânea de artigos sobre cultura, tecnologia e periferia³⁹ e realizar vários trabalhos de estratégia digital para empresas, organizações e eventos de portes variados, abri, ao lado de Isabelle Goldfarb, as portas do Olabi Makerspace para o público. Usamos o espaço de um *coworking* que crescia no Rio de Janeiro e era um *hub* que conectava empreendedores locais aos de outras cidades e países.

Uma sala de e uma garagem foram o “espaço em branco”⁴⁰ que serviu de convite para os interessados se aproximarem e cocriarem o que deveria ser um

³⁷ Tanto nas universidades quanto na indústria de tecnologia, a maior parte das vagas é ocupada por homens. Segundo o INEP, em 2013, entre as pessoas que estudam Ciência da Computação no Brasil apenas 20% são mulheres (http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-026X2013000300003). Em 2014, apenas 31% dos funcionários eram mulheres (<https://www.wired.com/story/computer-science-graduates-diversity/>). Nestes últimos anos, a diferença entre os gêneros mudou, mas continua a ser um problema no setor (<https://www.wired.com/story/five-years-tech-diversity-reports-little-progress/>).

³⁸ O trabalho foi desenvolvido para o Ministério da Cultura brasileiro, junto ao programa Brasil Criativo, da diretoria de Empreendedorismo, Gestão e Inovação, à época liderada por Georgia Nicolau, que em 2016 fundou o Instituto Procomum.

³⁹ Trata-se do livro *De baixo para cima*. Organização de Eliane Costa e Gabriela Agustini. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Aeroplano, 2014.

⁴⁰ O termo foi incorporado na nossa construção em referência à reflexão apresentada por Felipe Schmidt Fonseca em “Redelabs: Laboratórios Experimentais em Rede”. No trabalho, Fonseca propõe “analisar tais labs como espaços em branco, que trabalham ativamente para criar vazios onde o significado surge e desaparece, e assim continua sucessivamente. (...) Em outras palavras, o

makerspace, um espaço de fazer, na Zona Sul do Rio de Janeiro, conectado aos movimentos de democratização da fabricação digital e às possibilidades que a evolução e o barateamento da computação traziam para a expressão criativa e a materialização de ideias.

Naquele 2014, o Olabi se equipou com impressora 3D, componentes de eletrônica, máquina de corte a laser e entrou para a rede global dos FabLabs, criada no Massachusetts Institute Of Technology (MIT) em 2003 e em expansão pelo mundo até hoje.

Os anos seguintes foram de dedicação à cena criativa global e ao desenvolvimento do Olabi, que se transformou em uma organização social focada na democratização das tecnologias, possuindo, entre seus projetos, um dedicado à cena *maker*. No presente momento, sigo na codireção da instituição, ao lado da comunicadora Silvana Bahia⁴¹.

Sou também uma das associadas fundadora da Global Innovation Gathering⁴², organização sediada em Berlim que reúne gestores de espaços de criatividade de diferentes países. Também curei e produzi conteúdo para diversos eventos nacionais e internacionais e viajei para mais de vinte países dos cinco continentes, atendendo a convites de eventos de inovação e criatividade.

Em todos esses países, pude conhecer os laboratórios de fazer disponíveis aos cidadãos, acumulando inúmeros espaços visitados e diversas conversas com gestores e membros, além do trabalho empírico de observação. A cada visita, uma inquietação crescia: seria este um momento histórico de quebra de fronteiras entre as áreas do conhecimento e de florescimento das possibilidades criativas, com um resgate dos fazeres manuais? Estariam as práticas não lineares e caóticas, comuns a esses espaços criativos, mais alinhadas aos tempos contemporâneos, marcados

sucesso dos labs como instâncias de pensamento e prática transformadoras depende justamente de sua capacidade de manterem-se como espaços sem função definida. Ainda que necessitem utilizar-se da linguagem institucional e de seus mecanismos retóricos para levar a cabo suas aspirações, devem ao mesmo tempo sabotar conscientemente – mesmo que em silêncio – estes mecanismos e linguagem” (Fonseca, 2014, p. 95).

⁴¹ Coordenadora de comunicação do Olabi, organização que trabalha pela democratização da tecnologia. Pela instituição, idealizou o PretaLab, projeto que mapeia a produção, em tecnologia, de mulheres negras e indígenas. É mestre em Territorialidades pela Universidade Federal Fluminense e gerencia a comunicação da plataforma Afroflix, especializada na divulgação de filmes produzidos por diretores negros. Fonte: <https://www.ibpad.com.br/aula/silvana-bahia/>. Acesso em: 15/02/2020.

⁴² <https://www.globalinnovationgathering.org/>.

pela volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade, e, por isso, mais passíveis de orientar as boas práticas no campo do design?

Cabe ainda dizer que, antes desse percurso, me graduei em comunicação social com ênfase em jornalismo na Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo (ECA-USP), curso que possui mais da metade de seu currículo dedicado às práticas laboratoriais de mídia. Nessa mesma época, no início dos anos 2000, trabalhei por seis anos em departamentos ou ações digitais de variados grupos de comunicação e mídia do país, justamente quando as discussões acerca do impacto das redes digitais dominavam esses espaços e guiavam experimentações. Não à toa, meu trabalho de conclusão de curso na graduação foi o primeiro do departamento em formato digital, em uma investigação de linguagem pioneira naquela escola (Marques, 2008). Devo esse olhar experimental à liberdade de pensamento proporcionada pelo intenso envolvimento com o fazer teatral por dez anos durante a infância e adolescência.

Esses materiais, apesar de não comporem uma pesquisa formal nem integrarem o processo de pesquisa iniciado neste mestrado, ajudam a construir a lente com a qual investiguei as referências bibliográficas que amparam esta dissertação.

Afinal de contas, como afirma Gilberto Velho, em seu artigo “Observando o Familiar”, citado por Eliane Costa (2011, p. 22), as pesquisas com cujo objeto o pesquisador guarda alguma proximidade trazem complexidades, já que o pesquisador ganha desafios adicionais, tanto na observação do campo quanto na interpretação dos resultados. Tendo essa preocupação em mente, procurei explicitar minha condição de observadora privilegiada do objeto escolhido para esta pesquisa, situação que me traz tanto desafios quanto facilidades.

1.2

Objetivos

Esta pesquisa de mestrado parte, portanto, da minha atuação profissional e do engajamento na pauta da democratização das tecnologias. De um lado, ela procura sistematizar experiências, e, de outro, levantar discussões pertinentes ao campo do design. A minha busca é pela relação entre a democratização do acesso ao conhecimento, possível após a internet, e a dinâmica própria dos laboratórios experimentais de tecnologia, entendendo a relação com os processos de aprendizagem, com o estímulo à criatividade e com a possibilidade de servirem como ferramenta para a construção de um futuro mais inclusivo e diverso.

Parto também de um desconforto em ver muitos desses espaços serem avaliados prioritariamente a partir dos seus produtos ou das habilidades técnicas adquiridas por seus participantes e da minha percepção de que as principais contribuições desses espaços estão no estímulo à criatividade⁴³ e ao processo contínuo de aprendizagem e na possibilidade de tornar tangíveis ideias dos cidadãos (extraindo percepções e ideias importantes para a construção do futuro). Parto ainda de um questionamento acerca da veracidade dessa suposição e de uma vontade de contribuir para que sejam cada vez mais implementadas ações que estimulem a liberdade de pensamento e de expressão de ideias coletivas.

O objetivo central desta dissertação é, por conseguinte, entender como os laboratórios independentes de fabricação digital pautados pela democratização do acesso ao conhecimento podem constituir um ambiente de aprendizagem contínua, de fruição da criatividade⁴⁴ e irradiar essa cultura, transformando o seu entorno. E contribuir para a geração de reflexão e produção crítica, necessárias para a

⁴³ Conforme dito, neste trabalho adota-se a definição de criatividade dada por David de Prado-Diez, para quem a criatividade é “uma matriz construtiva de um novo estilo de pensamento e de expressão” (Bahia & Ibérico-Nogueira, 2005, p. 333).

⁴⁴ A esse respeito, Bahia e Ibérico-Nogueira pontuam que, “não obstante a polêmica em torno de uma definição abrangente e esclarecedora, ninguém rebate a ideia de que a criatividade é um processo complexo multifacetado, que envolve a definição e redefinição de problemas (Sternberg & Lubart, 1991) e que envolve a combinação do conhecimento já existente numa nova forma através da aplicação de ideias ‘antigas’ a novos contextos, ou através da perspectivação inovadora de conhecimentos ‘antigos’, ou, ainda, através de um rompimento com o passado, emprestando o que já se conhece a novos contextos (Sutton, 2002)” (Bahia & Ibérico-Nogueira, 2005, p. 335).

construção de futuros desejáveis.

Para se chegar a isso, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- Contextualizar o cenário da revolução digital, da democratização da fabricação digital, evidenciando-se o crescimento dos *fablabs*, *makerspaces* e *labs* no geral;
- Explorar a cultura que criou a internet e como ela ainda influencia práticas nesses espaços experimentais;
- Investigar como as tecnologias são construções e sistemas sociais, embutindo valores, visões, ética e comportamentos;
- Explorar a relação entre os fazeres manuais e a construção de conhecimento e como ela vem sendo abordada em ambientes formais e institucionais de ensino;
- Sugerir valores centrais na cultura desses espaços para que eles possam cumprir a missão de se transformar em ambiente de aprendizagem, de reflexão e produção crítica; e
- Entender como esses espaços podem ser uma ferramenta para a construção de futuros desejáveis.

Compõem este trabalho esta introdução e mais três capítulos, assim organizados:

- Na **Introdução**, apresento o tema, o problema de pesquisa, as questões levantadas, a hipótese, a justificativa, a relevância, os objetivos e a metodologia, além de ressaltar a experiência pessoal que culmina nesta dissertação;
- No capítulo **A democratização das ferramentas de design e tecnologia: crie globalmente, fabrique localmente** descrevo o contexto da evolução das ferramentas computacionais que, de um lado, permitem aos cidadãos se apropriarem das suas funcionalidades, e, de outro, representam um resgate da visão artesanal anterior à Revolução Industrial. Abordo ainda como a cultura libertária presente na criação da internet trouxe valores culturais que se percebem nesses espaços e mudanças em curso na fabricação de produtos fruto da digitalização dos processos de design;

- No capítulo **Tecnologia como construção e sistema social** destaco como os processos de design e de produção de tecnologia embutem éticas, valores e comportamentos e por que isso traz a necessidade de se diversificar quem produz os sistemas digitais. Abordo ainda como o desenvolvimento aberto contribui para essa diversidade de pensamento e democratização do fazer tecnológico;

- No capítulo **Espaços de fabricação digital como geradores de cultura**, exploro a construção de conhecimento por meio da produção de artefatos e como isso tem sido utilizado por ambientes informais e formais de ensino, evidenciando o papel dos laboratórios independentes de fabricação digital enquanto espaços de aprendizagem. O capítulo defende ainda três valores como essenciais para que esses espaços sejam mais eficientes em promover reflexão e produção crítica: a antidisciplinaridade, a tolerância ao erro e a diversidade cognitiva. O capítulo também aponta como a materialização de ideias dos cidadãos pode colaborar na construção de futuros desejáveis; e

- A **Conclusão** aponta, por fim, como esses processos possibilitam aos cidadãos sonhar futuros e, assim, intervir concretamente na sociedade. Também se ressaltam oportunidades disponíveis aos pesquisadores e pesquisadoras que desejem se aprofundar em análises quantitativas e qualitativas para mensurar esses espaços e suas ações, considerando a relevante contribuição de ordem cultural dada por eles.

2

A democratização das ferramentas de design e tecnologia: crie globalmente, fabrique localmente

Este capítulo descreve o contexto da evolução das ferramentas computacionais, cuja democratização permitiu aos cidadãos se apropriarem mais intensamente das suas funcionalidades.

Rio de Janeiro, setembro de 2014: a primeira edição da oficina “Faça o seu skate”⁴⁵ reuniu por dezesseis horas, em dois dias, oito pessoas interessadas. Conduzida pelos designers-proprietários de uma conhecida marca de skates da cidade, a atividade foi uma das primeiras promovidas pelo Olabi Makerspace, espaço que então se abria na capital fluminense com o intuito de promover a cultura do fazer e estimular pessoas leigas a se conectarem com atividades manuais como forma de estimular sua criatividade e a materialização de ideias. O conteúdo da oficina foi montado ao longo de alguns encontros prévios entre, de um lado, os designers-empresendedores, já familiarizados com o processo de produção das peças em sua fábrica em Niterói, e, do outro lado, a equipe do Olabi, que contribuiu com o olhar do leigo, desenhando um percurso que fizesse sentido para alguém não acostumado a produzir artefatos, lixar madeira, usar serras ou qualquer outro instrumento comum ao universo da fabricação. O objetivo da oficina era revelar o conhecimento dos profissionais, o que eles faziam em seu dia a dia, a pessoas muito interessadas pela cultura do skate, que tinham vontade de andar com um skate feito por elas mesmas, no qual cada peça tivesse sido escolhida e pensada por si próprias. Para isso, era necessário que o processo de produção inteiro fosse adaptado para ser o mais simples e conectado à rotina do usuário possível. A visita à fábrica dos designers-empresendedores foi reservada para o último encontro da oficina, destinado à finalização da peça. Todo o restante do programa foi hospedado no espaço do Olabi – uma edícula pequena de uma casa simples, equipada com serras

⁴⁵ Fotos disponíveis em:

<https://www.flickr.com/photos/126274132@N03/albums/72157647017647579/with/15008536809/>. Acesso em: 15/02/2020.

tico-tico, lixadeiras de mão e equipamentos básicos, todos facilmente encontrados em qualquer oficina caseira.

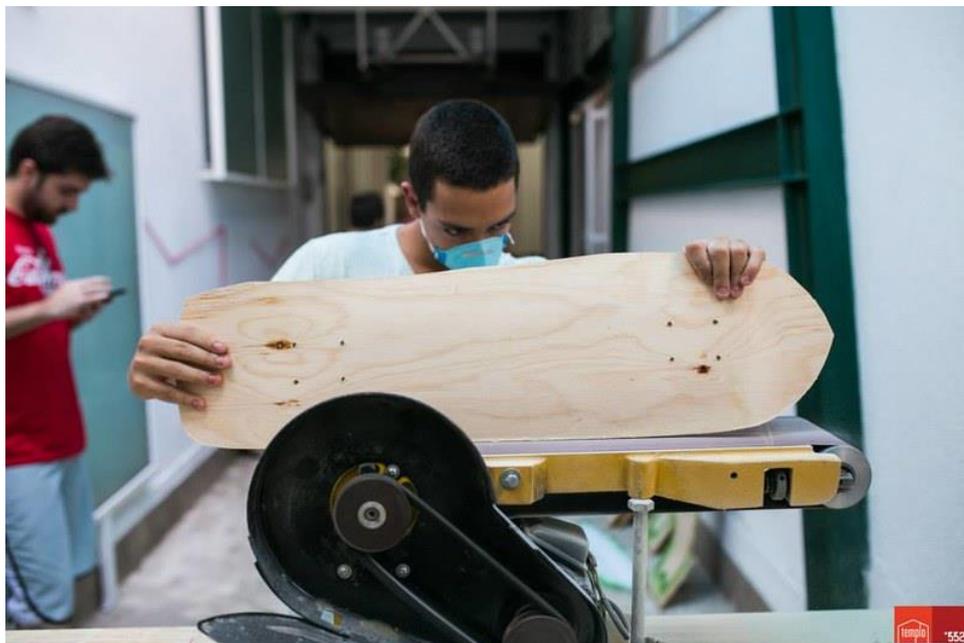


Figura 15 – Skate⁴⁶



Figura 16 – Skate⁴⁷

⁴⁶ <https://www.flickr.com/photos/126274132@N03/15008536809/in/album-72157647017647579/>.

⁴⁷ <https://www.flickr.com/photos/126274132@N03/15008536029/in/album-72157647017647579/>.

Figura 17 – Skate⁴⁸Figura 18 – Skate⁴⁹

⁴⁸ <https://www.flickr.com/photos/126274132@N03/15192282231/in/album-72157647017647579/>.

⁴⁹ <https://www.flickr.com/photos/126274132@N03/15195316725/in/album-72157647017647579/>.

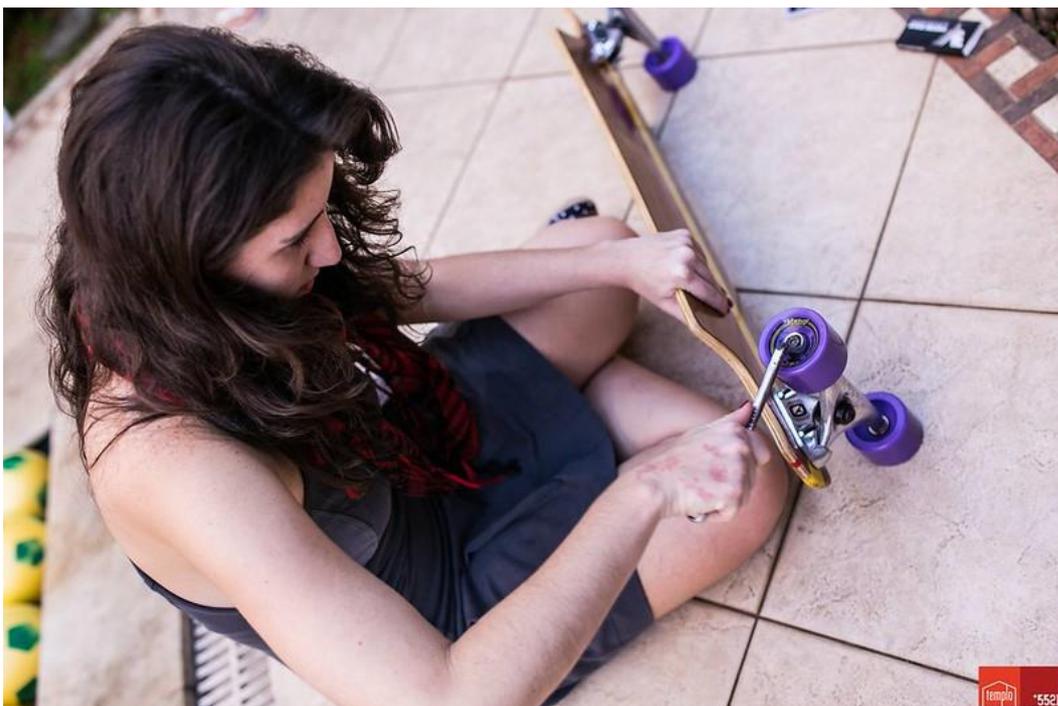


Figura 19 – Skate⁵⁰



Figura 20 – Skate⁵¹

⁵⁰ <https://www.flickr.com/photos/126274132@N03/15194950172/in/album-72157647017647579/>.

⁵¹ <https://www.flickr.com/photos/126274132@N03/15008659220/in/album-72157647017647579/>.

Em setembro do mesmo 2014, na Inglaterra, um site de financiamento coletivo arrecadava fundos para a criação da OpenDesk⁵², que viria a se tornar uma das maiores plataformas de compartilhamento de projetos de design para produção local. Com o intuito de “apoiar designers emergentes, empoderando fabricantes locais”⁵³, o site se propunha a estimular a fabricação sob demanda de móveis a partir de uma biblioteca compartilhada de arquivos digitais na internet, ligando designers interessados a fabricantes locais espalhados por todo o mundo.

Conectar consumidores, designers e *makers* era o objetivo principal da OpenDesk – anunciado em seu vídeo de lançamento⁵⁴ –, bem como o de boa parte dos empreendimentos ligados à cultura *maker* que apareciam naquele momento em diferentes locais do planeta.



Figura 21 – OpenDesk⁵⁵

⁵² <https://www.opendesk.cc/>.

⁵³ <https://www.crunchbase.com/organization/opendesk-cc#section-overview>.

⁵⁴ <https://vimeo.com/96600323>.

⁵⁵ <https://www.flickr.com/photos/nicknormal/24828056171/>.



Figura 22 – OpenDesk⁵⁶



Figura 23 – OpenDesk⁵⁷

⁵⁶ <https://www.flickr.com/photos/nicknormal/24625919300/>.

⁵⁷ <https://www.flickr.com/photos/nicknormal/24895095336/in/photostream/>.

A ideia de que qualquer indivíduo poderia fazer parte do processo de produção encantou leigos, especialistas, amadores e estudantes, bem como gerou uma série de experiências. Foi assim, por exemplo, que Clarice Rohde, estudante da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU-UFRJ), descobriu também em 2014 a Wikihouse⁵⁸, um projeto nascido na Inglaterra anos antes para democratizar a produção de casas e mobiliários urbanos por meio da fabricação digital. Rohde foi a primeira pessoa a colocar de pé uma casa fabricada digitalmente no Brasil, a Casa Revista, de 26 m², apresentada como trabalho de conclusão de curso e montada com a ajuda de dezenas de estudantes (Campolongo, 2019).

E ainda em 2014, o Garagem Fablab⁵⁹, primeiro *fablab* fora de uma universidade no Brasil⁶⁰, aberto em São Paulo, promovia uma série de oficinas de construção de móveis com máquinas de fabricação digital. Nelas, o arquiteto Eduardo Lopes, um de seus principais idealizadores, apresentava máquinas que convertiam arquivos digitais em peças cortadas, que logo se tornavam bancos, mesas e cadeiras.

2.1

Do computador pessoal à fabricação pessoal

Os primeiros computadores pessoais chegaram aos lares norte-americanos entre o final da década de 1970 e começo da de 1980. Tratava-se de modelos como o Apple II e o IBM PC. Com eles, era “possível fazer cálculos matemáticos e jogar jogos simples, mas a maior parte do apelo das máquinas estava na sua novidade” (History.com Editors, 2019)⁶¹.

⁵⁸ <https://www.wikihouse.cc/>.

⁵⁹ <http://www.garagemfablab.com.br/>.

⁶⁰ O primeiro *fablab* brasileiro foi criado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP) em 2012 (Capelhuchnik, 2016). Em 2013, o Garagem FabLab foi inaugurado.

⁶¹ Segundo David Sims, o Apple II era “uma máquina que poderia ensinar seus filhos a ortografia e aritmética, ‘pintar’ telas deslumbrantes usando gráficos coloridos e equilibrar seu talão de cheques” (Sims, 2015).

No início da década de 1980, a primeira impressora 3D foi criada⁶², época em que a internet ainda era restrita a poucos e funcionava basicamente para o envio de mensagens por e-mails⁶³. Em 1995, a internet chegou de forma mais ampla para a sociedade⁶⁴. E, catorze anos depois, em 2009, a tecnologia de manufatura aditiva e a internet se associavam, nascendo assim a RepRap, primeira impressora 3D de baixo custo e código aberto⁶⁵.

A apropriação de ferramentas da internet e das máquinas de fabricação digital permitiu a amadores e designers ter acesso a meios de produção de artefatos que, nas décadas anteriores, estavam restritas a especialistas de grandes centros de pesquisa⁶⁶.

⁶² Atribui-se a Hideo Kodama, do Nagoya Municipal Industrial Research Institute, a publicação da fabricação de um primeiro modelo sólido impresso em 1981 (Cirmu, 2013, p. 156).

⁶³ Um episódio do programa de televisão inglês Database mostra como era o processo de conexão à internet em 1984 e quais as suas funcionalidades disponíveis no momento (Sumares, 2016).

⁶⁴ Castells explica que “embora a Internet tenha começado na mente dos cientistas da computação no início da década de 1960, uma rede de comunicações por computador tivesse sido formada em 1969, e comunidades dispersas de computação reunindo cientistas e hackers tivessem brotado desde o final da década de 1970, para a maioria das pessoas, para os empresários e para a sociedade em geral, foi em 1995 que ela nasceu” (Castells, 2003, p. 22) – ano em que os primeiros navegadores comerciais, Netscape e Explorer, surgiram.

⁶⁵ Para mais detalhes sobre a história da Reprap: *Mastering 3D Printing*, de Joan Horvath, pp. 7-ss.

⁶⁶ Interessante notar como impressoras digitais de pequeno porte podem constituir uma novidade até mesmo dentro de importantes centros de pesquisa, para parte de seus pesquisadores, por exemplo. Cite-se, nesse sentido, o Instituto Nacional de Tecnologia (INT), situado no Rio de Janeiro. Por um lado, o INT foi pioneiro na utilização de impressão 3D no país (ASCOM-MCTIC, 2018). Em 2013, o órgão reuniu tecnologias inéditas para atender a produção de protótipos e peças para a indústria de óleo e gás, com equipamentos que permitiam a impressão de protótipos ou peças finais em titânio, alumínio, aço e ligas, ou em nylon, PMMA, ABS e outros plásticos de alta resistência. O aporte destinado à ação, realizado pela Petrobras, foi de R\$ 10 milhões (DC-INT, 2013). Por outro lado, a propriedade da impressora 3D não implica que suas quase seis centenas de servidores públicos – segundo relatório de atividades do INT 2015-2019, disponível em: https://issuu.com/institucionaldetecnologia/docs/acoes_int_-_final-v1, acesso em: 15/02/2020 – tenham conhecimento sobre tal tecnologia ou acompanhem seus avanços. Procurando dar mais abertura a suas atividades, o INT contratou o Olabi em 2016 para realizar atividades educativas que relacionassem inovação e cidadania, visando promover o diálogo entre pesquisadores da casa, organizações sociais, estudantes e interessados nos temas gerais de inovação. Nessas atividades, oferecidas ao longo de um mês, pesquisadores do INT de áreas administrativas, de química e de materiais operavam pela primeira vez uma impressora 3D de pequeno porte.



Figura 24 – Olabi no INT⁶⁷



Figura 25 – Olabi no INT⁶⁸

⁶⁷ <https://www.flickr.com/photos/126274132@N03/28740235610/in/album-72157669441434184/>.

⁶⁸ <https://www.flickr.com/photos/126274132@N03/28407719734/in/album-72157672450551156/>.



Figura 26 – Olabi no INT⁶⁹



Figura 27 – Olabi no INT⁷⁰

⁶⁹ <https://www.flickr.com/photos/126274132@N03/28741650000/in/album-72157672450551156/>.

⁷⁰ <https://www.flickr.com/photos/126274132@N03/29036102134/in/album-72157672730538621/>.

A possibilidade de produzir uma peça unitária a partir de máquinas de comando numérico faz parte de um movimento que tem como mote “crie globalmente, fabrique localmente”. O movimento reúne em comunidades on-line os criadores interessados em compartilhar arquivos de design, espalhados pelo mundo. Com o arquivo digital em mãos, um usuário qualquer pode localizar quem o fabrique ou mesmo encontrar esse fabricante nas próprias plataformas.

Produzir em baixa escala com precisão e possibilidade de customização é uma promessa que o universo da fabricação digital propicia à criação de produtos. Os impactos dessa produção são ainda desconhecidos. Para Neil Gershenfeld, “a fabricação pessoal vai trazer a programabilidade que inventamos no mundo digital para o mundo físico que habitamos” (Gershenfeld, 2007, p. 17) e, com isso, colocar de volta o controle da criação das tecnologias na mão dos seus usuários (Gershenfeld, 2007, p. 8).

Máquinas de subtração (como as de corte a laser e router) e de adição (como as impressoras 3D) não são novas: o que é novo é o seu acesso por parte do cidadão não especialista, fora de um grande centro de pesquisa ou empresa especializada.

As atividades seguem baseadas no conceito de que pessoas com formações muito diversas poderiam utilizar um software e mudar a lógica de um *device* tecnológico, de maneira experimental. Já que, no atual contexto, plataformas de prototipagem eletrônica de código aberto⁷¹, por exemplo, permitem ao usuário ou usuária interagir com os aparelhos eletrônicos e até construir um sistema mecatrônico hipotético razoavelmente estável e complexo sem que ele ou ela tenha treinamento prévio em engenharia.

E, para Chris Anderson, essa digitalização do processo de manufaturas, há décadas presente nas grandes indústrias e que agora passa a ser cada vez mais acessível a pequenos escritórios de design e até mesmo ao consumidor final, conduz a uma consequência revolucionária. Para o autor, quando se torna possível enviar um arquivo digital para um serviço que materializa o produto ou até fazê-lo por si mesmo em uma máquina como uma impressora 3D de pequeno porte, a grande

⁷¹ Trata-se de um Arduino, placa “baseada num microcontrolador muito versátil que potencializa suas funções para além de uma simples interface passiva de aquisição de dados, podendo operar sozinha no controle de vários dispositivos e tendo assim aplicações em instrumentação embarcada e robótica” (Souza et al, 2011).

mudança ocorre não pela forma como os produtos são produzidos, mas sim por quem (Anderson, 2012, p. 17).

A possibilidade de as próprias pessoas, independentemente de indústrias ou de grandes organizações, construírem seus artefatos utilizando tecnologias novas é fruto de um novo contexto marcado pela evolução das tecnologias digitais. O mesmo tipo de inovação rápida e de baixo custo, oriunda do barateamento das modernas tecnologias de prototipagem e da cadeia de suprimentos, que ocorreu no universo do software, começa a ocorrer no plano do hardware, isto é, no mundo da matéria, daquilo que vestimos e usamos. E é dessa forma que criadores independentes passam a poder desenvolver produtos de consumo sofisticados, que estiveram fora do seu alcance até há pouco tempo (Ito⁷², 2016, p. 71).

Ou seja, criadores independentes podem utilizar uma lógica “de baixo para cima” para sua produção. O que significa, segundo Steven Johnson, um sistema adaptativo em que “os agentes que residem em uma escala começam a produzir um comportamento que reside a uma escala acima deles: formigas criam colônias, cidadãos criam comunidades, um software simples de reconhecimento de padrões aprende como recomendar novos livros” (Johnson, 2003, p. 14). A expressão faz referência ao seu oposto, “de cima para baixo” (ou *top down*, do inglês), utilizado para descrever os processos hierárquicos e verticalizados de um modelo industrial tradicional.

A transformação digital no processo de produzir artefatos, por conseguinte, faz mais do que deixar o processo de manufatura mais eficiente: ela o estende para uma grande população de produtores (Anderson, 2012, p. 42). Esse deslocamento pode ter um impacto enorme de transformação na sociedade, se resgatarmos as duas revoluções digitais recentes – uma em comunicação e outra em computação – que trouxeram computadores pessoais, telefones celulares e internet, transformando radicalmente a economia e o modo de viver (Gershendfeld, 2012, pp. 43-ss):

A fabricação digital é agora uma terceira revolução, baseada nas duas primeiras, trazendo o mundo virtual dos bits para o mundo físico dos átomos. As duas primeiras revoluções digitais progrediram a taxas exponenciais, com computadores passando de edifícios para salas, mesas, colo e depois para o bolso em um espaço de 50 anos. A fabricação digital

⁷² Do mesmo autor, vide: <https://whiplashbook.com/>.

agora está avançando da mesma maneira exponencial (Gershendfeld, Gershendfeld & Gershendfeld, 2018).

A comparação do atual momento de desenvolvimento do hardware com o que ocorreu com o software sustenta boa parte das teses que defendem estarmos vivendo uma nova revolução industrial, como a que Anderson apresenta. O autor resgata que, até os anos 1970, computador significava um *mainframe*⁷³ que ocupava uma sala inteira e era propriedade de governos, grandes empresas e universidades. Àquela época, não se previa que o computador encontraria um espaço nas casas, assim como não estava claro o uso que poderia ser feito dessas máquinas, uma vez que sua utilidade se concentrava na tabulação de grandes bases de dados, em experimentos científicos, na contabilidade de empresas e no desenho de armas nucleares. E, de repente, quando o computador caseiro (em especial, os modelos Apple II e IBM PC) chegou ao mercado, diversos usos apareceram, começando com o uso da planilha e ferramenta de texto do Word para os negócios e, rapidamente, expandindo-se para o entretenimento, com videogames e ferramentas de comunicação (Anderson, 2012, p. 56).

Anderson afirma que o mesmo deve ocorrer com as ferramentas de fabricação, que encontram nestas primeiras décadas dos anos 2000 um momento de surgimento e democratização das suas versões portáteis, que logo devem se tornar convencionais e passar a ter usos mais claros (ANDERSON, 2012, p. 56).

Outra grande mudança apontada pelo autor é o processo de abertura pelo qual passam as fábricas, oferecendo fabricação baseada na web (*web-based manufacturing*) e serviço sob demanda (*on demand service*) para quem tenha um design digital e um cartão de crédito: “elas permitem que toda uma nova classe de criadores se transformem em produtores, transformando os seus protótipos em produtos, sem ter que criar as suas próprias fábricas ou sequer ter uma empresa” (Anderson, 2012, p. 66).

Isso abre portas para a elaboração de cenários diversos, incluída a possibilidade de os cidadãos alcançarem a autossuficiência na produção de seus objetos somada a uma satisfação pessoal e um envolvimento coletivo, como

⁷³ *Mainframe* é um computador de grande porte que pode hospedar e executar diferentes aplicações em um único equipamento (Comunicação institucional do SERPRO, 2019). Ainda são utilizados pelas grandes empresas, mas teve o seu domínio desafiado com a entrada dos microprocessadores na década de 1970 (Tigre & Noronha, 2013, p. 117).

descrevem Gershenfeld e seus irmãos Alan Gershenfeld e Joel Cutcher-Gershenfeld em artigo no periódico “O político”:

Suposições econômicas fundamentais são contestadas quando a fabricação se torna pessoal. Em contraste com o lançamento de empresas que criam empregos que pagam aos trabalhadores que podem consumir, esses trabalhadores podem ter o poder de produzir produtos pessoalmente. Este ato une educação, indústria e entretenimento de maneiras que terão implicações políticas de longo alcance. Além dos benefícios econômicos diretos, a capacidade de fazer coisas também explora um desejo humano profundamente arraigado. Em muitas das propostas de uma renda básica universal (para amortecer a perda de empregos diante das tecnologias em aceleração) falta a noção de que as pessoas precisam de propósito e significado em suas vidas cotidianas. Isso pode vir com o fazer o que se consome em nível pessoal e comunitário (Gershenfeld, Gershenfeld & Gershenfeld, 2018).

Os autores pontuam ainda a necessidade de se trabalhar para a democratização do acesso à fabricação digital, já que “as duas primeiras revoluções digitais criaram profundas divisões digitais, e essa terceira revolução digital tem o potencial de exacerbá-las”. E, para isso, deve-se entender que é preciso ir além do acesso aos maquinários e às ferramentas tecnológicas, e incorporar cultura de participação, liberdade, criatividade e engajamento, bases que construíram os movimentos digitais desde a criação da própria internet.

2.2

Manufaturas distribuídas: o caso Shenzhen

Foi participando de listas de e-mails de grupos conectados aos movimentos hacker e *maker* dos Estados Unidos que recebi, em 2015, o convite de Mitch Altman para uma missão na China, no final do ano seguinte. A viagem seria focada em conhecer o ecossistema de inovação do país.

Já acompanhava o trabalho de Altman desde o começo dos anos 2010, por indicação do Garoa Hacker Clube. Em 2012, em viagem a São Francisco, conheci a sede do Noisebridge, *hackerspace* criado por ele e bastante ativo enquanto fonte de referências para os movimentos globais do gênero.

Nessa mesma viagem, conheci a TechShop, uma rede de *makerspaces* que chegou a ter oito lojas nos Estados Unidos, com uma infraestrutura sofisticada, e conhecida por ser o paraíso dos *makers* mais habilidosos⁷⁴.

No dia da minha visita, um dos salões na TechShop abrigava o primeiro “Nasa International Space App Challenge”⁷⁵, competição promovida pela agência espacial em diversos países ligada ao uso de dados abertos para questões relativas ao espaço sideral. No Brasil, a competição ocorria simultaneamente na Casa da Cultura Digital, em São Paulo, e eu havia participado de sua produção, o que me fez ter o contato com alguns dos organizadores norte-americanos.

Foi preciso pouco tempo de conversa com algumas figuras engajadas no ambiente de produção de hardware de São Francisco para entender que Shenzhen, na China, era o lugar que buscava transformar sonhos em realidade e permitia aquilo que parecia impossível: produzir qualquer coisa de forma muito rápida. A partir de então, comecei a nutrir a vontade de visitar Shenzhen, acentuada em uma conversa com Marcelo Coelho, em uma de suas vindas ao Brasil, como parte da preparação do espetáculo que abriu as Paraolimpíadas no Rio de Janeiro, em 2016. Coelho, que é pesquisador no Medialab do MIT, estava no momento com um estúdio de interatividade em Boston⁷⁶ e trabalhava na equipe que concebeu o espetáculo tecnológico que abriu as Paraolimpíadas. O objetivo do show era estimular os cinco sentidos por meio de luzes, sons, cheiros, braços robóticos e movimentos⁷⁷. Nas viagens ao Brasil, Coelho apresentou alguns protótipos de seus projetos e detalhou como funcionava produzir em Shenzhen.

Visitar a cidade tornou-se ainda mais relevante em 2016, quando a revista Wired lançou na internet o documentário “*Shenzhen: The Silicon Valley of Hardware*” e Andrew Huang, a quem eu acompanhava na internet por recomendação de Coelho, lançou *The Essential Guide to Electronics in Shenzhen*,

⁷⁴ Incluindo David Lang, autor de *Zero to Maker*, escrito depois de aprender a lidar com maquinários variados no espaço.

⁷⁵ <https://www.spaceappschallenge.org/>.

⁷⁶ O estúdio é o Zigelbaum + Coelho: https://www.vice.com/en_us/article/mg98z8/zigelbaum-coelho.

⁷⁷ A abertura das Paraolimpíadas em 2016 no Rio de Janeiro teve como uma das principais atrações uma dança entre a atleta paraolímpica Amy Purdy, vestida com roupa impressa em impressora 3D, e um braço robótico industrial (Delcolli, 2016).

livro que trazia diagramas que facilitavam a vida das pessoas tentando comprar peças nos grandes mercados da cidade (Huang, 2016).

Cheguei à cidade chinesa no final de 2016 com indicações e contatos de amigos de amigos e participando parcialmente do grupo liderado por Altman. A primeira coisa que me impressionou foi a quantidade de alunos e antigos alunos do MIT Medialab e de outros centros de excelência dos Estados Unidos e da Europa, reconhecidos pelo trabalho com hardware. A sensação de que a cidade era destino obrigatório para os engajados nessa produção foi instantânea. A segunda coisa que me impressionou foi saber que a cidade era tão nova.

Em 1980, Shenzhen foi a primeira cidade chinesa a se tornar uma “zona econômica especial” (SEZ), como parte das políticas de reforma no país (*gaige kaifang*) implementadas pelo governo de Deng Xiaoping (1978-92). Como estava próxima aos sistemas jurídico e bancário de Hong Kong, a cidade passou a funcionar como uma janela para o mundo e, ao mesmo tempo, como um laboratório de experimentação do capitalismo (no qual a busca por lucro foi introduzida pela primeira vez na China socialista).

As empresas ocidentais aproveitaram as políticas de incentivo para realocar a produção e terceirizá-la para a área de Shenzhen no Delta do Rio das Pérolas, transformando-a em um local ideal para fabricantes de eletrônicos (Fernandez, Puel & Renaud, 2016, p. 31).

Shenzhen funcionou como uma espécie de laboratório para que os países ocidentais pudessem terceirizar a fabricação de seus eletrônicos. Tanto que, até hoje, 87% dos celulares do planeta são testados, projetados ou fabricados lá (Lemos, 2019).

Nos anos 1990, os fabricantes de computadores e as empresas de manufaturas começaram a se consolidar no local. O que funcionou adequadamente para empresas que precisavam produzir milhões de unidades, mas não para mercados especializados que exigiam pedidos menores – algumas centenas de milhares ou mesmo dezenas de milhares de unidades. A Foxconn⁷⁸, por exemplo,

⁷⁸ Empresa criada em Taiwan em 1974, conhecida por ser uma das principais fabricantes e fornecedoras de desenvolvimento, design, serviços pós-venda, manufatura e montagens de computadores, smartphones e outros dispositivos eletrônicos do mundo. É, por exemplo, fabricante do iPhone da Apple.

não estava interessada em tais pedidos. Assim, surgiu um mercado de lojas menores, muitas delas formadas por ex-funcionários da Foxconn ou empresas fabricantes de equipamentos originais (as chamadas OEMs – *Original Equipment Manufacturer*)⁷⁹, que podiam entregar pedidos menores (Stevens, 2017).

O tempo que passei na cidade não foi suficiente para entender e conhecer toda a riqueza da cena de inovação local. Foi só no ano seguinte, em dezembro de 2017, que compreendi melhor essa história, por meio de David Li, fundador do Shenzhen Open Innovation Lab⁸⁰.

Conheci Li em uma conferência de hardware em Nairóbi, no Quênia, em uma edição da ThingsCon⁸¹. Ele me explicou que esse ambiente dos pequenos produtores cresceu com a popularização dos aparelhos de entretenimento, como DVDs e CDs, nos anos 1990. Nessa época, os DVDs vinham com uma proteção que só permitia que fossem executados em aparelhos programados para determinada região. Os fabricantes de Shenzhen viram nisso uma oportunidade. Começaram a produzir aparelhos capazes de executar filmes de qualquer região, incluindo DVDs piratas. Com isso, o mercado explodiu e esses aparelhos sem restrições se tornaram dominantes (conforme explica também Lemos, 2019).

Esse rápido crescimento do mercado de componentes na década de 1990 permitiu que os fornecedores criassem componentes com padrão compatíveis entre si para acelerar a comercialização de seus produtos. O surgimento de *kits* contendo um conjunto de peças e um manual (Chien & Wang, 2010) possibilitou que uma série de pequenos fabricantes produzisse modelos de telefones celulares a baixo custo. E assim surgiram os Shanzhai (Fernandez, Puel & Renaud, p. 31), ou seja, telefones no meio do caminho entre falsificações e originais.

Os produtos Shanzhai são feitos para o público em geral com recursos atraentes a preços acessíveis. Seus produtos de imitação estão à beira de violar os

⁷⁹ OSMs são empresas dedicadas a uma forma de fabricação terceirizada, na qual a fábrica segue as exatas especificações de design e produção do contratante. É onde existe maior controle de propriedade intelectual e de produção, exigindo pesquisa e desenvolvimento (P&D) e especificações mais elaboradas – quando comparada com as ODMs (*Original Design Manufacturing*), uma outra forma de terceirização, em que o contratado tem um escopo mais amplo, incluindo serviços de desenvolvimento de produto, o que permite maior customização e exige do contratante menos trabalho de P&D. Vide: <https://chinatradeblog.org/china-oem-or-odm/>.

⁸⁰ <https://www.szoil.org/>.

⁸¹ <https://www.evensi.com/thingscon-nairobi-gearbox/230869786>.

direitos de propriedade intelectual, mas são produzidos para atender à demanda das massas. Com um custo significativamente mais baixo para imitar o design industrial e os recursos dos produtos de marca registrada, além de alguns recursos novos e inovadores, os celulares Shanzhai ganharam maior participação no mercado e criaram um fenômeno em que seu design físico, funcionalidade e preço são mais atraentes do que os das marcas internacionais (Hu, Whan & Zhu, 2011, p. 54).

Os telefones Shanzhai são de nicho, isto é, produzidos em pequeno volume. Podem ser feitos sob demanda numa escala de 50 mil unidades de um modelo específico. Ou seja, não se trata de desenvolver novas tecnologias, e sim fazer isso o mais rapidamente possível (Stevens, 2017).

Esses telefones começaram a ser feitos, em sua maioria, copiando-se os aparelhos existentes, mas em pouco tempo se converteram em verdadeiras fábricas de inovação ágil para todo tipo de ideia, em virtude da sua proximidade com o ecossistema de manufatura. Os desenvolvedores de Shanzhai têm acesso às fábricas, mas, mais importante, têm acesso às formas de fazer e estratégias dos grandes fabricantes de todos os produtos que estão à venda:

Os telefones mais interessantes eram os que não lembravam nada que já existia em qualquer outro lugar. Chaveiros, caixas, carrinhos, alguns brilhando, outros piscando – era uma explosão de cada iteração possível de telefone que você poderia imaginar (Ito, 2016, p. 115).

Os fabricantes de Shanzhai seguiram uma estratégia diferente da dos fabricantes tradicionais. Eles foram bem-sucedidos por serem capazes de atingir cada comunidade de consumidores de maneira diferente, com um ciclo de fabricação mais curto do que o das grandes marcas e, quase sazonalmente, adaptaram-se à demanda do mercado com agilidade e flexibilidade:

Shanzhai significa literalmente uma vila montanhosa controlada por uma figura tipo Robin Hood, o que implica uma rebelião contra os oficiais e representa o público em geral. Quando o significado da marca é ampliado, os telefones celulares Shanzhai são sinônimo de produtos falsificados, de imitação e inovadores, com preço acessível e qualidade suficiente. Ele se rebela contra as caras marcas líderes do mundo, mas rapidamente eles se transformaram em adaptadores e inovadores locais emergentes, não apenas dos aspectos do design industrial e da captura da demanda doméstica, mas também do avanço tecnológico central (Hu, Whan & Zhu, 2011, p. 54).

Os celulares Shanzhai começaram com uma empresa de design de circuitos integrados (IC) baseada em Taiwan, a MediaTek (MTK), desenvolvendo um ‘chip de solução total’ em 2005.

Pela primeira vez, uma empresa independente foi capaz de fornecer um único chip que daria uma plataforma operacional semelhante e uma funcionalidade abrangente àquela usada pelos OEMs e fornecida por muitos fornecedores importantes de chips para o design de um telefone móvel. A solução pronta para uso, incluindo o chip principal, o design de referência e a interface, é mais aberta, permitindo que os desenvolvedores alterem facilmente a interface entre os diferentes componentes e, portanto, padronizem os procedimentos de produção em massa. Por outro lado, para a empresa de design de software, é muito mais fácil desenvolver a interface do usuário, pois todas as interfaces essenciais com o hardware foram projetadas pela MTK. Com esse excelente trabalho realizado pela MTK, todos os desenvolvedores de telefones ficaram com o design da caixa de hardware, o que implica que o custo do desenvolvimento de um telefone celular a partir do zero não era mais proibitivamente caro. Os desenvolvedores podem criar seu próprio produto sem ter que gastar muito em P&D ou enfrentar a ameaça de ação legal por violar os direitos de propriedade intelectual. Também reduziu bastante o cronograma de desenvolvimento e reduziu os recursos necessários, que costumava ser superior a 1 ano. Foi reduzido para um mês com apenas alguns engenheiros técnicos envolvidos (Hu, Whan & Zhu, 2011, p. 56).

Shenzhen passou de uma aldeia de pescadores cercada por arrozais com 30 mil habitantes, em 1980, para uma cidade, em 2010, com mais de 10 milhões de habitantes – mais do que Nova Iorque, a maior cidade dos Estados Unidos. De fato, “a história de Shenzhen nesses trinta anos é uma mistura não usual de desenvolvimento urbano e de um rígido sistema socialista esticado para incorporar uma economia de mercado” (O’Donnell, Wong & Bach, 2017).

Uma visita ao ecossistema de inovação da cidade permite entender como unidades de fabricação pequenas, flexíveis e escaláveis em redes de produção distribuídas facilitam o atendimento às necessidades individuais dos clientes, permitindo a customização dos produtos em uma escala considerada baixa para a indústria:

Embora no passado muitas vezes tenham sido realizados esforços para o estabelecimento de unidades de produção descentralizadas no exterior devido à realocação de capacidade para países de baixo custo, a tendência atual mostra um aumento de produções distribuídas com o objetivo de desenvolver o mercado global e atender às necessidades locais. Essa tendência em direção à produção ‘glocal’ combina, portanto, os objetivos de desenvolvimento do mercado global e o atendimento dos requisitos locais dos clientes. Com a crescente demanda por produtos individuais e variantes de produtos, a mudança da produção em massa para uma “customização em massa” personalizada se torna cada vez mais realista. Conceitos inovadores de produção substituem as estruturas de rede tradicionais. Para isso, é necessário, no futuro, construir redes de produção descentralizadas com unidades de produção distribuídas que possam oferecer sob os aspectos de custo, tempo, emissões de dióxido de carbono

e consumo de energia e produtos personalizados de qualidade aos clientes locais (Matt; Rauch; Dallasega, 2014, p. 2).

Ronaldo Lemos resumiu em artigo na Folha de S. Paulo:

Empreendedores do mundo todo buscam Shenzhen para alavancar suas ideias de design e de hardware. A cidade está aberta para produzir qualquer coisa, de capinhas de celular a algum acessório imaginável. Outros países e empresas já descobriram a capacidade do lugar — como é caso da Apple.

Qualquer um pode chegar a Shenzhen, hoje, levando sua marca ou a ideia para um celular, um fone de ouvido ou outro aparelho. Se os fabricantes acharem que tem potencial de mercado, topam financiar a produção, cobrando só após 60 dias. Não por acaso, empresários americanos (como o caso da Anker), franceses (a Wiko) ou quenianos (a Pace) criaram suas próprias marcas e empresas bem-sucedidas a partir de Shenzhen (Lemos, 2019).

Desenvolvendo a descrição, o autor acrescenta:

Um caso emblemático é o da empresa Anker. Fundada por um jovem empreendedor nos Estados Unidos, começou a produzir periféricos, como cabos e carregadores de celular, de média qualidade. O mercado antes era dividido entre os carregadores de primeira linha, feitos pelas próprias marcas de celular, e os de quinta categoria, que queimavam facilmente. A empresa criou um produto intermediário, bom o suficiente e barato. Com isso, se tornou um dos maiores vendedores da Amazon.

Em um dia normal, a Anker tem 30 mil pedidos. Em feriados como o Dia de Ação de Graças americano, chega a receber 100 mil por dia. Tudo produzido em Shenzhen, com as especificações do fundador. E, claro, após dominar esse mercado de “meio do caminho”, a empresa começou a inovar, com experimentos com novos materiais, componentes e produtos — projetores, aspiradores-robôs, smart-speakers e outros. Não por acaso mudou seu nome para Anker Innovations (Lemos, 2019).

Figura 28 – Shenzhen⁸²Figura 29 – Shenzhen⁸³

⁸² <https://www.flickr.com/photos/maltman23/30732810046/in/album-72157676024748146/>.

⁸³ <https://www.flickr.com/photos/maltman23/30732806686/in/album-72157676024748146/>.

Os exemplos trazidos por Shenzhen mostram aplicações práticas de conceitos ligados à manufatura distribuída. No quadro montado por Dominik T. Matt, Erwin Rauch e Patrick Dallasega, a seguir reproduzido, os autores resumem as formas atuais e futuras de produção descentralizada, ampliando as perspectivas de como num futuro próximo será possível lidar com a produção (Matt, Rauch & Dallasega, 2014, p. 4).

Estágio de evolução das fábricas de modelos distribuídos:

Tipo	Classificação	Descrição e características
1	fábrica de modelo padronizado e replicável	fábrica de modelo padronizado e replicável para produção geograficamente distribuída de produtos definidos com um número definido de unidades
2	fábrica de modelos modular e escalável	fábrica de modelo modular para produção geograficamente distribuída de produtos definidos, com flexibilidade em relação à quantidade de itens e, portanto, escalabilidade do sistema de fabricação
3	fábrica de modelo flexível e reconfigurável	fábrica de modelo flexível e rapidamente reconfigurável para fabricação de produtos distribuídos geograficamente em diferentes variantes (flexibilidade do produto) e várias quantidades (flexibilidade da quantidade)
4	fábrica de modelo mutável e inteligente	fábrica de modelo inteligente e auto-otimizável, com um alto grau de adaptabilidade à produção distribuída geograficamente de diferentes produtos, com etapas de fabricação semelhantes e quantidades variáveis

Formas especiais de produção descentralizada:

Tipo	Classificação	Descrição e características
5	modelo de serviço de fabricação de contrato industrial	fornecedor de serviços de produção e intermediário (fornecedor de produção) para fabricação industrial distribuída de contrato de diferentes produtos com etapas similares de fabricação e quantidades variáveis em nome de diversos clientes
6	fábricas de modelos móveis e não vinculadas à localização	fábricas de modelos móveis não vinculadas à localização e altamente flexíveis e escalonáveis para requisitos de produção temporários, reduzindo compras e / ou transportes de distribuição
7	franquia de produção	fábrica modelo, operadas de forma independente por franquias, com unidades de produção mais ou menos flexíveis e adaptáveis para a produção distribuída geograficamente de produtos em uma rede de franquias
8	laboratório de produção de manufatura aditiva (produção em nuvem)	laboratórios distribuídos altamente flexíveis e geograficamente capilares para a produção de vários produtos com processo de fabricação generativo (impressão em 3D) por meio de dados CAD transmitidos digitalmente na nuvem

2.3

Os laboratórios experimentais

Minha primeira referência de laboratório é a Casa de Cultura Tainã⁸⁴, em Campinas, interior de São Paulo, ponto de cultura digital importante nas discussões sobre ancestralidade, arte, memória, justiça social e software livre. Além da produção de tambores de aço e outros instrumentos musicais ligados às atividades culturais mantidas pela organização, o espaço contemplava, em 2009, uma série de atividades relacionadas à produção digital. Talvez porque isso ocorreu antes de as

⁸⁴ <http://www.taina.org.br/>.

impressoras 3D e máquinas de fabricação digital se espalharem, o fato é que não foi em um espaço com maquinários sofisticados e de última geração que entendi quão próximos o digital e todas as questões relacionadas à produção de software estavam da produção de artefatos físicos.

O principal articulador cultural do espaço, TC Silva⁸⁵, associa em seus discursos a produção de música à produção de códigos computacionais, evidenciando como o domínio de códigos dos mais diversos é importante para fazer bom uso das linguagens. E creio que essa vocação cultural no centro do processo, como um sentido maior, o foco no uso – seja do software, seja do tambor – que me fez entender a virada no modelo de produção.

A visita ao TechShop, nos Estados Unidos, também foi um marco nas minhas idas aos espaços de fazer. Lá, acompanhei um grupo de uma montadora que fazia o protótipo de um carro com colaboração de usuários de fora da empresa que haviam se inscrito por meio de uma chamada aberta.

Conhecer o GearBox⁸⁶, em Nairobi, cidade que vem despontando como polo de inovações digitais na África, também foi de uma riqueza ímpar. Infraestrutura robusta, participantes com uma disponibilidade acima da média em se aventurar nos maquinários e engajados em criar aplicações como a Esvendo⁸⁷, uma *vending machine* que disponibiliza absorventes femininos com o objetivo de reduzir a evasão escolar feminina na zona rural do país.

Iniciativas como essa frequentemente resultam da reunião, em um mesmo espaço, de três (ou mais) comunidades que usualmente não trabalham em conjunto: 1) a técnica, que reúne os que dominam as ferramentas de design e engenharia; 2) a viabilizadora, que reúne os que entendem das questões políticas, comerciais ou o necessário para implementar a solução; e 3) a de usuários, que reúne os que vivem o dia a dia do problema e podem fornecer elementos que transformem a forma como as outras duas comunidades lidam com a questão.

⁸⁵ Entrevista disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7hoOmNED3lQ>. Acesso em: 12/01/2020.

⁸⁶ <http://www.gearbox.co.ke/>.

⁸⁷ <https://www.engineeringforchange.org/solutions/product/esvendo-sip-sanitary-vending-machine/>.

É justamente essa ideia do usuário no centro do processo⁸⁸ que justifica a existência e a proliferação dos laboratórios independentes. E se essa noção for aplicada à produção é possível entender grandes impactos que sua adoção pode causar na sociedade:

Considere um exemplo simples: adquirir uma torradeira. Hoje, o possível cliente precisa de um trabalho remunerado para ganhar dinheiro para comprar uma torradeira em uma loja, que chega em um caminhão, que dirigiu por uma rodovia, depois de ser apanhada em um trem em uma linha férrea, que vem em um navio em um porto, depois de ser produzida em uma fábrica no outro lado do mundo. Cada uma dessas etapas traz consigo políticas, regulamentos, impostos, emprego e administração. O que acontece, então, se a torradeira é feita em um fablab? Esse não é um projeto difícil. Um equipamento pode fazer a forma do corpo, outro pode incorporar os elementos de aquecimento e um terceiro pode produzir a eletrônica para controlá-lo. O design da torradeira pode ser desenvolvido do zero, personalizado para refletir as preferências pessoais ou baixado de um repositório de design. O trabalho pode ser feito pela pessoa que deseja a torradeira, reduzindo o custo ao das matérias-primas, ou o trabalho pode ser feito como presente, pagamento ou troca. Mas em todos esses casos, o impacto econômico e educacional permanece local. E a construção da torradeira em um fablab ignora a necessidade de todas as outras etapas logísticas, dos trens e navios aos caminhões e linhas de montagem (Gershendfeld, Gershendfeld & Gershendfeld, 2018).

A possibilidade de se produzir localmente utilizando mão de obra e materiais do entorno, a partir do acesso global a uma base de dados e rede de conhecimento compartilhado, sustenta a visão de um *fablab*, modalidade de laboratório de fabricação digital surgida no Centro para Bits e Átomos (CBA), no MIT, como consequência de um curso oferecido por Neil Gershenfeld:

Em todo o mundo, as pessoas já estão usando uma variedade de ferramentas controladas por computador para fazer de tudo, desde comida, móveis e artesanato a computadores, casas e carros. Elas estão compartilhando conhecimento remotamente, enquanto caminham para a autossuficiência da comunidade localmente (Gershendfeld, Gershendfeld & Gershendfeld, 2018).

Fablab é um laboratório de fabricação digital que se baseia em um protocolo focado em estimular a aprendizagem de novas tecnologias, a prototipagem e a

⁸⁸ Refere-se aqui ao conceito do humano no centro do processo de design (*human-centric design*, em inglês). Segundo Krippendorff, “o enfoque voltado para o ser humano ocorreu com o início dos anos de 1950 quando os até então produtos produzidos em série e com características funcionalistas, pertencentes à era industrial, passaram a ser considerados bens de consumo, informação e identidade. Os designers perceberam que os produtos não eram coisas, mas que tinham se tornado então em práticas sociais, preferências e símbolos, e que eles não atenderiam mais às necessidades de usuários racionais, e sim de compradores, consumidores e determinados públicos. Sendo assim o DCH preocupa-se com a maneira como as pessoas veem, interpretam e convivem com artefatos” (Garófalo Chaves; Bittencourt & Haddad Taralli, 2013, p. 215).

produção a partir do uso de tecnologias emergentes como máquinas de fabricação digital e componentes eletrônicos:

Fablab pode ser um laboratório para fabricação, ou simplesmente um laboratório fabuloso. Assim como um minicomputador de componentes combinados – o processador, a unidade de fita, o pressionamento de teclas e assim por diante – que foram originalmente alojados em armários separados, um fablab é uma coleção de máquinas e peças disponíveis comercialmente, vinculadas por software e processos que desenvolvemos para produzir coisas (Gershendfeld, 2005, p. 12).

Segundo definição no site da FabFoundation, que coordena a rede de mais de 1.750 laboratórios, “fablab é um espaço para brincar, para criar, para mentorar e para inventar: um espaço para aprender e para inovar. Fablabs oferecem acesso ao ambiente, às habilidades, aos materiais e a tecnologias avançadas que permitem a qualquer pessoa em qualquer lugar do mundo fazer (quase) tudo”⁸⁹.

A ideia de que é possível produzir (quase) tudo é o tema do curso que o professor Gershendfeld leciona no MIT desde 1998 e que deu origem aos espaços:

How to make (almost) anything fornece uma introdução prática aos recursos para projetar e fabricar sistemas inteligentes, incluindo CAD / CAM / CAE; máquinas de controle numérico, impressão 3D, moldagem por injeção, corte a laser; layout e fabricação de PCBs; sensores e atuadores; instrumentação analógica; processamento digital incorporado; comunicações com e sem fio. A ênfase é colocada em aprender a usar as ferramentas, bem como entender como elas funcionam (Chuang & Gershendfeld, 2002).

Com uma abordagem prática, na qual os alunos desenvolvem projetos a cada semana, o curso foi criado como uma ferramenta de pesquisa para entender como ensinar os processos ligados às manufaturas. Para isso, o professor permitiu a inscrição de estudantes de áreas variadas, incluindo aqueles que não tinham qualquer experiência técnica. E, para a sua surpresa, as aulas fazem enorme sucesso desde o início justamente entre os alunos com pouco conhecimento técnico. E não foram necessárias muitas semanas para que esses estudantes conseguissem criar sistemas e projetos funcionais, produzindo tanto a sua forma física (usando máquinas controladas por computadores que produzem formas tridimensionais adicionando ou retirando material) quanto a sua função lógica (desenhando e construindo circuitos com chips computacionais embutidos e conectados a uma

⁸⁹ <https://www.fablabs.io/>.

interface). No processo industrial comum, tais atividades são desenvolvidas por equipes e áreas variadas e não por um indivíduo (Gershendfeld, 2005).

Com poucos anos de curso, Gershendfeld entendeu que era possível escalar esse aprendizado e estimular pessoas em contextos variados, inclusive sem qualquer ligação com universidades, a ter acesso à produção de artefatos. E foi assim que os *fablabs* ganharam o mundo: com a ideia de ser uma amostra do robusto laboratório que o professor mantém na universidade.

A infraestrutura técnica de um espaço como esse pode variar muito, mas via de regra é composta por:

- Máquinas de subtração:

- cortadora a laser, uma máquina de comando numérico e que direciona com muita precisão um feixe de laser de CO₂ sobre o material a ser cortado ou gravado, movimentando-se sempre em dois eixos (X e Y). A potência do laser (medida em Watts) define a espessura dos materiais a serem cortados e está diretamente relacionada com a velocidade com que a máquina é capaz de operar (Eychenne & Neves, 2013).

Em nossas observações, durante a pesquisa de campo para a realização deste livro, percebeu-se que a cortadora a laser é uma das máquinas mais populares. É uma máquina fácil de ser usada pelos iniciantes e rapidamente apropriável pela sua simplicidade. Ela trabalha através de softwares populares de desenho vetorial, sendo também bastante segura, pois o feixe de laser somente funciona quando a porta está fechada (a abertura da mesma impede instantaneamente a tarefa). Por fim, dentro das máquinas que compõem um Fab Lab, esta é uma das mais rápidas. Suas duas funções básicas são o corte e a gravação de materiais (Eychenne & Neves, 2013).

- fresadora de precisão, uma máquina por comando numérico dotada de uma fresa em sua cabeça que se move sobre três eixos (X, Y e Z). A fresa desgasta o material, retirando parte dele segundo o desenho que lhe foi enviado. Existem diversos modelos e tamanhos de fresas, que devem ser alteradas de acordo com a finalidade do projeto, o material e a estratégia. Algumas fresas possuem funções mais básicas, como desbastamento do material, enquanto outras são utilizadas ao final do processo para obter o acabamento fino. Algumas possuem pontas circulares, outras chatas ou de corte, sendo que as espessuras também variam.

- Máquinas de adição:

- impressora 3D, que, em vez de desgastar o material para fazer o desenho, realiza o projeto adicionando materiais.

- Componentes eletrônicos múltiplos, bem como ferramentas de programação associadas a microcontroladores abertos, de baixo custo e eficientes. Estes dispositivos são controlados por meio de um software comum de concepção e fabricação assistida por computador.

Teoricamente, um *fablab* segue os seguintes princípios:

1. Abertura: é preciso estar disponível ao público geral de forma gratuita em algum momento da semana;
2. Fab Charter: todos os espaços devem estar de acordo com os princípios da rede;
3. Compartilhamento de infraestrutura que contenha máquinas de prototipagem rápida. O conjunto de máquinas usualmente disponível inclui: cortadora a laser, impressora 3D, máquina fresadora CNC, router para corte de madeira, componentes eletrônicos; e
4. Participação na rede global: o espaço não pode se isolar em si mesmo.

Acerca das características gerais dos *fablabs*, Heloísa Neves e Fabien Eychenne apresentam as seguintes (Eychenne & Neves, 2013):

A Fab Charter

O que é um Fab Lab?

Fab Labs são uma rede global de laboratórios locais, permitindo a invenção e fornecendo acesso a ferramentas de fabricação digital.

O que contém um Fab Lab?

Fab Labs compartilham um inventário de máquinas e componentes em evolução que auxilia na capacidade básica de fazer (quase) qualquer coisa, permitindo também o compartilhamento de projetos desenvolvidos ali pelas pessoas.

O que fornece a rede Fab Lab?

Assistência operacional, educacional, técnica, financeira e logística, além do que está disponível dentro dos laboratório.

Quem pode usar um Fab Lab?

Fab Labs estão disponíveis como um recurso da comunidade, oferecendo acesso livre para os indivíduos, bem como o acesso programado para programas específicos.

Quais são as suas responsabilidades?

segurança: não ferir as pessoas ou danar as máquinas

operações: ajudar com a limpeza, manutenção e melhoria do laboratório

conhecimento: contribuir para a documentação e instrução

Quem é o dono das invenções realizadas dentro do Fab Lab?

Projetos e processos desenvolvidos no Fab Lab podem ser protegidos e vendidos. O inventor escolhe a maneira como seu projeto será realizado, porém, a documentação do projeto contendo os processos e as técnicas envolvidas deve permanecer disponível para que os outros usuários possam aprender com ela.

Como as empresas podem utilizar um Fab Lab?

As atividades comerciais podem ser prototipadas e incubadas em um Fab Lab, mas não devem entrar em conflito com outros usos. Elas devem crescer além do laboratório e beneficiar os inventores, os próprios laboratórios que lhes deram suporte e as redes que contribuíram para o seu sucesso.

(adaptação da Fab Charter para o português realizada pelos autores deste livro)

Entretanto, na prática, os processos ligados aos laboratórios experimentais são mais abertos e de classificação mais difícil. É possível ver *fablabs* com programação inteiramente paga e sem abertura ao público, ou espaço que se intitula *fablab* sem ter qualquer vínculo oficial com a rede, e até intermediários surgindo para facilitar o diálogo com a FabFoundation, criando regras próprias que mais

facilitam a saída de membros do que a adesão de novos. A confusão em torno do que significa o termo é grande e muitas vezes até os gestores dos espaços ficam sem orientações claras.

Fablabs, makerspaces, hackerspaces surgem de origens distintas, daí a razão pela qual possuem nomes diferentes. Makerspace não existia como termo até 2005, quando a MAKE Magazine foi publicada pela primeira vez por Dale Dougherty e pela Maker Media. O termo ficou associado a oficinas comunitárias, nas quais os membros compartilham ferramentas e foi formulado em oposição ao dos espaços de hackers, considerados mais focados em computadores e eletrônicos (Holm, 2014, p. 3).

A relação dos *makerspaces* com espaços mais ligados ao DIY (“faça você mesmo”), que inclui costura, artesanato, marcenaria e outras habilidades manuais, é bastante comum, podendo ou não estar mais próxima dos componentes computacionais e das máquinas de fabricação digital. É comum as pessoas utilizarem esse termo como algo amplo, sem muita especificidade ou vínculo a alguma rede ou modo de operação particular. É comum também um espaço se chamar de *makerspace* e dialogar com a rede de *fablabs*, como é o caso do próprio Olabi.

Hackerspace é um termo que ficou bastante comum globalmente nos anos 2000 e guarda, na origem, referência a espaços que têm um apelo mais coletivo e menos individual em suas construções. O C-Base na Alemanha é considerado o primeiro *hackerspace* do mundo. Foi criado em 2003, em Berlim, por pessoas bastante ligadas à pauta do acesso público à internet via redes comunitárias sem fio. Apesar de não haver uma estrutura ou fundação central que gerencie todos os espaços do mundo, diversas plataformas e redes como o Hackerspace.org promovem o diálogo e conexões entre seus membros, de forma mais livre.

Felipe Schmidt Fonseca explica que os *hackerspaces* derivam dos *hacklabs* europeus, pautados por agendas politizadas ligadas aos direitos digitais, mas ao chegarem aos Estados Unidos acabaram assumindo uma aproximação com os agentes de mercado (Fonseca, 2014, p. 42). E o próprio Holm (2014, p. 3) aponta que o movimento *maker* poderia ter sido entendido de maneira bem diferente se Dale Dougherty tivesse batizado a MAKE Magazine como HACK, conforme originalmente planejado. O nome do projeto da publicação foi mudado devido às conotações negativas associadas ao termo “hacker”.

O que importa, então, para os fins deste trabalho é notar que existe uma diversidade grande de termos para nomear espaços de fabricação (que incluem máquinas de fabricação digital) como *makerspaces*, *fablabs*, *hackerspaces*, laboratórios cidadãos ou apenas laboratórios (*labs*), e que nenhuma classificação entre eles é definitiva, uma vez que há diferenças de abordagem regionais e de contexto para contexto. O relevante é a noção de que criadores de tecnologia podem gerar questionamentos e conhecimentos a partir do uso experimental de uma infraestrutura comunal, conceito que guia os trabalhos dos laboratórios experimentais, tenham ou não fins lucrativos, sejam públicos ou privados, e independentemente das agendas políticas às quais estejam ligados.

Apesar das origens individuais dos termos, um makerspace, hackerspace e fablab podem ser muito parecidos, dependendo das intenções dos fundadores e membros. Como os espaços de hackers têm uma história mais longa e são um nome mais estabelecido, a maior parte da literatura acadêmica se concentra neles como um termo para descrever essas organizações (Holm, 2014, p. 6).

Ou ainda, como nota Sarah R. Davies, ainda que existam regras e diretrizes que balizam as normas desses espaços, isso não significa que sejam cumpridas. Ela refere-se à diversidade do movimento contando que um *hackerspace* pode estar em uma instituição pública brasileira, como o LabHacker da Câmara dos Deputados do Brasil, ou na rua de forma independente pregando discurso contracultural, tal como o Noisebridge, na Califórnia, ou estar inteiramente focado em biologia como o BioCurious, também nos Estados Unidos. Alguns se dividem com espaços de *coworking*, outros com *fablabs* ou estão em livrarias ou museus (Davies, 2017).

Fotos na página Wiki dos Hackerspaces.org mostram quartos escuros cheios de sofás e luzes coloridas, cavernas de computadores decoradas com papel de estrelas, e pessoas soldando, escrevendo, digitando e conversando. A página de projetos lista tudo de robôs agrícolas a programa global de corrida para o espaço. (...) Se não outra coisa, isso aguça a sua curiosidade – e também dá um senso de empolgação, de pensar grande (Davies, 2017).

E, muito embora a visão de Gershenfeld na criação dos *fablabs* esteja apontada para um futuro em que as pessoas tenham mais autonomia na produção dos seus bens de consumo, a realidade, observada pela autora em diversos países, é que boa parte desses espaços, no estágio atual, se dedicam mesmo a disseminar a curiosidade, enquanto prática educacional e experimental. É mais sobre a conexão entre profissionais de áreas variadas e a possibilidade de entrar em contato com temas e aparatos novos do que propriamente sobre ver uma gama enorme de

produtos futuristas sendo produzidos ou itens de uso cotidiano sendo feitos de forma autônoma por indivíduos que manuseiam as técnicas.

As pessoas que frequentam esses espaços são tão diversas quanto as possibilidades de uso das infraestruturas e, via de regra, um espaço desses tem fins educacionais. Mesmo os ambientes que estão longe de uma instituição educacional, como escola, universidade ou museu, têm um forte componente educacional (ainda que isso possa ocorrer na aprendizagem informal e espontânea entre pares, como as que acontecem nas Noites de Arduino do Garoa Hacker Clube em São Paulo, por exemplo, em que os mais experientes oferecem sugestões nos projetos dos menos experientes, em um formato mais afeito a um clube de troca do que a uma sala de aula tradicional).

A eles se aplicaria a definição da metodologia *living labs* feita por Jordi Colobrans:

Um LivingLab reúne informações, gera e valida ideias, conceitos e projetos e inova. É um instrumento criado para auxiliar os processos de inovação do início ao fim. Essa capacidade de fornecer suporte e acompanhamento holísticos é fundamental para os LivingLabs. Como um laboratório, eles têm uma característica singular: eles são configurados para documentar, gerar e realizar experiências com ideias, conceitos e/ou protótipos de novos produtos e serviços. Eles fazem isso em situações reais com pessoas reais que usam protótipos ou uma nova versão de produtos e/ou serviços antes de serem formalmente inseridos no mercado ou na sociedade. LivingLabs não são laboratórios científicos fechados, em que os pesquisadores realizam experimentos sob condições controladas, mas laboratórios abertos e flexíveis, onde usuários, designers, pesquisadores, desenvolvedores, empreendedores, associações, administrações, acadêmicos etc. se reúnem e cooperam para incentivar projetos de inovação (Colobrans, 2019, p. 6).

Ou seja, ainda que exista a construção de produtos ou protótipos em si, grande parte do processo que ocorre em um laboratório experimental está relacionado à possibilidade de troca de conhecimento e criação de experiências únicas.

2.4

Cultura da internet: participação e engajamento

Os laboratórios experimentais podem ser considerados, a partir do exposto, extensões presenciais de uma cultura baseada no compartilhamento de conhecimento, que está no cerne da formação da internet e se espalhou pelas redes digitais.

Como aponta o então Ministro da Cultura Gilberto Gil, os processos colaborativos típicos das redes digitais representam uma adoção cultural que tem impacto sobre o mundo humano tão grande quanto foi o da construção do espaço urbano das cidades, que reorganizou a sociedade. Para ele:

A desmaterialização das unidades produtivas, representadas pelas indústrias modernas, se dá com a democratização do acesso à informação, seus sistemas de codificação, seus recursos de produção, de reprodução e veiculação. Esses conteúdos e dispositivos são, ao mesmo tempo, uma grande matéria prima manufaturável digitalmente e uma enorme maquinaria virtualizada tecnologicamente. A convergência é o acontecimento paradigmático que redesenhou os processos produtivos, instaurando uma dinâmica de trabalho, colaboração e compartilhamento que são decisivos nesse momento (Gil, 2018).

Além de ter sido o ministro responsável por uma série de políticas públicas que colocaram a cultura digital no centro dos processos, Gil foi o embaixador do Festival Internacional CulturaDigital.Br, evento realizado em 2011 (Vianna, 2011).

Durante o evento, que reuniu mais de 6 mil pessoas de mais de vinte países no Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro, um grande laboratório de prototipagem a céu aberto foi montado, com a curadoria e articulação de Felipe Fonseca, que juntou empreendedores, ativistas e artistas para abrir conhecimentos, projetos e ideias de forma tão despreziosa que poucos dos que participaram entenderam que ali reunia em um mesmo ambiente, para além de manuseios técnicos, luzes piscando e robôs funcionando, Gil e Amir Taaki, um dos pioneiros e principais articuladores da então nascente rede em torno do BitCoin⁹⁰, um ativo

⁹⁰ Amir Taaki foi um dos principais desenvolvedores dedicados ao bitcoin no início da criptomoeda. Em 2011, na época do Festival Internacional CulturaDigital.Br, ele coordenava o Britcoin, a primeira plataforma que permitia a conversão da moeda digital para libra no Reino Unido. Mais informações sobre bitcoin e sobre ele em: <https://www.select.art.br/entrevista-com-amir-taaki/>.

digital que funciona como moeda em uma rede de criptografia que, anos depois, impactou diversos mercados.

Nesse mesmo evento, Heloisa Buarque de Hollanda fez uma apresentação chamada “Por que velhinhos e nerds se encontram na internet?”, na qual resgatou o ideal libertário que guiou a formação da internet e como isso se perpetuava nas iniciativas digitais, inclusive as que estavam sendo demonstradas ali no festival.

Hollanda resgata em sua fala⁹¹ que a década de 1960 é marcada no mundo por uma série de guerras de descolonização. Para ela, foi o momento em que “a Europa descobriu o outro” e em que surgiu a categoria dos “jovens” como um agente político e criador. E foram esses jovens que trouxeram algo muito importante para a política: a ideia de que a imaginação deveria orientar o poder.

E é justamente esse ideal libertário que orientava os jovens que guiou de diversas formas o projeto de criação da internet, que nasceu da improvável interseção da *big science*, da pesquisa militar e da cultura libertária (Castells, 2003, pp. 19-28). A internet decorre do projeto ARPANET, uma rede de computadores montada pela Advanced Research Projects Agency (ARPA) nos anos 1960, com financiamento do governo dos Estados Unidos no contexto da Guerra Fria. A agência foi criada em 1958 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos com o objetivo de mobilizar recursos de pesquisa, em especial das universidades, para alcançar superioridade tecnológico-militar em relação à União Soviética, na esteira do lançamento do primeiro Sputnik, em 1957.

Joseph Licklider, o primeiro diretor da agência, determinou que computação interativa seria o foco do trabalho, na busca por permitir que diversos centros de computadores e grupos de pesquisas que trabalhavam para a agência pudessem compartilhar de forma on-line o tempo de computação. E assim se chegou a uma rede de computadores em protocolo aberto, com arquitetura distribuída, não havendo nodos centrais, mas apenas pontos inteligentes interconectados. Para uns, a razão dessa arquitetura está ligada ao interesse militar de proteger a comunicação mesmo que alguma parte seja bombardeada, e, para outros, relaciona-se com a ideologia dos engenheiros da época, que buscavam uma real distribuição de poder.

⁹¹ Disponível em: <https://vimeo.com/43470082>. Acesso em: 29/12/2019.

Manuel Castells explica que a principal motivação do projeto estava ligada às questões de defesa, o que permitiu o investimento e a robustez necessários ao ambicioso programa. Porém, sua execução foi pautada por um grupo de talentosos cientistas com uma ambição um pouco maior: a de transformar o mundo por meio da comunicação por computador (ainda que alguns integrantes do grupo ficassem satisfeitos simplesmente por produzir boa ciência computacional).

O autor relembra que isso só foi possível porque a internet desenvolveu-se num ambiente seguro, propiciada por recursos públicos e pesquisa orientada para a missão, mas que não sufocava a liberdade de pensamento e inovação. Além disso, a liberdade presente nas universidades desempenhou papel importante no processo, assim como a adoção da internet por movimentos de base que traziam consigo ideais libertários baseados em abertura e compartilhamento livre.

Exemplos dessa conexão entre as universidades e os movimentos de base foram, entre muitos outros, Boulder, no Colorado, Electronic Village, em Blacksburg, FreeNet, em Cleveland e Chetbuco Suite, em Halifax, na Nova Escócia. Sem a contribuição cultural e tecnológica dessas redes pioneiras, de bases comunitárias, a Internet teria tido uma aparência muito diferente, e provavelmente não teria abarcado o mundo inteiro. Pelo menos, não tão depressa. (...) A rápida difusão dos protocolos de comunicação entre computadores não teria ocorrido sem a distribuição aberta, gratuita de software e o uso colaborativo de recursos que se tornou o código de conduta dos primeiros hackers (Castells, 2001, p. 25).

A produção social é estruturada culturalmente, para Castells, e a internet não é uma exceção. Sendo assim, a cultura da internet é a cultura dos criadores da internet e, para ele, está organizada em quatro camadas: 1) a cultura tecnomeritocrática, ou seja, a crença no bem inerente ao desenvolvimento científico e tecnológico como um elemento decisivo no progresso da humanidade; 2) a cultura hacker, ou seja, o conjunto de valores e crenças que emergiu das redes de programadores de computador que interagiam on-line em torno de sua colaboração em projetos autonomamente definidos de programação criativa; 3) a cultura comunitária virtual, baseada na comunicação livre e horizontal, em uma liberdade de expressão de muitos para muitos; e 4) a cultura empresarial, baseada na inovação e na geração de novas ideias (e não necessariamente na injeção de capital).

Nos anos 1970, com a chegada dos computadores pessoais e a fase comercial da microinformática, começa a batalha em torno do modelo de desenvolvimento dos softwares, que passaram a ter um enorme valor de troca e

permitiram o surgimento de grandes corporações globais como Microsoft e Apple (Savazoni, 2018, p. 27). É neste momento que Richard Stallman defende que os softwares escritos sejam de acesso irrestrito a todos:

A ideia das quatro liberdades do software livre (liberdade de executá-lo; de estudar como ele funciona e adaptá-lo; de redistribuir cópias; e de aperfeiçoá-lo e fazer melhorias) tornou-se vetor potente para a construção de um projeto político baseado na abertura, na transparência, e na criação coletiva, em oposição ao modelo proprietário das grandes empresas de informática (Savazoni, 2018, p. 27).

Essa filosofia da liberdade do conhecimento reverberou na criação da *world wide web* e do sistema operacional Linux. Em 1992, a expansão da web é marcada justamente por ser uma solução universal, descentralizada, baseada em tecnologias livres e com a proposta de impulsionar a colaboração global (Savazoni, 2018, p. 28). Cabe dizer que a abertura da arquitetura da internet foi a fonte de sua principal força: seu desenvolvimento autônomo, à medida que usuários se tornaram produtores da tecnologia e artífices de toda a rede:

É uma lição comprovada da história da tecnologia que os usuários são os principais produtores da tecnologia, adaptando-a a seus usos e valores e acabando por transformá-la, como Claude Fischer (1992) demonstrou em sua história do telefone. Mas há algo especial na história da internet. Novos usos da tecnologia, bem como as modificações reais nela introduzidas, são transmitidas de volta ao mundo inteiro, em tempo real. Assim, o intervalo entre o processo de aprendizagem pelo uso, e de produção pelo uso, é extraordinariamente abreviado, e o resultado é que nos envolvemos num processo de aprendizagem através da produção, num feedback intenso entre a difusão e o aperfeiçoamento da tecnologia (Castells, 2003, p. 28).

Segundo Savazoni (2018, p. 30), abertura e cooperação foram valores que estruturaram a comunidade de software livre e alimentaram uma série de políticas públicas ousadas no Brasil dos anos 2000. Um amplo programa de inclusão digital com diversas ações de diferentes ministérios foi desenvolvido integralmente com base na lógica do código aberto. Entre eles, destacam-se os telecentros da Casa Brasil e o Programa Pontos de Cultura, que reconhecia por meio de um edital nacional projetos culturais já existentes de arte, cultura popular ou cultura jovem urbana e os premiava com recursos e um *kit* multimídia baseado exclusivamente em tecnologias livres. Esses programas também foram acompanhados de ações de aprendizagem, que buscavam promover um processo de apropriação crítica das tecnologias, concentrando-se não apenas na inclusão tecnológica, mas na manutenção da cultura livre.

Não à toa, a manipulação de software e a noção de que código é poesia e de que computadores fazem arte passaram a ser incorporadas por uma série de pontos de cultura, havendo uma aproximação clara entre esses espaços e os laboratórios experimentais no que diz respeito a atividades presentes na programação e na cultura. Aprender a usar ferro de solda e a programar em Arduino são temas comuns em *hackerspaces*, *makerspaces* e *fablabs* e já compunham a grade de atividades de alguns pontos espalhados pelo país.

A própria política dos LABCEUS⁹², do Ministério da Cultura brasileiro, a partir de 2014, trazia a área de laboratórios focados na experimentação tecnológica como carro-chefe, formando uma atividade importante na divulgação da cultura hacker e *maker* pelo país.

Essa proximidade da cultura hacker, que formou a internet, com os espaços de produção experimental precisa necessariamente ser entendida para melhor compreendermos a sua vocação. Não sem razão o Chaos Computer Club, associação hacker alemã precursora dos movimentos digitais que organiza o Chaos Communication Camp e o Chaos Communication Congress, dois dos principais encontros da comunidade hacker global, continua a ser conhecido por seu ativismo na defesa dos direitos individuais, como privacidade e liberdade de expressão.

2.5

Um retorno à visão artesanal

A democratização de tecnologias, incluindo as máquinas de fabricação digital, traz mais possibilidades para o cidadão materializar e colocar em prática as suas ideias, ampliando assim o seu potencial de intervenção na sociedade. E traz

⁹² Em dezembro de 2014 o Ministério da Cultura (MinC), em parceria com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), lançou a primeira chamada pública do programa Laboratório de Cidades Sensitivas. Das 260 propostas recebidas de todo o Brasil, foram selecionadas quinze ocupações, realizadas nos CEUs das dez cidades envolvidas no programa LabCEUs. Os projetos trabalharam de forma transversal com linguagens, expressões e dimensões culturais e artísticas. Houve combinações de instrumentos musicais com metarreciclagem, jogos digitais com tecnologia GPS, rádio livre e intercâmbios, além de projetos de cartografia, audiovisual e fabricação digital. A esse respeito, vide: <http://culturadigital.br/labceus/chamada-publica/>. Acesso em: 04/03/2020.

também uma aproximação da relação que havia com a produção de manufaturas até o século XIX – isto é, antes das grandes invenções tecnológicas, da incorporação do vapor às fábricas e da proliferação da cultura de massa –, permitindo assim que os valores dos artesãos possam ser embutidos em produtos de grande escala e até em produtos com sistemas digitais e tecnologias computacionais embutidas.

Os valores do artesanato criativo defendidos pelo movimento *Arts and Crafts*, que surgiu na Inglaterra em 1860 em resposta à mecanização e produção em larga escala associadas à Revolução Industrial, passam a ser resgatados com a democratização das tecnologias. São eles: a imperfeição, a irregularidade na produção e a resistência à segmentação da produção, que divide o trabalho em pequenas tarefas, executadas por diferentes pessoas.

Como a Revolução Industrial desvalorizou o trabalho do artesão, o objetivo do *Arts and Crafts* era restabelecer esse valor, com a harmonia entre os trabalhos do arquiteto, do designer e do artesão e a realização de objetos de arte de uso cotidiano para todos (Tagliari & Gallo, 2007, p. 634).

A ideia de que um profissional devesse focar em apenas uma pequena etapa da produção parecia limitadora aos defensores do movimento, assim como parece aos *makers* de hoje:

Para dizer a verdade, não estamos falando da divisão de trabalho, mas da divisão de homens, de sua divisão em segmentos de homens. Despedaçados em pequenos fragmentos, o que restou de sua inteligência é incapaz de produzir um prego, pois estes se esgotaram para fazer apenas a cabeça do prego. Hoje, é algo bom e desejável fazer o máximo de pregos por dia. Nós devemos considerar que pode ter havido alguma perda nisto também (Ruskin, 1853, citado por Cavallo, 2017, p. 3).

Esse trecho de John Ruskin aponta também como nessa altura da história passa a ser possível perceber uma separação entre o mundo erudito da emergente burguesia intelectualizada e o mundo do saber técnico. E é justamente a respeito da possibilidade dessa junção, que pode ser estimulada no contexto contemporâneo por meio do uso de ferramentas digitais, que tratam os laboratórios experimentais.

A ideia do usuário como indutor da produção de artefatos permite o surgimento de criações que jamais seriam pensadas por quem as produz de uma forma tradicional, seja por desconhecimento de outras realidades, seja por não ser possível atender tamanha diversidade de usos.

Hugo Lima e sua irmã, Natalie Lima, por exemplo, criaram em 2018 no Rio de Janeiro a Afroengenharia, uma iniciativa que produz equipamentos para audiovisual, como estabilizador de câmera, com materiais de baixo custo e peças impressas na impressora 3D. Além da redução de custos trazida pelos materiais alternativos, o diferencial do trabalho deles é que todas as peças são coloridas, de forma a chamar a atenção. A escolha decorre do fato de que os empreendedores se sentiam em risco ao carregar os equipamentos tradicionais, usualmente pretos e retilíneos, podendo ser facilmente confundidos com armas de fogo⁹³. Entender a especificidade da violência policial nas periferias do Brasil possivelmente não é algo usual para fabricantes internacionais de equipamentos audiovisuais.

Projetos como esse mostram a importância do fazer não apenas como um ato de reprodução, na fabricação de manufaturas, e sim do fazer como um ato criativo capaz de gerar conhecimento em design e que envolve a construção e transformação de significados. Trata-se da possibilidade de geração de conhecimento a partir do ato de fazer, em especial contemplando-se o uso de novas tecnologias. Trata-se de como a apropriação das tecnologias pelos cidadãos, fruto da evolução da capacidade computacional e da democratização do acesso às ferramentas da inovação, resgata as habilidades manuais e o pensar com as mãos, estimulando a produção de conhecimento de forma dinâmica.

Ou seja, é na combinação de pensamento crítico com o fazer que surge um tipo de prática capaz de ampliar a reflexão social crítica, incentivando “criadores de tecnologia – hackers, engenheiros, designers industriais ou artistas – a dar um passo atrás e reavaliar as suposições e valores incorporados em seus projetos tecnológicos” (Hertz, sem data).

Isso se faz necessário para não repetirmos o que Charles Percy Snow descreve como tendo ocorrido durante o século XIX, quando “a comunidade acadêmica pouco participou de transformações importantes na sociedade, como a

⁹³ Em episódio da série Conexão Maker, gravada para o Canal Futura em 2019, na qual a autora atuou como apresentadora e curadora de conteúdo, os irmãos Lima, ambos negros e moradores de uma região popular na cidade, pontuaram diversas situações nas quais a polícia fluminense atirou em pessoas portando objetos considerados suspeitos, antes mesmo de que se pudesse compreender do que se tratava. Episódio disponível em: <http://www.futuraplay.org/video/afroengenharia-e-mancha/501045/>. Acesso em: 17/01/2020.

Revolução Industrial, não conseguindo sequer compreender o que se passava no momento” (Snow, 1995, pp. 11-12).

Snow apontava para a necessidade de os pensadores de humanidades se aproximarem da revolução científica e indicava a mudança na educação como forma de atingir esse objetivo. Para ele, a ultra especialização própria das escolas contribuiu para essa cultura de afastamento e de falta de interesse entre as disciplinas:

Reduzir a lacuna entre nossas culturas é uma necessidade tanto no sentido mais abstrato intelectual, quanto no mais prático. Nenhuma sociedade será capaz de pensar com sabedoria enquanto esses dois sentidos crescerem separados (Snow, 1995, p. 26).

Em discurso proferido em Cambridge, em 1959, o cientista inglês apontou de que maneira a falta de diálogo na comunidade intelectual ocidental, entre os proponentes de disciplinas literárias e humanistas e os proponentes de disciplinas técnicas e científicas, poderia afetar negativamente o futuro. E compilou como o pensamento na Revolução Industrial ficou delegado para as máquinas e trabalhadores que estavam à frente das transformações nos modos de produção.

A revolução industrial, que começou a se desenvolver na Nova Inglaterra cinquenta anos mais tarde que a nossa, aparentemente recebeu muito pouco talento educado, tanto durante quanto após o século XIX. Tinha a ver com orientação que os trabalhadores manuais poderiam dar [a ela]. Às vezes, é claro, trabalhadores manuais como Henry Ford, com uma pitada de gênio (Snow, 1995, p. 12).

Pioneiro da indústria automobilística, Henry Ford modificou os meios de produção em massa e passou a ser considerado um dos maiores inovadores da cultura ocidental. Desde criança, ele mantinha um enorme interesse pela mecânica. Aos doze anos, Ford passava boa parte do seu tempo em uma oficina experimentando e “brincando” com equipamentos. Mais tarde viria a tornar-se engenheiro e a criar a empresa que revolucionou o sistema de transporte no mundo (Batchelor, 1994, pp. 11-ss).

Thomas Edison, considerado outro gênio dos séculos XIX e XX, construiu boa parte das suas invenções a partir de conhecimento aplicado e experimentação. Estudiosos apontam que o fato de Edison poder pensar em uma ideia, esboçá-la em um caderno, levá-la à sua oficina de máquinas e ver seu conceito se materializar quase instantaneamente lhe dava uma enorme vantagem sobre outros inventores da época (Galant, 1997).

Tanto Ford quanto Edison tiveram como grande diferencial o acesso a oficinas e a espaços de experimentação para o teste de suas ideias. A relação de Edison com os testes empíricos foi objeto de diferentes estudos e embasa teorias acerca de inovação e desenvolvimento de produtos. Suas primeiras experimentações foram realizadas por volta dos seus dez anos, em um laboratório de física e química instalado em sua casa, quando sua mãe decidiu dar espaço para a sua curiosidade após Edison ter sido expulso da escola por supostas dificuldade de aprendizagem e falta de interesse. Mais tarde, em 1876, Edison criou a Fábrica de Invenções em Menlo Park, nos Estados Unidos, de onde saíram artefatos como o microfone de carbono (1876), a lâmpada incandescente (1879) e o contador elétrico (1886).

A noção de um laboratório remete inicialmente ao universo científico, mas foi cada vez mais usada ao longo da história para se referir a espaço experimental de forma ampla, sendo inclusive utilizado para locais de práticas artísticas, como ateliês.

Atualmente, diferentes iniciativas do mundo inteiro têm usado a imagem do laboratório, ou 'lab', para identificar a si próprias ou a ações que desenvolvem. São usualmente espaços – utilizados de forma temporária ou permanente – dedicados à produção colaborativa transdisciplinar, em especial aproximando profissionais de artes, design tecnologia, educação e ciências, entre outras áreas. Apesar da utilização de uma denominação comum, o universo de iniciativas que se identificam como laboratórios é significativamente amplo e diverso. O lab cristaliza-se de maneira particular para cada contexto que surge (Fonseca, 2014, p. 25).

Essa aproximação das artes e das ciências também remete ao período pré-industrial. Grandes expoentes do Renascimento, por exemplo, destacavam-se em ambos os campos do conhecimento, aplicando, inclusive, os saberes científicos em suas obras artísticas e os olhares artísticos em seus processos científicos. Leonardo da Vinci, que se notabilizou como cientista, matemático, engenheiro, inventor, anatomista, pintor, escultor, arquiteto, botânico, poeta e músico, é o grande exemplo dessa conjugação de saberes.

Da Vinci defendia que a percepção é a origem de todo o conhecimento e que a ciência deveria ser fundamentada na observação das possibilidades, tanto presentes quanto passadas. Seu pioneirismo reside sobretudo na combinação do olhar artístico com a curiosidade mais propriamente científica. Sua trajetória continua a ser objeto de amplos estudos para se entender a aproximação das artes

com as ciências, qual é a intersecção entre elas, e para justificar como a era industrial acabou separando esses campos do conhecimento (Oliveira, 2017).

Essa noção é importante porque evidencia um dos principais ganhos da democratização das ferramentas da inovação: gerar reflexão crítica de forma aplicada. Ou seja, ao se olhar para a cena tecnológica não se considera apenas a capacidade de geração de produtos, mas sim sua função de estimular reflexões e de criar cultura a partir da manipulação de artefatos tecnológicos.

3

Tecnologia como construção e sistema social

3.1

A não neutralidade da tecnologia

Uma das fabricantes que vendeu mais smartphones na África em 2017, a empresa chinesa Transsion, baseada em Shenzhen, conseguiu esse resultado após tomar uma definição estratégica: não reproduzir as especificidades técnicas dos aparelhos celulares vendidos na Europa e nos Estados Unidos e desenvolver equipamentos focados nas necessidades do consumidor africano. Para isso, decidiu especializar-se em câmeras calibradas para retratar bem as diversas tonalidades de pele negra e em línguas como suaíli (Dahir, 2019).

O exemplo parece simples, mas permite tensionar a forma mais comum de pesquisa, desenvolvimento, produção e comercialização de produtos tecnológicos de consumo de escala: eles usualmente são adquiridos sem se questionar quem os produziu, de que forma, em que contexto, baseado em quais dados e com quais visões estratégicas.

“Como seria o seu celular se você pudesse produzi-lo?” Esse foi o tema de uma roda de conversa no Olabi em 2018, com o escopo de estimular uma visão crítica da produção de aparatos tecnológicos. Na ocasião, quase todos os participantes responderam que o aparelho ideal teria entrada para muitos chips, para acabar com a necessidade de incluir o nome da operadora como sobrenome do contato na agenda. Também foram muito mencionados um botão de pânico, para avisar amigas a respeito de uma situação de perigo e conseguir ajuda e, justamente, uma câmera que funcionasse melhor para a pele negra.

Estimular nos cidadãos a possibilidade de terem ideias para pautar a produção ou o consumo dos produtos que utilizam no seu cotidiano parece tarefa urgente, quando se tem em mente que os hábitos de consumo das populações do Sul Global nem sempre são considerados no desenvolvimento das tecnologias e inovações, via de regra lideradas por equipes em países do Hemisfério Norte.

Com efeito, um levantamento de Sofia Catarina Mósca Ferreira Mota (2014), em sua tese de doutorado, identificou uma multiplicidade de pesquisas realizadas nas últimas quatro décadas que revelam que não há necessariamente uma maneira única ou ideal de se produzir tecnologia. As configurações técnicas são sempre marcadas por múltiplas possibilidades, de modo que a liberdade alcançada a partir dessa perspectiva abre espaço para o desenvolvimento de distintas formas próprias.

De fato, como escreve Mota, “dado que a adequação técnica não é o único fator nas decisões técnicas, os criadores fazem escolhas que, deliberada ou inconscientemente, refletem suas perspectivas e seus objetivos”. Assim, se “no nível mais básico, essas opções são baseadas em suposições sobre quem desejará usar um dispositivo, como eles desejam usá-lo e com que finalidades”, no nível mais complexo os valores envolvidos devem ser mais amplos (Mota, 2014, p. 61).

A pluralidade das tecnologias é abordada pela autora, que sustenta que “a noção de que o progresso técnico leva necessariamente à forma particular das tecnologias contemporâneas – que são, nesta visão, inevitáveis – vem sendo cada vez mais desafiada pelas pesquisas mais recentes” (Mota, 2014, p. 46). A pesquisadora apoia sua argumentação em uma multiplicidade de pesquisas, produzidas entre as décadas de 1980 e 2010. Merecem destaque as de Michael Piore e Charles Sabel (1984), Langdon Winner (1986), Donald MacKenzie e Judy Wajcman (1999), Andrew Feenberg (2002), Paul Josephson (2003) e Trevor Pinch, Thomas Hughes e Wiebe Bijker (2012). Essas pesquisas dimensionam, em primeiro lugar, a abertura de possibilidades no desenvolvimento de tecnologias e, em segundo lugar, o quanto essas possibilidades são marcadas pela diversidade de forças sociais influenciando as alternativas de produção.

Um exemplo marcante é a teoria da construção social da tecnologia (normalmente referida pelo acrônimo SCOT, do original em inglês, *social construction of technology*), aventada por Pinch e Bijker (1984). Os autores argumentam que um amálgama de seleção e variação atua na produção dos artefatos de tecnologia. Assim, a variação é caracterizada pelas diferentes sendas abertas pelas quais uma mesma tecnologia pode ser construída. Já a seleção constitui-se pela escolha de quais dessas possibilidades serão efetivadas e quais serão abandonadas – pela definição dos grupos de interesse presentes na possibilidade de

construção. A definição de qual caminho será trilhado depende da atribuição de um significado próprio a cada artefato, a variar em função de qual problema o construto tecnológico deve resolver e de que forma se espera que o problema deva ser solucionado. Consequentemente, “há uma grande flexibilidade interpretativa nos estágios iniciais da tecnologia e, ao se definir o que é uma tecnologia e quais problemas ela deve abordar, os interesses sociais determinam efetivamente o seu design” (Pinch e Bijker, 1984, p. 428, citados por Mota, 2014, pp. 49-50).

Desse modo, para entender como as tecnologias assumem formas particulares, em vez de visualizá-las como “*black boxes*”, é necessário estudar esses artefatos à luz dos aspectos sociais.

Os sistemas sociais atuam na determinação da construção de tecnologia não apenas diretamente, mas também pela influência nos contextos mais amplos nos quais se desenvolvem as tecnologias. Portanto, conforme defendem Pinch e Bijker “a situação sociocultural e política de um grupo social molda suas normas e valores, que por sua vez influenciam o significado dado a um artefato” (Pinch e Bijker, 1984, p. 428, citados por Mota, 2014, pp. 49-50).

Outra tese abordada a respeito da imbricação entre tecnologia e sociedade é a de Josephson. Este formula a impossibilidade de neutralidade política e social nas condições de formulação tecnológica. Para ele, não pode ser aceita a aparência de que tecnologias seriam “neutras em termos de valor, servindo a fins de alcançar um resultado desejado da melhor maneira” (Josephson, 1991, p. 4706, citado por Mota, 2014, p. 50), gerando como efeito a maximização de sua eficiência de forma não relacionada a contextos sociais, como se fosse universal. Isso porque, para ele, as tecnologias só podem ser adequadamente enquadradas se atreladas às condições sociais e econômicas do ambiente em que emergiram.

Nesse sentido, e em sintonia com o que defende esta dissertação, o trabalho dos laboratórios experimentais de ampliar o acesso à produção das tecnologias para grupos que usualmente não se veem como parte desse processo (ou, ao menos, aproximá-los desse universo, ampliando suas referências e repertórios) é um passo importante na direção de estimular uma melhora na qualidade de vida das pessoas a partir da evolução tecnológica.

A obra de outro autor mobilizado por Mota, Winner (1986), questiona a política incidente nos artefatos tecnológicos. Suas considerações partem de uma situação bastante concreta: em Nova Iorque, foram construídos viadutos em direção às praias com altura deliberadamente muito baixa, que permitia a passagem de carros de passeio, mas impedia o trânsito de veículos mais altos, como ônibus. Winner apontou o caráter aparentemente racista da obra, que excluiu a possibilidade de tráfego dos veículos coletivos usados majoritariamente pelos cidadãos não brancos (Winner, 1986, citado por Verbeek, 2008, p. 92).

Diversos pesquisadores apontam como muitas de nossas ações e interpretações do mundo são moldadas pelas tecnologias que usamos. De acordo com Mota, aludindo a Verbeek:

Os telefones mediam a maneira como nos comunicamos com os outros, os carros ajudam a determinar a distância aceitável de casa para o trabalho, os termômetros moldam nossa experiência em saúde e doença e as tecnologias de diagnóstico pré-natal geram perguntas difíceis sobre gravidez e aborto. Esse papel mediador das tecnologias também se refere a ações e decisões que geralmente chamamos de ‘moral’, variando da velocidade de condução que consideramos moralmente aceitável às nossas decisões sobre a vida não nascida. Se a ética é sobre a questão ‘como agir’ e as tecnologias ajudam a responder a essa pergunta, as tecnologias parecem fazer ética, ou pelo menos nos ajudar a fazê-la. Analogamente à afirmação de Winner de que os artefatos têm política, portanto, a conclusão parece justificada que os artefatos têm moralidade: as tecnologias desempenham um papel ativo na ação moral e na tomada de decisões (Mota, 2014, pp. 79-80).

A discussão sobre ética na tecnologia vem ganhando mais espaço à medida que as aplicações lançadas ao mercado, bem como os modelos de negócio que sustentam as maiores empresas da internet, passam a ser questionados. Em 2018, ao lado de Aza Raskin e Randima (Randy) Fernando, Tristan Harris criou, na Califórnia, nos Estados Unidos, o Center for Humane Technology. O foco do instituto é desenvolver um redesenho dos softwares no sentido de estimular a proteção das vulnerabilidades da natureza humana e, assim, fortalecer o tecido social.

Harris resume a sua principal motivação em fala na plataforma TED vista por mais de 2,5 milhões de pessoas:

Como um grupo de pessoas que trabalha para um grupo de empresas de tecnologia controlam, por meio de suas decisões, o que um bilhão de pessoas pensam hoje. Quando pegamos o telefone e elas projetam o funcionamento disso ou o conteúdo das notificações, estão sendo

programados pequenos blocos de tempo em nossa mente. Se vemos uma notificação, ela programa pensamentos que talvez não quiséssemos ter. Se abrimos essa notificação, ela programa que passemos um pouco mais de tempo envolvidos em uma situação na qual talvez não quiséssemos ser envolvidos. Quando falamos de tecnologia, tendemos a falar sobre ela como uma oportunidade visionária, que poderia seguir qualquer caminho. Mas vou contar por que ela vai em uma direção específica. A tecnologia não está evoluindo ao acaso. Há um objetivo secreto direcionando o caminho de toda a tecnologia que criamos. Esse objetivo é a disputa pela nossa atenção.

Harris explica que as atuais plataformas de diálogo na internet (como Google, Facebook e Instagram) são programadas não apenas para chamar a atenção dos seus usuários, mas também para deixá-los viciados em atrair a atenção dos outros. Para o instituto:

Ao atacar as fraquezas humanas – medo, indignação, vaidade –, a tecnologia tem rebaixado nosso bem-estar, enquanto aprimora as máquinas. Em resumo, nós perdemos o controle da nossa relação com a tecnologia porque a tecnologia se tornou melhor em nos controlar (CENTER FOR HUMANE TECHNOLOGY, 2019).

Em entrevista a Bianca Bosker, Harris lida com a noção de diversidade, e alerta para o perigo da concentração de poderes:

Nunca na história, as decisões de um tanto de designers (a maioria homens, brancos, morando em São Francisco, entre 25 e 35 anos) trabalhando em 3 empresas [Google, Apple e Facebook] tiveram tanto impacto em como milhões de pessoas em todo o mundo dedicam sua atenção (...). Deveríamos sentir uma enorme responsabilidade em fazer isso direito (Bosker, 2016).

Desse modo, a formulação de novas tecnologias não pode prescindir de cuidados éticos e políticos. Ora, conforme desenvolvem Bernhard Rieder e Mirko Tobias Schäfer “se a criação da tecnologia não é entendida como uma atividade profundamente cultural, social, simbólica e política, não há razão para os criadores adotarem qualquer postura ética e política em relação a seu trabalho, além da questão do dano aos outros” (Rieder & Schäfer, 2008, p. 169).

Pode-se, ainda seguindo os autores, ir um passo além na argumentação: a tecnologia não somente impõe efeitos à cultura, mas deve ela própria ser reconhecida como uma forma de cultura, sendo, portanto, seguidamente estabelecida por grande variedade de valores e de lutas por poder.

Andrew Feenberg, analisando a concepção de que técnicas seriam axiologicamente neutras (citado por Neder, 2010), considera que a visão perpetrada pelo senso comum, oriunda fundamentalmente do liberalismo econômico, apregoa

um otimismo inocente acerca do avanço tecnológico. Haveria, para o autor, uma escalada unívoca do progresso e do conhecimento. Além disso, Feenberg defende que a ilusão de neutralidade é tão maior quanto mais complexa a tecnologia em análise.

Porém, Feenberg explora a incorporação de valores pelo desenvolvimento das tecnologias, que permitem um uso aberto a finalidades as mais distintas. Assim, de acordo com o autor, “a tecnologia passa a ser percebida como um arcabouço de valores próprios utilizados por um sistema de poder”. A partir disso, Feenberg sugere o aproveitamento de duas teorias por parte dos analistas das novas tecnologias: a teoria crítica e o substantivismo. Ambas lidam com os riscos inerentes ao desenvolvimento tecnológico, dada a possibilidade de sua manipulação social e cultural, acarretando, como consequência, uma necessidade de reflexão a propiciar a alteração do paradigma que considera a tecnologia como meramente instrumental.

Autores da teoria crítica que enfatizam a submissão da tecnologia às determinações ideológicas e políticas são Theodor Adorno e Max Horkheimer (1985), para quem o conhecimento a embasar a tecnologia não pode escapar de se verter em apropriação ideológica e em, por um lado, perpetuação de dominação e, por outro, em contestação a essa dominação (Horkheimer, 1985, citado por Normando, 2013, p. 19).

Já a segunda dessas teorias, o substantivismo, ainda citando Normando, formula a tecnologia enquanto possibilidade de aniquilação da faculdade criadora humana, ao aprisionar o sujeito ideologicamente com base na ilusão de que instrumentos tecnológicos seriam social, política, econômica e culturalmente neutros (Normando, 2013, p. 20).

Contudo, conforme Winner defende (Mota, 2014, p. 63), do reconhecimento de que artefatos tecnológicos são entes também políticos não se segue que seus processos de produção e disseminação sejam necessariamente maliciosos ou mesmo conscientes. Segundo ele procura demonstrar, as consequências políticas mais intensas oriundas de novas tecnologias via de regra transcendem as intenções originais de seus criadores. Um exemplo citado é o da colheitadeira mecânica de tomate, que acabou por beneficiar grandes produtores e sufocar comunidades

agrícolas mais simples (Mota, 2014, p. 126). De modo que tais situações se mostram “tão completamente tendenciosas em uma direção específica” que terminam por conduzir a “resultados anunciados como maravilhosos avanços por alguns interesses sociais e retrocessos por outros” (Mota, 2014, p. 125).

Assim, a esse respeito:

As tecnologias, quando usadas, sempre estabelecem uma relação entre os usuários e seu ambiente. As tecnologias nos permitem realizar ações e ter experiências que antes eram pouco possíveis e, ao fazê-lo, também nos ajudam a moldar como agimos e experimentamos coisas. As tecnologias não são instrumentos neutros ou intermediários, mas mediadores ativos que ajudam a moldar a relação entre pessoas e realidade (Verbeek, 2007, p. 94).

Por fim, Bruno Latour (2014) enfatiza o design como campo em que se deve abandonar a visão de objetos materiais como naturais e não contestados, para que se possa pensar a respeito deles como intrinsecamente políticos, sempre controversos e sujeitos a discussão e debate. Latour considera que a relação entre ser humano e objeto técnico altera-se continuamente a partir da mediação técnica que os liga.

Com isso, como apontam Lucia Santaella e Tarcísio Cardoso (2015, p. 169), Latour desdenha de qualquer possibilidade de determinismo em ambas as direções, isto é, tanto do ser humano incidindo sobre a técnica (o que configuraria antropocentrismo) quanto da técnica incidindo sobre o ser humano (o que configuraria materialismo).

Esses referenciais teóricos nos evidenciam a importância de pautarmos pesquisas, reflexões e discussões sobre o fazer tecnológico. E não apenas abarcando a sua dimensão conceitual, mas também promovendo diálogos desta com as aplicações práticas que moldam e constroem o mundo.

3.2

Diversidade na produção de tecnologia

De acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), dos 1.683 engenheiros da computação formados em 2010, apenas 161, ou 9,5%, eram mulheres. No mesmo ano, apenas 14,8% dos 7.339 formados em Ciências da Computação eram programadoras. Além disso:

De cada dez pessoas que se formam em um curso superior da área de tecnologia no Brasil, apenas duas são mulheres. Entre 2010 e 2017, elas foram 115 mil dos 502 mil graduados nas áreas de computação ou engenharia, conforme um levantamento do Estadão QR com base nos microdados do Censo da Educação Superior, do MEC (Cotrim, Piovesana & Albuquerque, 2019).

Tais dados podem servir de mote para se refletir o quanto os participantes nos processos tecnológicos agem a partir de seus interesses particulares ou em atenção às crenças hegemônicas que compartilham. Frente aos dados, é difícil escapar à conclusão de que as tecnologias se inserem no âmbito da luta social. As tecnologias são modeladas por quem possui poder suficiente para isso, por quem participa de decisões a respeito de quais formas ela deve assumir e mesmo em quais formas elas são efetivamente adotadas (Mota, 2014, p. 72).

Essa é uma das motivações do projeto Pretalab, idealizado por Silvana Bahia enquanto diretora do Olabi, em 2017. Partindo da percepção da escassez de mulheres negras na produção de tecnologias, Bahia propôs uma discussão pública a respeito do impacto social da ausência desse grupo populacional no campo e do efeito que essa ausência pode ter na manutenção e até no aprofundamento do racismo e do machismo. O principal argumento de Bahia, bem como das mulheres não brancas reunidas no Pretalab, é o de que a dominação branca e masculina na produção tecnológica pode estimular a formulação de produtos e sistemas tecnológicos que acabam por contribuir para a opressão de determinados grupos.



Figura 30 – Pretalab⁹⁴



Figura 31 – Pretalab⁹⁵

⁹⁴ <https://www.flickr.com/photos/126274132@N03/33571982994/in/album-72157683242265296/>.

⁹⁵ <https://www.flickr.com/photos/126274132@N03/34371436586/in/album-72157683242265296/>.

Projetos como o “Algorithmic Justice League”, criado no MIT por Joy Buolamwini, nos Estados Unidos, vão nessa mesma direção. Buolamwini tem sido um dos nomes mais importantes na discussão global sobre ética e inteligência artificial, provando alguns abusos cometidos por sistemas computacionais, tais como as interfaces de reconhecimento facial, que identificam pessoas negras com frequência maior do que brancas. A contribuição de Buolamwini lança dúvidas sobre essa técnica de investigação em rápida expansão, amplamente usada pela polícia nos EUA. Como ela mesmo explica na apresentação do projeto em seu site⁹⁶:

Vivemos agora em um mundo em que a inteligência artificial (IA) governa acesso à informação, oportunidades e liberdades. No entanto, os sistemas de IA podem perpetuar o racismo, o sexismo e outras formas prejudiciais de discriminação, apresentando, portanto, ameaças significativas à nossa sociedade - do sistema de saúde, à oportunidade econômica, passando pelo sistema de justiça criminal (ALGORITHMIC JUSTICE LEAGUE).

A reflexão realizada por Buolamwini nos oferece, de um lado, a necessidade de levantarmos debates públicos acerca dos valores éticos embutidos nas tecnologias que se alastram e influenciam o comportamento da sociedade. E, de outro, estimula a visão sobre a importância de diversificarmos o ambiente tecnológico.

No âmbito da reflexão sobre a relevância da diversidade na sociedade da informação, são quatro os argumentos elencados por Eileen Trauth e seus colegas que permitem vislumbrar os efeitos acarretados por ela. O primeiro é o argumento da inovação, o segundo, o do consumidor, o terceiro, o da equidade e o quarto, o da política (Trauth & Howcroft, 2006; Trauth, Huang, Quesenberry & Morgan, 2007; Trauth 2011). São pormenorizados da seguinte forma:

O argumento da inovação diz que à medida que as economias se tornam intensivas em conhecimento, o valor mais alto é colocado na criatividade e na inovação contínua, o que coloca maior ênfase no talento, independentemente das características de identidade dos indivíduos. O argumento do consumidor diz que uma maior diversidade nas equipes de design leva a produtos que respondem melhor a uma base diversificada de consumidores, porque os designers entenderão melhor as necessidades e desejos dos clientes. O argumento da equidade argumenta que, porque a justiça para todos é um princípio subjacente das sociedades democráticas, é lógico que todos os membros de uma sociedade devem ter a mesma oportunidade de compartilhar os benefícios econômicos de trabalhar em um campo com altos salários, como sistemas de informação. Por fim, o argumento político é que, à medida que os governos se tornam proativos em aumentar a participação de grupos sub-representados (em particular nos

⁹⁶ <https://www.ajlunited.org/about>.

campos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM)), empresas e outras organizações estão sendo incentivadas e, às vezes, necessárias, mostrar evidências de iniciativas voltadas para o aumento da diversidade (Trauth, Olbrich, Niederman & Gregor, 2015, p. 768).

Se aceitarmos esses argumentos, podemos entender os ganhos que os laboratórios experimentais e espaços de criação tecnológica têm ao colocar a diversidade como um dos valores centrais, ao lado da antidisciplinaridade e da tolerância ao erro. Seja pela produção de talentos, seja pela ampliação de mercados, estimular que pessoas de variados perfis e bagagens históricas tenham acesso à produção tecnológica é estimular que as discussões referentes às tecnologias e linguagens do nosso tempo sejam travadas por grupos mais amplos, expandindo, portanto, nosso repertório enquanto sociedade.

Nesse mesmo sentido, o então Ministro da Cultura Gilberto Gil, em pronunciamento em um Seminário do Sesc a respeito de diversidade e cultura digital, afirma que, contemporaneamente:

Temos uma proliferação de enunciados e lugares de enunciação. E mais do que reconhecer a existência de muitas vozes é necessário gerar as condições para que elas tomem da palavra e se valham do sentido que querem verbalizar, isso pela sua própria iniciativa e risco, sem precisar pedir permissão ou ter que se adequar a formatos e espaços determinados, linguagens ou modalidades de expressão. No mundo de hoje já não basta apenas o reconhecimento, como há anos atrás se reivindicava; não é só o lugar de legitimação em que um indivíduo ou um povo passa a existir de forma consentida e que é objeto da tolerância dos demais. Precisamos construir também os lugares em que esses sujeitos fazem-se e tornam-se sujeitos (Gil, 2006).

Ou seja, se um mundo plural e diverso é desejável, então, é preciso que as diferentes vozes tenham acesso às diferentes linguagens de expressão, como o mesmo Gil defendeu em outra oportunidade:

A desmaterialização das unidades produtivas, representadas pelas indústrias modernas, se dá com a democratização do acesso à informação, seus sistemas de codificação, seus recursos de produção, de reprodução e veiculação. Esses conteúdos e dispositivos são, ao mesmo tempo, uma grande matéria prima manufaturável digitalmente e uma enorme maquinaria virtualizada tecnologicamente. A convergência é o acontecimento paradigmático que redesenhou os processos produtivos instaurando uma dinâmica de trabalho, colaboração e compartilhamento que são decisivos nesse momento (Gil, 2018, discurso proferido em 28/06/2007).

Dada a imbricação recíproca entre tecnologia e sociedade, é de se concluir que progressivamente, como defende Verbeeck, a cultura passe a ocupar mais

terreno no seio da tecnologia, acarretando com isso uma contaminação por meio de suas contradições, contingências e complexidades.

Agora parece evidente que nas sociedades de alta tecnologia a criação de ferramentas e os objetos desempenham um papel importante na formação da prática cultural, expressão e imaginação; é um gesto altamente cultural. Observar as semelhanças entre linguagem e software pode nos ajudar a entender a natureza de nossa situação tecno-social atualmente complicada; também pode nos fazer ver que a liberdade de criação técnica é uma forma de liberdade de expressão. É dever das humanidades procurar o que isso poderia significar (Verbeek, 2007, p. 170).

Isso, entretanto, não desagua em um determinismo que permeia a tecnologia como fruto de relações sociais identificáveis. Se os criadores constroem produtos tecnológicos a partir de suas perspectivas sociais e de suas finalidades político-econômicas, não decorre daí que suas criações sejam previsíveis e que os futuros usuários das ferramentas tecnológicas possam ser facilmente manipuláveis. Como aponta Mota, o grau de indeterminação da cultura acaba justamente por conduzir os caminhos tomados pelos artefatos a lugares possíveis, mas não pré-definidos pelo fado (Mota, 2014, p. 73).

A esse respeito, ainda citados por Mota, Donald MacKenzie e Judy Wajcman sustentam a parcialidade das narrativas que pretendem submeter as tecnologias a um influxo inexorável. Apesar do molde social em torno da criação tecnológica, suas características importam “não apenas para as condições materiais de nossas vidas e para nosso ambiente biológico e físico – muito é óbvio – para a maneira como vivemos socialmente juntos” (MacKenzie e Wajcman, 1999, p. 5, citados por Mota, 2014, p. 80). Langdon Winner avança no mesmo sentido, defendendo que, no seio social, a tecnologia importa tanto quanto a ação política:

As coisas que chamamos de ‘tecnologias’ são formas de construir ordem em nosso mundo. Muitos dispositivos e sistemas técnicos importantes na vida cotidiana contêm possibilidades para muitas maneiras diferentes de ordenar a atividade humana. Consciente ou inconscientemente, deliberada ou inadvertidamente, as sociedades escolhem estruturas para tecnologias que influenciam como as pessoas vão trabalhar, se comunicar, viajar, consumir e assim por diante por muito tempo. Nos processos pelos quais as decisões estruturantes são tomadas, pessoas diferentes estão situadas de maneira diferente e possuem graus desiguais de poder, além de níveis desiguais de consciência. De longe, a maior latitude de escolha existe desde a primeira vez em que um instrumento, sistema ou técnica específico é introduzido. Porque os critérios tendem a se tornar fortemente fixos em equipamentos materiais, investimento econômico e hábito social, a flexibilidade original desaparece para todos os fins práticos quando os compromissos iniciais são assumidos. Nesse sentido, as inovações

tecnológicas são semelhantes aos atos legislativos ou fundamentos políticos que estabelecem uma estrutura para a ordem pública que perdurará por muitas gerações. Por essa razão, a mesma atenção cuidadosa dada às regras, papéis e relacionamentos da política também deve ser dada a coisas como a construção de rodovias, a criação de redes de televisão e o acompanhamento de características aparentemente insignificantes em novas máquinas. As questões que dividem as pessoas na sociedade são resolvidas não apenas nas instituições e práticas da política propriamente dita, mas também, e menos obviamente, em arranjos tangíveis de aço e concreto, fios e semicondutores, porcas e parafusos (Winner, 1986, p. 29, citado por Mota, 2014, p. 80).

A partir do reconhecimento da influência recíproca entre as práticas sociais e o desenvolvimento de novas tecnologias, há um verdadeiro movimento emergente que defende a democratização das condições de produção tecnológica, por meio da participação mais ampla dos cidadãos nos processos de produção. MacKenzie e Wajcman (1999, citados por Mota, 2014, p. 248) estão entre os autores que advogam um posicionamento político mais engajado, com o objetivo de se desconstruir o determinismo tecnológico, “buscando conscientemente moldar a tecnologia” (MacKenzie e Wajcman, 1999, p. xv, citados por Mota, 2014, p. 248). Além deles, também Winner posiciona-se enfaticamente em favor de uma “política democrática descentralizada” no plano tecnológico, para que seja possível “construir instituições nas quais as reivindicações de conhecimento técnico e as de cidadãos democráticos se encontrariam regularmente cara a cara” (Winner, 1986, p. 55, citado por Mota, 2014, p. 248).

3.3

Tecnologia aberta

Foi Rodrigo Rodrigues da Silva, um dos fundadores do Garoa Hacker Clube, que me falou pela primeira vez a respeito da diferença entre as tecnologias abertas e as fechadas. Mas confesso que só fui entender melhor o que isso significava um pouco depois, em 2008, na Campus Party⁹⁷, evento de tecnologia que ocorria na Espanha desde 1997 e chegava ao Brasil pela primeira vez. Não tinha muita ideia

⁹⁷ <https://brasil.campus-party.org/>.

do que encontrar e fui atraída pela diversidade de discussões, várias das quais pertinentes para os produtores de conteúdo e jornalistas atuando no campo digital – o que era o meu caso, trabalhando havia anos como repórter no Núcleo de Internet da Editora Abril.

Os anos passados na produção de conteúdo e no manuseio de interfaces de html me haviam mostrado que código era linguagem e que a sua manipulação interferia, inclusive, na maior ou menor atratividade de um conteúdo apresentado em um site. Naquele momento, descobri uma outra camada: a forma como os softwares (e hardwares) eram produzidos não só afetava o seu conteúdo, como também denunciava visões de mundo e escolhas estratégicas.

Uma das principais atrações da Campus Party 2008 foi o engenheiro de software John “Maddog” Hall, que respondia pela presidência da Linux Internacional, uma das principais promotoras do uso de código aberto no mundo. Sua fala⁹⁸ enalteceu as políticas públicas brasileiras de estímulo ao uso de software livre pelos órgãos públicos, reduzindo gastos governamentais e gerando autonomia para o Estado.

A tese de doutorado de Rafael de Almeida Evangelista (2010) fornece uma contribuição valiosa para a análise do software livre. De acordo com ele, “software é um conjunto de instruções escritas em formato de texto necessárias ao funcionamento dos computadores” (Evangelista, 2010, p. 31). Um software pode tanto ser utilizado diretamente como ser base para a confecção de um outro software. O que torna um software livre é a condição de ser regido por meio de licenças ensejadoras de uso, cópia, modificação e distribuição, sem que seus criadores originais imponham limites. Com isso, como explica Evangelista, um software livre considerado vivo é o que está em constante desenvolvimento, a partir de mudanças e alterações frequentes em seu código (Evangelista, 2010, p. 31). De forma geral, tais alterações decorrem das contribuições dos usuários e estão disponíveis para que sejam objeto de teste. Em relação à questão da propriedade legal dos softwares livres, estes não possuem donos ou proprietários que digam o que deve acontecer com o produto, mas sim autores que nele infundem suas

⁹⁸ <https://olhardigital.com.br/games-e-consoles/noticia/reactable-e-palestra-com-jon%E2%80%9Cmaddog%E2%80%9D-hall-agitam-o-campus-party/5014>.

inovações. Não é, entende-se facilmente, o regime mais comumente associado ao sistema capitalista.

O movimento pelo software livre é objeto de estudo de Gabriella Coleman (2004), citada por Evangelista. A autora foca sua análise na comunidade Debian, que se refere a um empacotamento padrão de softwares livres constituintes de determinado sistema operacional e seus aplicativos. As conclusões que Coleman formula relacionam o código-fonte (ou seja, a linguagem na qual é escrito o software) a um texto comum, em que os dois teriam estatutos similares. Com isso, a luta pelo software livre equivale à luta pela liberdade de expressão (Evangelista, 2010, p. 15).

Na história do movimento pelo software livre, um evento importante citado por Evangelista ocorre já em 1984, quando Stallman troca seu emprego no MIT pela dedicação à causa. Na oportunidade, o pesquisador estabelece os que seriam os quatro princípios éticos do software, as liberdades fundamentais do movimento. Para ele, o software deve ser livre em quatro instâncias: de modificação, de execução, de cópia e de distribuição. Na ocasião, a GPL, primeira licença *open source*, foi estabelecida com bases nesses objetivos (Evangelista, 2010, p. 41).

O termo “*open source*” emerge a partir da necessidade de se acabar com a confusão entre produtos livres e produtos gratuitos (que têm, ambos, o mesmo vocábulo no idioma inglês, “*free*”). Por isso, Stallman é constantemente chamado a explicitar que o termo “*free*” presente em “*free software*” (o software livre, em português) não é relativo a ser um programa gratuito, mas sim a ser um programa em que impera a esfera da liberdade. Por isso, não existe distinção robusta entre os sentidos dos termos “*free software*” e “*open source*”. Tanto um quanto outro devem ser submetidos às quatro liberdades anteriormente elencadas. Apesar disso, há quem defenda que o termo “*open source*” tem certa vantagem pragmática em relação a “*free software*”, uma vez que evidencia a possibilidade de comercialização do produto (Evangelista, 2010, p. 45).

Assim, é bem possível que um software seja desenvolvido de forma aberta e seja comercializado, submetendo-se às regras usuais do mercado capitalista. De fato, pode-se notar o quanto o formato aberto foi muitas vezes preferido não em

função de seu ideal mais propício às liberdades, mas sim por conta da maior agilidade comercial propiciada.

Um benefício do desenvolvimento aberto de softwares foi mencionado na Campus Party de 2008 por Maddog (Nisz, 2008). Trata-se do supercomputador da USP que, em 1995, foi programado para desenvolver um software capaz de ler mamografias e, assim, realizar diagnósticos de câncer. A imensa vantagem apontada refere-se ao tempo de análise da mamografia, que, a partir do código aberto, diminuiu de dez horas para dez minutos. O motivo disso é a agilidade proporcionada pela possibilidade de qualquer usuário poder participar do desenvolvimento do sistema.

E justamente essa concepção de que os produtos podem ser desenvolvidos de forma contínua, envolvendo comunidades e dando origem a produtos variados é que é tão interessante – tanto pelo seu potencial de desenhar sistemas mais justos e inclusivos quanto pela possibilidade de estimular a plena criatividade. E, segundo afirma Gil:

A cultura digital é a cultura que trabalha com a plena criatividade. Não está limitada ao ideal romântico de originalidade exclusiva, espalha-se pela ideia de recombinação, de remixagem, de fusão, de derivação, de destruição de todos os entraves à criação, de obra contínua, ilimitada, fundamentalmente aberta. Trata da novidade e da reconfiguração. Cultiva a colaboração e o compartilhamento tal como o antigo ideal científico. A ciência pouco avançaria se não fosse ela própria cumulativa e recombinante. A cultura digital é a aproximação da ciência e da cultura, mediada pelas tecnologias informacionais (Gil, 2006).

A liberdade de desenvolvimento de softwares vincula-se à diversidade de presenças atuantes, o que termina por potencializar a criatividade a partir da interatividade. Isso pode ser encontrado na expansão da internet, que avança sempre a partir de diversas práticas de colaboração. Nesse sentido, Alex Primo, citado por Gil em seu discurso de 2006, esclarece, ao abordar as interações presentes na Web 2.0:

A interação social é caracterizada não apenas pelas mensagens trocadas (o conteúdo) e pelos interagentes que se encontram em um dado contexto (geográfico, social, político, temporal), mas também pelo relacionamento que existe entre eles. Portanto, para estudar um processo de comunicação em uma interação social não basta olhar para um lado (eu) e para o outro (tu, por exemplo). É preciso atentar para o ‘entre’ o relacionamento. Trata-se de uma construção coletiva, inventada pelos interagentes durante o processo, não podendo ser manipulado unilateralmente nem previsto ou determinado (Alex Primo, citado por Gil, 2006).

Acerca desse caráter transitório das práticas culturais, que acabam por se interpenetrar na produção tecnológica, o mesmo Gil sustenta:

A cultura não é uma estrutura definida e cristalizada, mas um processo, um fluxo contraditório. A cultura é sinônimo de transformação, de invenção, de fazer e refazer, de ação e reação, uma teia contínua de significados e significantes que nos envolve a todos, e que será sempre maior do que nós, por sua extensão e sua capacidade de nos abrigar, surpreender, iluminar e – por que não? – identificar. As culturas são como rios, como disse o antropólogo Marshall Sahlins, pois não se pode mergulhar duas vezes nas mesmas águas, porque elas estão sempre mudando. Então, culturas se criam, alteram-se e se ressignificam, ou seja, se reinventam. E quanto maior for o grau de partilha, mais democrática, criativa e tolerante será nossa sociedade. E assim se afirma a noção de diversidade (Gil, 2006).

Desenvolvendo a argumentação, o tropicalista associa a diversidade como potência criativa de cultura à inovação plural que deve advir quando a concepção é transposta para as mais variadas esferas. O resultado deve ser uma produção mais ampla e dotada de maior vitalidade:

E essa diversidade de ideias, pontos de vistas, estilos de abordagem e formas de argumentação, é que vai plasmando a nova ou as novas identidades que a vida concreta propõe, ela mesma, em seu cotidiano. É o que se passa aqui nestes encontros, a afirmação da diversidade intelectual que necessariamente deve haver para que uma esfera pública aconteça no dia de hoje. O maior resultado é tornar visível e audível uma série de vozes e discursos que não apenas os chancelados pelos cursos universitários ou pelos cadernos culturais da mídia, mas que podem trazer uma grande vitalidade a esses meios que se tornaram, por inúmeras razões, lugares especializados ou restritivos. O que temos aqui é uma proliferação de enunciados e lugares de enunciação. Mais do que reconhecer a existência de muitas vozes é necessário gerar as condições para que elas tomem da palavra e se valham do sentido que querem verbalizar, isso pela sua própria iniciativa e risco, sem precisar pedir permissão ou ter que se adequar a formatos e espaços determinados, linguagens ou modalidades de expressão (Gil, 2006).

Dessa forma, com um ambiente de produção tecnológica de acesso e permanência mais democráticos, muito mais cidadãos podem se envolver na criação e no desenvolvimento de artefatos. Os resultados disso podem ser muito potentes. Pois, no momento, “o design e a produção centralizados de tecnologias exigem que todas as decisões sobre as características técnicas e os recursos dos artefatos tecnológicos sejam tomadas por seus produtores. Quando esses lotes de itens idênticos deixam as fábricas, tudo o que resta ao usuário é uma escolha entre os dispositivos disponíveis no mercado” (Mota, 2014, p. 249). Com isso, por ora resta ao usuário adequar-se ao que lhe é oferecido, com restrita participação nas decisões a respeito da futura produção de construtos que poderão atender suas necessidades.

Em oposição a essa forma pouco democrática de decisão, é possível pensar no quanto as tecnologias modeladas de forma mais coletiva devem suprir uma quantidade muito maior de aspirações e aplicações dos bens.

Um exemplo passível de atenção é o da distinção entre uma impressora 3D do modelo distribuído e uma do modelo de transmissão – além de eventuais diferenças técnicas, as concepções de mundo a ensejá-las são fundamentalmente inequívocas. Isso porque a maior diversidade na participação das decisões a envolver a produção tecnológica não trata apenas da oferta de uma maior variedade de bens disponíveis para consumo. Dada a possibilidade de um alargamento democrático, “ao facilitar algumas ações e não outras, as tecnologias ajudam a definir o âmbito das opções disponíveis para seus usuários e, dessa forma, influenciam os comportamentos individuais e coletivos” (Mota, 2014, p. 250). Sendo assim, “as configurações e os recursos das tecnologias, por sua vez, são o resultado de escolhas intencionais ou não intencionais feitas pelos envolvidos em seu desenvolvimento. Portanto, a questão de como e por quem essas escolhas são feitas é de grande importância para indivíduos e sociedades” (Mota, 2014, p. 250).

É por isso que Winner conclui que “as qualidades dos artefatos técnicos refletem as possibilidades da vida humana, o que os seres humanos são e aspiram ser” (Winner, 2003, p. 5692). Trata-se de uma nova perspectiva, pela qual os consumidores deixam de ser meramente receptores da produção tecnológica e passam a se envolver ativamente, atuando como coautores. Com isso, Benkler defende que passa a ser possível “olhar o mundo como participantes potenciais do discurso, e não apenas como potenciais espectadores” (Benkler, 2006, p. 140, citado por Mota, 2014, p. 250).

Para proporcionar essa possibilidade de maior democratização de acesso e permanência e, conseqüentemente, maior diversidade de produção e de consumo, há características marcantes dos instrumentos atuais de fabricação digital, quais sejam: maior precisão, maior velocidade e, especialmente, maior versatilidade.

Em relação aos dois primeiros critérios, nota-se um avanço imenso em relação aos equipamentos de produção manual, ainda que a precisão e a velocidade não sejam comparáveis às da indústria de produção em larga escala.

Contudo, em relação à versatilidade, as novas tecnologias – como impressoras 3D, CNC e cortadores a laser, figuras estrelas dos laboratórios experimentais independentes – superam em muito as tecnologias de produção em massa. Com isso, o mesmo fabricante, com os mesmos equipamentos, pode produzir objetos variados como joias, móveis e brinquedos. Além disso, há também a inovação presente em ambientes como fábricas on-line, instalações públicas de fabricação, espaços de *hackers* e serviços de *matchmaking*. Torna-se possível, portanto, uma produção em larga escala e acessível em todos os lugares. A distribuição via internet também possibilita entregas em escala global.

Todas essas mudanças permitem antever um cenário realmente distinto do tradicional:

A combinação do acesso a ferramentas de produção e distribuição flexíveis e sofisticadas com a disseminação pública de projetos e know-how técnico está tornando a fabricação cada vez mais acessível a um número maior de pequenas empresas e indivíduos, que podem produzir uma variedade maior de mercadorias. Essa redução de barreiras promete possibilitar um renascimento do sistema da indústria artesanal anteriormente deslocado pela produção em massa. Se permitido a florescer, esse poderia realmente ser um sistema industrial radicalmente diferente (Mota, 2014, p. 257).

Outro aspecto interessante da democratização dos processos tecnológicos diz respeito aos efeitos a serem atingidos nas economias locais. A maior maleabilidade da produção e distribuição deflagra uma relação mais horizontal entre diferentes regiões do globo. Com efeito, “em vez de as transferências de tecnologia serem impostas por uma cultura a outra, o hardware de código aberto permite um processo mais adaptável de intercâmbio tecnológico intercultural – permitindo que cada comunidade em particular selecione de forma autônoma quais tecnologias adotar e como adaptá-las às suas necessidades específicas” (Mota, 2014, p. 259).

Em 2014, conheci o Afrilabs⁹⁹, um consórcio de *hubs* africanos de inovação, e pude entender o que o desenvolvimento aberto e a liberação gratuita de códigos-fonte permitia e estimulava ao redor do globo.

Nos encontros do Afrilabs que participei no Republica Festival¹⁰⁰ em Berlim, em 2014, conheci de perto a história do Ushahidi¹⁰¹, plataforma de código-

⁹⁹ <https://www.afrilabs.com/>.

¹⁰⁰ <https://re-publica.com/en>.

¹⁰¹ <https://www.usahidi.com/>.

aberto criada no Quênia e que havia ficado conhecida anos antes pelo trabalho de monitoramento em eleições locais. Um dos grandes destaques da ferramenta é ter sido pensada para ser usada em locais sem conectividade, incluindo áreas rurais. Isso permitiu que a tecnologia pudesse ser adaptada em uma série de países com problemas e realidades similares, ainda que para combater problemas diferentes.

A esse respeito:

“Ushahidi”, que significa ‘testemunho’ em suaíli, foi criado em 2007 no contexto de incidentes de violência após as eleições presidenciais no Quênia. Naquela época, a ideia era criar uma plataforma de crowdsourcing que permitisse enviar relatórios de violência e mapear os eventos por telefone celular ou pela Internet. Entre 2007 e 2008, 450.000 usuários usaram essa tecnologia. Após seu lançamento no Quênia, Ushahidi foi replicada em muitos contextos diferentes, desde a geolocalização das vítimas após os terremotos no Haiti até a coordenação de manifestações durante a Primavera Árabe e a denúncia de violência cometida na Síria. Embora os campos de implantação sejam muito diversos, a maioria deles lida com monitoramento de eleições, resposta a crises e emergências, ativismo, participação cívica e construção de comunidades (Rotich, 2017).

Uma vez que a plataforma Ushahidi é implantada por uma quantidade considerável de ativistas de base, na casa dos milhares, a resposta às demandas tende a ser rápida e eficaz. Isso é especialmente importante ao se levar em conta o quão difícil é para pessoas marginalizadas se fazerem ouvidas. Com a nova tecnologia, torna-se viável que “qualquer pessoa com acesso a um telefone simples, computador, tablet ou smartphone possa aumentar sua voz, para que aqueles que os atendem possam ouvir, tomar melhores decisões e responder com mais eficiência” (The Ushahidi Platform, 2018, p. 11).

Outro caso famoso é o Safecast¹⁰², criado após um intenso terremoto seguido de tsunami em Fukushima, no Japão em 2011, que causou a liberação de material radioativo de uma usina. Enquanto o governo e a TEPCO (Companhia de Energia Elétrica de Tóquio) continuavam a seguir seus protocolos desatualizados e praticamente não liberavam qualquer informação, Joi Ito¹⁰³, que logo depois veio a se tornar o diretor do Medialab MIT, tomou o trabalho para si. No momento da catástrofe, Ito estava em viagem a Boston para realizar as entrevistas que o levariam ao MIT, mas havia deixado esposa e família no Japão, próximos a Fukushima. No

¹⁰² <https://safecast.org/>.

¹⁰³ Seu nome é Joichi Ito, mas ele costuma assinar como Joi Ito, por isso se opta nesta dissertação por essa segunda grafia.

calor do momento e diante da falta de informações confiáveis e no passo que a urgência exigia, Ito desenvolveu um plano para entender quanta radiação tinha sido liberada e para onde ela estava indo.

Para isso, era preciso primeiramente fazer os próprios contadores Geiger em número suficiente para realizar uma leitura precisa em toda a área afetada. O Tokyo Hackerspace¹⁰⁴ e alguns importantes nomes da cena de hardware foram contatados e a produção começou. Em meses, eles detectaram que pessoas haviam sido enviadas para locais vizinhos mais contaminados do que os que tinham deixado. “Os dados do governo coletados por sobrevoo de helicóptero pareciam ser menos precisos do que os coletados pelos voluntários” (Ito & Howie, 2018, p. 56). E, além disso:

Com quase US\$ 37 mil de uma campanha do Kickstarter e fundos complementares de Reid Hoffman, Digital Garage e John S. e James L. Knight Foundation, a Safecast começou a posicionar contadores Geiger e reunir dados de cientistas-cidadãos em todo o Japão. Até março de 2016, o projeto havia recolhido mais de 50 milhões de dados representativos, todos colocados em domínio público pelo Creative Commons CCo. Pesquisadores de todo o mundo, usaram o conjunto de dados Safecast não só para saber mais sobre como a radiação de Fukushima Daiichi se espalhou, mas também para aprender sobre quais são os níveis normais de radiação de fundo em diferentes áreas. Essa informação dá aos cientistas e ao público um ponto de referência útil no caso de outro acidente nuclear (Ito & Howie, 2018, p. 56).

Nesse mesmo Republica Festival de 2014, ocorreu o segundo encontro do Global Innovation Gathering (GIG)¹⁰⁵, que reúne pessoas à frente de laboratórios experimentais como *hackerspaces*, *makerspaces* e *labs* no geral, em especial do Hemisfério Sul, e com um olhar para o uso cidadão das tecnologias se mostrou tão potente que de uma área de conteúdo do festival virou uma organização social com sede em Berlim, da qual sou uma das associadas fundadora.

A instituição organiza um encontro anual mobilizando uma rede de centenas de pessoas, que no dia a dia compartilham projetos, requisitam e oferecem ajudas técnicas em um grupo de mensagem instantânea com mais de 150 participantes, incluindo pessoas no Sudão do Sul, Iraque, Palestina, Gana, Filipinas e Egito.

¹⁰⁴ <https://www.tokyohackerspace.jp/en>.

¹⁰⁵ <https://www.globalinnovationgathering.org/>.

Um projeto relevante da organização é o *Careable: improving your life in a fablab*¹⁰⁶, lançado em 2018 e financiado pelo Horizon 2020¹⁰⁷. Em seu site oficial, o projeto se define como “uma solução aberta que busca melhorar a qualidade de vida de pessoas com necessidades específicas não atendidas ou que enfrentam limitações físicas”.

A partir de workshops e atividades práticas que reúnem membros de comunidades técnicas, pacientes e especialistas em saúde, o projeto estimula o uso de infraestrutura de *fablabs* e laboratórios independentes para a construção de soluções customizadas de saúde que atendam necessidades específicas e, a partir da documentação disponibilizada na internet, possam ser replicadas por outras pessoas em outros contextos. O objetivo é investigar como essas tecnologias podem ser aproveitadas e que ações são necessárias para que os pacientes e usuários possam ser mais protagonista no desenvolvimento de soluções para si próprios, aproveitando a possibilidade que a fabricação digital traz.

¹⁰⁶ <https://www.careables.org/>.

¹⁰⁷ Trata-se de fundo de inovação da União Europeia, gerido por um consórcio europeu de oito instituições, entre organizações sociais e universidades.

4

Espaços de fabricação digital como geradores de cultura

4.1

Construindo conhecimento a partir da produção de artefatos

No capítulo anterior, apresentou-se como o usuário final pode orientar o processo de produção de manufaturas e, com isso, estimular a geração de produtos que melhor atendam seu público. Neste tópico, aborda-se uma outra noção que dialoga com o protagonismo dos cidadãos na construção de artefatos: a ideia de que esses objetos não são mera execução de um pensamento pré-concebido, mas sim o resultado de um diálogo entre criador e materiais.

Tim Ingold defende o desenhar como “um processo de pensamento, e não a projeção de um pensamento” e explica que “a tarefa do produtor consiste em trazer as peças para um engajamento, de maneira que cheguem a uma correspondência mútua” (Ingold, 2013, pp. 128 e 69, respectivamente).

Para Ingold, o processo de produção não é fruto da dominação do produtor sobre os materiais com que trabalha, mas sim da convergência entre ambos. Dessa convergência resulta um processo que o autor chama de “crescimento”, e não de produção, termo usualmente atribuído a produtos. Ingold, assim, compara os artefatos a organismos vivos e afirma que, tal como estes, os produtos crescem e são moldados. A visão do britânico resgata um pensamento pré-moderno defendido por gregos clássicos, que considera o trabalho do artesão na manipulação de materiais não como fruto de um pensamento racional e sim como uma “inscrição na ordem da natureza”, como percebido por Pedro Pereira Leite (2002).

Entender esse diálogo entre materiais e pessoas na construção de objetos ajuda a explicar a importância de se explorarem as atividades manuais enquanto ferramentas de aprendizagem. E, nesse sentido, diversos pesquisadores apontam que usar as mãos para criar, explorar e comunicar é natural para os humanos. Como escreve Dale Dougherty:

Fazer é um tipo de ‘e se’, explorando questões sobre como algo funciona e se ele poderia funcionar de maneira diferente. (...)

Fazer é uma liberdade criativa que aprendemos a apreciar através da prática. Podemos melhorar e, como resultado, há mais ainda que podemos fazer. Nós não sabemos se temos algum talento especial para isso até sujarmos as mãos e tentarmos. Através da prática de fazer, desenvolvemos o que chamamos de mentalidade de ‘poder fazer’ que nos encoraja a agir, assumir o controle de nossas vidas e desenvolver nossas próprias capacidades. Fazer nos envolve plena e profundamente como seres humanos e satisfaz nossas almas criativas (Dougherty, 2016, pp. XVI-XVII).

Também valiosa a contribuição de Trevor H. J. Marchand, para quem “dominar uma ferramenta modifica e expande nossas capacidades cognitivas e físicas integradas. Ferramentas são artefatos culturais que possuem sua própria história de uso e significado compartilhado e, através da prática, somos, por assim dizer, ‘socializados na ferramenta’” (2012, p. 209).

E esse fazer não se restringe ao desenvolvimento de produtos físicos a partir do zero: ele também se manifesta no conserto de produtos avariados e até mesmo na construção de artefatos digitais. A esse respeito, é essencial a leitura de *Eterna vigilância: como montei e desvendei o maior sistema de espionagem do mundo*, de Edward Snowden.

Na obra, Snowden descreve sua trajetória pela Agência Central de Inteligência (CIA, em inglês) e pela Agência de Segurança Nacional (SNA, em inglês). Ele começa por resgatar suas primeiras memórias de interação com computadores e reforça o quanto de sua curiosidade sobre o funcionamento de máquinas foi formada enquanto manuseava equipamentos eletrônicos, às vezes até para consertá-los:

Um dia, meu surrado cartucho do Super Mario Bros. não carregava, por mais que eu soprasse dentro dele. Era o que tínhamos de fazer naquela época – ou o que achávamos que tínhamos de fazer: soprar na parte aberta do cartucho para tirar a poeira, detritos e pelos dos animais que tendiam a se acumular ali. (...)

E o pior de tudo é que meu pai havia acabado de viajar (...). Por isso resolvi consertar o troço sozinho. Se eu conseguisse, sabia que meu pai ficaria impressionado. (...)

Concluí que, para descobrir o que havia de errado com aquela coisa, eu primeiro teria que desmontá-la. Basicamente, eu estava só copiando – ou tentando copiar – os mesmos movimentos que meu pai repetia toda vez que se sentava à mesa da cozinha para consertar o videocassete ou o aparelho de som (...). Demorei cerca de uma hora para desmontar o console. (...) mas, por fim, não consegui. (...)

Meu pai não ficaria orgulhoso de mim (...). Para os seus colegas, meu pai era um engenheiro de sistemas eletrônicos especializado em aviação. Para mim, ele era um cientista louco que tentava consertar tudo sozinho (...). Eu era seu ajudante sempre que ele deixava, e ia conhecendo tanto os prazeres físicos do trabalho manual quanto os prazeres intelectuais da mecânica básica, além dos princípios fundamentais da eletrônica (...). Todos os trabalhos que realizamos juntos acabavam em um conserto bem-sucedido ou em um palavrão (...). Eu nunca o julgava por esses fracassos; sempre ficava impressionado demais com o fato de ele ser ousado e se arriscar a tentar.

Quando ele voltou para casa e descobriu o que eu havia feito com o NES (...). Ele me explicou que entender como e por que não havia dado certo era tão importante quanto entender qual componente estava com defeito; descobrir o como e o porquê permitiria evitar que acontecesse o mesmo defeito no futuro. (...) Mostrou que somente analisando as partes individuais de um mecanismo era possível determinar se seu design era o mais eficiente para realizar sua tarefa. Se fosse o mais eficiente e estivesse apenas com defeito, você consertava. Mas, se não, você faria modificações para melhorar o mecanismo. Esse era o único protocolo adequado para trabalhos de conserto, de acordo com meu pai, e nada disso era opcional – na verdade, essa era a responsabilidade fundamental que você tinha de ter com a tecnologia (Snowden, 2019, pp. 27-29).

O relato de Snowden revela: 1) o potencial que a curiosidade tem para mover o aprendizado humano; 2) como é possível trabalhar com conceitos teóricos a partir da prática, estimulando conexões entre ambos; 3) o quanto as áreas do conhecimento começam a se dissolver quando olhamos para o cotidiano; 4) como a lógica de “tentativa e erro” pode ajudar na aprendizagem de uma série de conhecimentos técnicos; e 5) que entender o próprio erro é uma excelente forma de guiar o processo de aprendizagem.

A memória de infância de Snowden também possui serventia para que se reflita a respeito de um aspecto importante do universo *maker*, essencial para se compreender o escopo do presente estudo: a educação por meio da “mão na massa”.

Um dos grandes defensores do “aprender fazendo”, Seymour Papert, citado por Dougherty (2016, p. 185), afirma, inclusive, que as crianças constroem mais facilmente novos conhecimentos quando estão, de fato, construindo algo real. Na análise de Edith Ackermann, ele chama atenção para o que considera meios poderosos de alcançar compreensão a respeito de algo: “mergulhar” nas situações em vez de olhar para elas à distância, estar conectado, e não separado, do objeto de análise (2015, p. 8).

Papert, um dos maiores visionários no uso de tecnologias digitais na educação, compartilha do mesmo entusiasmo de Paulo Freire ao entender o aluno

como protagonista em seu processo de aprendizagem. Tanto o sul-africano quanto o brasileiro acreditam na importância de se abrir espaço para que os interesses e as paixões do aluno prosperem.

Entre 1967 e 1968, Papert desenvolveu uma linguagem de programação totalmente voltada para a educação, a Logo, e suas teorias embasam boa parte dos estudos que pensam os computadores como instrumento de aprendizagem. Como lembra Paulo Blikstein:

Depois de trabalhar com Jean Piaget em Genebra por vários anos, Papert acrescentou à teoria construtivista a ideia de que as interações e experiências dos alunos aconteceriam com mais vigor se os alunos se engajassem na construção de artefatos públicos e compartilháveis, como robôs, invenções, castelos de areia ou programas de computador. Papert elevou o status cognitivo de construção e fabricação e reavaliou a relação hierárquica entre abstrato e concreto (Blikstein, 2018, pp. 420-421).

Outro entusiasta do “aprender fazendo”, o filósofo John Dewey enunciou, no início do século XX, as vantagens comparativas do fazer para a construção do conhecimento. Para ele, conforme relata Nils Gore (2004, p. 8), essa é uma forma de estimular o aluno a pensar sobre os assuntos de maneiras mais complexas do que com a “artificialidade peculiar (que) atribui a muito do que é ensinado nas escolas”. Ainda segundo Gore, o pensamento de Dewey defende que a exploração com projetos de base material, criados à mão, promove o desenvolvimento de um discurso crítico entre criador e objeto e entre criador e seus críticos ou colegas. O aluno descobre ideias sobre formas quando expande o reconhecimento de possibilidades materiais. O aluno, interagindo diretamente com um material, aprende uma série de coisas. Os sentidos corporais compreendem massa, textura, cheiro, resistência a deformação, qualidades auditivas e cor; além da interação sutil dessas coisas umas com as outras e com outros materiais e processos.

4.2

Educação *maker*

As visões de Dewey, Piaget, Freire, Papert, dentre outros, fornecem a base conceitual, neste século XXI, a muitos dos pensamentos por trás de ações ligadas ao movimento *maker* em escolas, reunidas sob a alcunha convencionada “educação *maker*”.

Eles nos lembram que aprender, especialmente hoje, é muito menos adquirir informações ou submeter-se a ideias ou valores de outras pessoas do que colocar as próprias palavras ao mundo ou encontrar a própria voz e trocar ideias com outras pessoas (Ackermann, 2015, p. 2).

A primeira e mais óbvia impressão a respeito desses espaços e políticas educacionais é a de que eles servem como suporte para o ensino de habilidades técnicas conectadas ao universo digital e computacional, preparando crianças, adolescentes e jovens adultos para as profissões e empregos do futuro. No entanto, como defende Papert, a tecnologia nas escolas pode ter um papel mais importante e funcionar como ferramenta emancipatória que coloca os materiais de construção mais poderosos nas mãos das crianças. “As máquinas e ferramentas disponibilizadas pela revolução *maker* já comprovaram permitir aos alunos projetar e construir objetos e invenções inimagináveis e atender muitas formas de trabalhar, expressar e construir”, conforme aponta Blikstein (2018, pp. 434-435).

Blikstein continua por destacar as potencialidades do movimento *maker* no ambiente escolar:

Existem duas maneiras pelas quais o movimento *maker* pode ser radicalmente inovador. Primeiro, indo além das visões estereotipadas da educação técnica e rompendo a dicotomia entre trabalho prático e intelectual. Segundo, quando, operando nas escolas, o movimento *maker* puder prestar atenção especial às ideias da psicologia do desenvolvimento, do design de interação, do construcionismo e da educação progressiva (Blikstein, 2018, p. 434).

À luz da realidade brasileira, e na busca por soluções nacionais que contribuam para equidade e diversidade na educação *maker*, Rodrigo Barbosa e Silva e Luiz Ernesto Merkle elencam três aspectos importantes que devem guiar o trabalho em escolas: “primeiro, reconhecer as aspirações e práticas dos alunos, segundo, pensar e promover práticas de aprendizado pelo fazer, e terceiro, o

relacionamento entre estudantes e suas próprias necessidades enquanto participantes cidadãos da sociedade” (Silva & Merkle, 2016, p. 7).

O diálogo dos espaços de fazer com os problemas sociais que rodeiam as escolas e permeiam a vida dos estudantes é defendido por Blikstein, cujo trabalho teórico promove a aproximação do pensamento de Papert com o de Paulo Freire:

Freire defende uma ideia aparentemente simples: o aluno não é um receptáculo de informações, uma cabeça vazia onde ‘depositamos’ conteúdos – o que Freire chamou de “educação bancária”. O aluno é um intelectual ativo que tem suas próprias ideias, teorias e sonhos; além disso, ele está imerso em práticas sociais e culturais muito particulares. Freire criou uma teoria educacional baseada na ideia de que, em primeiro lugar, o currículo escolar como o conhecemos já nasceu errado; não se pode ensinar uma criança na Vila Madalena em São Paulo e no Sertão nordestino com o mesmo livro. Em segundo lugar, educação não deve adestrar a criança, mas prepará-la para o que Freire chama de “emancipação”, ou seja, usar o conhecimento para encontrar seu lugar no mundo e transformá-lo (Blikstein, sem data, p. 8).

Citando o trabalho de Edward Deci & Richard Ryan, Blikstein (sem data, p. 9) aponta a importância de se repensar os conteúdos e as ferramentas utilizados em sala de aula, permitindo que “os alunos criem modelos e explorem a ciência [tal] como se faz ciência hoje em dia”. A dupla de autores apresenta a noção de como a motivação dos alunos é fator chave de sucesso em qualquer projeto educacional e arrola alguns componentes fundamentais para que isso ocorra. São eles: a autonomia (a noção de estar em controle das próprias ações), a competência (ser capaz de ter um efeito socialmente valorizado no ambiente em que se vive) e o relacionamento interpessoal (sentir-se conectado a outras pessoas).

Blikstein avança na questão da autonomia, recorrendo aos estudos de Alfred Bandura e Carol Dweck, nos seguintes termos:

Quando pais e professores vêem um aluno desinteressado e desmotivado, não é mera coincidência ou vagabundagem. Por que ele está desmotivado? Em primeiro lugar, o princípio da autonomia é diariamente violentado na escola. Os alunos se sentem parte de um grande rebanho humano, todos fazendo a mesma coisa, todos aprendendo o que já é sabido há séculos, e todos seguindo a mesma trajetória, independentemente de seus interesses e aspirações pessoais. Em segundo lugar, o princípio da competência é também violentado: quanto do que se faz na escola tem alguma importância para o mundo?

Um segundo componente importante no estudo da motivação humana é a ideia de auto-eficácia, proposta por Alfred Bandura, um dos grandes psicólogos norte-americanos. Bandura diz que quando acreditamos que somos capazes de realizar uma tarefa, aumenta nossa probabilidade de sucesso. (...)

O [sic] última peça no quebra cabeça da motivação é a crença dos alunos sobre a natureza da inteligência. Carol Dweck mostrou que há dois tipos: a crença na inteligência como um [sic] entidade inata e imutável, e a inteligência como algo maleável. Ela mostrou que os alunos que vêem a inteligência como uma característica inata e fixa têm mais medo de problemas arriscados onde a certeza de sucesso é menor. Ao mesmo tempo, alunos tendem a atribuir seu fracasso a causas externas (mau professor, injustiça na avaliação), e vêem esforço continuado como sinal de baixa inteligência. Quando a crença dos alunos é que inteligência é uma característica adquirida e maleável, esforço é visto como um caminho para maior habilidade, e os alunos tem maior propensão a tentar problemas arriscados e desafiadores (Blikstein, sem data, pp. 9-10).

Para ilustrar, Blikstein conta no mesmo artigo a história de um estudante da rede pública da Zona Leste de São Paulo que, aos doze anos, participou de um desafio em sua escola. O objetivo era estimular os alunos a olhar para o seu entorno e propor soluções criativas que fizessem sentido no contexto local. “Eles pesquisavam problemas na cidade que os preocupavam, como poluição, violência, qualidade da água, transporte público, conservação de energia ou saneamento básico, coletavam dados, refletiam sobre possíveis alternativas e criavam protótipos para solucioná-los”, explica (Blikstein, sem data, p. 1).

O aluno descrito por Blikstein resolveu trabalhar na geração de energia e propôs o uso de lombadas que capturassem a energia da rotação dos pneus e do peso do carro. Em três semanas, conseguiu fazer um protótipo com uma placa de robótica programável conectada a diversos componentes eletrônicos (materiais com os quais ele entrava em contato pela primeira vez). Criar o protótipo exigiu que o aluno aprendesse robótica, programação de computadores e elementos de engenharia mecânica e elétrica.

Segundo Blikstein, sete anos mais tarde, uma grande empresa nos Estados Unidos havia começado a instalar lombadas que geravam energia, seguindo exatamente o projeto do aluno – que, a propósito, havia ingressado na faculdade de engenharia.

Propostas como essa colocam o aluno no centro do processo da aprendizagem, guiando o seu percurso de aprendizado “a partir de problemas reais e soluções que façam parte de seu mundo real, e, portanto, tenham significado para ele”, como escrevem Alexandra Camargo Alves, Blikstein e Roseli de Deus Lopes (2005, pp. 2594-2596). Eles continuam: “os alunos, portanto, aprendem a aprender,

e têm a possibilidade de tornarem-se cidadãos autônomos, conscientes de sua função e importância na sociedade em que vivem”.

Ainda segundo o trio de autores, metodologias como essa estimulam que os alunos sejam mais que meros replicadores de informações recebidas. Eles passam a fazer por si e, nesse movimento, ganham a autonomia necessária para viverem em uma sociedade digital em permanente transformação.

Os *makerspaces* escolares muitas vezes fazem parte de políticas de incentivo ao ensino de STEAM (o acrônimo em inglês para ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática) – um *framework* novo de educação entre as disciplinas¹⁰⁸.

Citando J. R. Dakers (2006), Georgette Yakman e Hyonyong Lee escrevem:

STEAM está baseada na educação STEM, que surgiu da grande necessidade de ter mais alunos para obter sucesso no entendimento dos sistemas e conexões (Baek et al., 2011; Yakman, 2008) que unem ciências, tecnologia, engenharia e matemática, para ajudar a resolver os problemas de um mundo que muda rapidamente (Yakman & Lee, 2012, p. 1073).

A proposta STEAM veio para atender uma demanda de mercado, já que, no mundo empresarial, a linha que separa a engenharia do design e das artes não é de fácil definição. Mais que isso, como defendem Andrew Watson e Gregory Watson, vem da constatação de que o pensamento artístico capacita cientistas e engenheiros a criar produtos e serviços relevantes:

O STEAM ajuda a organizar o assunto, em vez de “adicionar outra coisa”. A pesquisa fundamental mostra como o espectro das artes contextualiza o STEM. STEAM é mais do que converter as artes e o pensamento do design em campos STEM. As artes são o “quem e por quê”, a razão para “o quê e como” do STEM (Watson & Watson, 2013, p. 2).

Watson e Watson apontam ainda que, em aulas de artes, muitos conceitos de ciências, tecnologia, engenharia e matemática já vinham sendo abordados, como “a física da luz, a química básica e os fundamentos da trigonometria são áreas-chave

¹⁰⁸ Como explica Daugherty, “embora as raízes do movimento de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) remontem ao presidente Dwight D. Eisenhower e a formação da NASA e da NSF em 1958, o acrônimo STEM foi cunhado pela Dra. Judith Ramaley, assistente diretor da Diretoria de Educação e Recursos Humanos, na NSF em 2001 (Chute, 2009). Ela definiu o STEM como uma investigação educacional onde o aprendizado era colocado em contexto, onde os alunos resolviam problemas do mundo real e criavam oportunidades - a busca pela inovação” (Daugherty, 2013, p. 10). Mais para frente, na busca por deixar STEM mais atraente, foi proposta a inclusão das artes para “revigorar a plataforma, fornecendo não apenas uma abordagem interessante, mas também oportunidades para a auto-expressão e conexão pessoal que as novas gerações desejam” (Land, 2013, p. 548).

de aprendizado na fotografia” e reforçam que a inclusão de artes nesses campos é importante por expor os alunos a outra forma de ver o mundo. Os pesquisadores afirmam que essa integração das disciplinas é especialmente visível quando se projetam novos produtos.

E é por essa possibilidade de integração que muitas instituições de ensino têm buscado criar espaços *maker* para hospedar programas, políticas e ações educacionais que fundem as áreas do conhecimento (ou permitem aprofundamento nos conhecimentos técnicos de STEM). As experiências são heterogêneas e têm pautado estudos mundo afora.

O objetivo deste trabalho não é se aprofundar nos diferentes formatos da inclusão do movimento *maker* em escolas e universidades. No entanto, convém reconhecer sua existência e algumas de suas bases teóricas. Com base nisso, é possível levantar um questionamento feito por Blikstein a respeito da capacidade das escolas de transformarem suas culturas e, assim, permitir que o movimento *maker* sobreviva em ambientes escolares:

Uma preocupação fundamental é garantir que esse movimento não se junte a laptops, tablets e aprendizado baseado em vídeo na longa lista de modismos educacionais exagerados das últimas décadas. Uma segunda questão é que, na própria história da educação tecnológica, é comum as atividades práticas serem consideradas tarefas de segunda classe nas escolas, inferiores ao trabalho escolar e associadas apenas à educação técnica e profissional (Bennett, 1937) (Blekstein, 2018, p. 421).

Apesar de experiências de níveis e impactos muito diferentes, este estudo parte da ideia de que um indivíduo estimulado desde a infância a “pôr a mão na massa”, montando e desmontando aparatos, terá a possibilidade de desenvolver ou aprimorar habilidades que influenciarão sua forma de se relacionar com os objetos, com as pessoas e também com o universo ao seu redor.

4.3

Cultura: antidisciplinaridade, tolerância ao erro e diversidade cognitiva como valores

O movimento *maker* e a cultura nos laboratórios experimentais tensionam a forma tradicional de transmissão de conhecimento, baseada em uma autoridade central (o professor), que ensina os conteúdos aos alunos a partir de uma posição hierarquicamente superior. Em contraposição a isso, os laboratórios apresentam uma forma de educação guiada pelo interesse dos participantes, que são ativos nessa construção do conhecimento e dispõem de um conjunto amplo de ferramentas e materiais para trilhar o seu processo de aprendizado.

Como afirmam Ito e Howe, “educação é o que outras pessoas fazem por você. Aprender é o que você faz por você mesmo” (2016, p. 167). Esses laboratórios são sobre o aprender. E não apenas porque atendem recortes de população que extrapolam o público habitual das instituições de ensino, mas porque promovem uma nova cultura, que estimula o cidadão, independentemente de sua formação ou contexto cultural, a se entender como um agente em constante processo de aprendizagem.

É por isso que Erica Halverson e Kimberly Sheridan defendem que o movimento *maker* pode “transformar como entendemos o que conta como aprendizado, como aprendiz e como ambiente de aprendizagem” (2014, p. 496). Citados por Halverson e Sheridan, Kafai, Fields e Searle, por sua vez, propõem que “os estudantes passem a ser vistos como solucionadores de problemas e questionadores e os professores como mentores, guias, produtores” (Halverson & Sheridan, 2014, p. 496).

Em 2016, o Medialab MIT, criou O Prêmio da Desobediência, entregue a trabalhos de pesquisadores científicos, ativistas de direitos humanos, individualmente ou em grupos, que pudessem inspirar novos agentes de mudança e reforçar os valores de não violência, criatividade, coragem e responsabilidade pessoal¹⁰⁹. A desobediência presente no nome da premiação é, para Ito, então

¹⁰⁹ <https://www.media.mit.edu/groups/disobedience-award/overview/>.

diretor da instituição, um fator importante no desenvolvimento da criatividade, da flexibilidade e para a geração de mudanças positivas na sociedade. Conforme Ito explica, em post publicado em 21 de março de 2016:

Você não ganha um prêmio Nobel fazendo o que lhe é dito. O movimento americano pelos direitos civis não teria acontecido sem a desobediência civil. A Índia não teria alcançado a independência sem a desobediência pacifista, mas firme, de Gandhi e seus seguidores. O Boston Tea Party, que celebramos aqui na Nova Inglaterra, também foi bastante desobediente (Ito, 2016).

Ito lembra que a própria internet é fruto de um tanto de desobediência e afirma que “desde 1970 cientistas sociais reconhecem o impacto positivo dos ‘desviantes positivos’, pessoas com comportamento não ortodoxo que melhoram as suas vidas e têm o potencial de melhorar a sua comunidade” (Ito, 2016, p. 141).

Esse comportamento transgressor inspira uma pesquisa mais livre, movida pelas próprias convicções, que questiona a autoridade e propõe interações não óbvias. Ele é parte importante da cultura dos laboratórios experimentais e deve ser levado em consideração mesmo na montagem de espaços institucionais. Ito cita, ainda no post, o próprio Medialab MIT como referência de espaço em que a desobediência ocorre de forma saudável, criativa e respeitosa.

Elizabeth Garber, Lisa Hochtritt e Manisha Sharma resumem bem esses laboratórios: “a ideia de mexer com materiais, compartilhar e aprender fazendo em um ambiente que apoia e incentiva a curiosidade está no centro do movimento *maker*” (2019, p. 9). Os autores reforçam que esses espaços foram desenhados para serem colaborativos, flexíveis e terem áreas em diálogo. Ou seja, é justamente na capacidade experimental que reside sua maior potência.

À luz do que foi dito, a presente análise entende que esses espaços têm o potencial de representar impacto na transformação cultural do seu entorno (seja ele uma escola, uma empresa, um museu, um centro de pesquisa, uma universidade ou mesmo um bairro) e estimular reflexão e produção crítica. Para isso, no entanto, é necessário que eles sejam pautados por três valores fundamentais: antidisciplinaridade, tolerância ao erro e diversidade cognitiva. Tais valores são analisados nos subtópicos a seguir.

4.3.1

Antidisciplinaridade

Ito acredita que a forma como a educação tradicional ainda funciona nestas primeiras décadas do século XXI contribui “para uma hiperespecialização, na qual pessoas em diferentes áreas têm dificuldade em colaborar – ou mesmo se comunicar – com pessoas em diferentes campos” (2016)¹¹⁰.

Pensando a integração das áreas do conhecimento e a aproximação das artes com as ciências, a pesquisadora Neri Oxman, do Medialab MIT, propôs em 2016 o Ciclo de Krebs da Criatividade (KCC), um modelo conceitual que é uma tentativa de representar a hipótese antidisciplinar: que o conhecimento não pode mais ser atribuído a disciplinas específicas, ou produzido dentro de limites disciplinares, mas que está totalmente enredado.

O objetivo é estabelecer uma cartografia experimental, ainda holística, da inter-relação entre esses domínios, em que um domínio pode incitar a (r)evolução dentro de outro; e onde um único indivíduo ou projeto pode residir em vários domínios (Oxman, 2016).

A proposta de Oxman explica como as modalidades da criatividade humana (definidas por ela como ciência, engenharia, design e arte) se relacionam, uma alimentando a outra:

O papel da ciência é explicar e prever o mundo ao nosso redor; ‘converte’ informações em conhecimento. O papel da engenharia é aplicar o conhecimento científico ao desenvolvimento de soluções para problemas empíricos; ‘converte’ o conhecimento em utilidade. O papel do design é produzir modalidades de soluções que maximizem a função e aumentem a experiência humana; ‘converte’ a utilidade em comportamento. O papel da arte é questionar o comportamento humano e criar consciência do mundo à nossa volta; ‘converte’ o comportamento em novas percepções de informações, apresentando novamente os dados que iniciaram o KCC na Ciência (Oxman, 2016).

¹¹⁰ <https://jods.mitpress.mit.edu/pub/designandscience>.

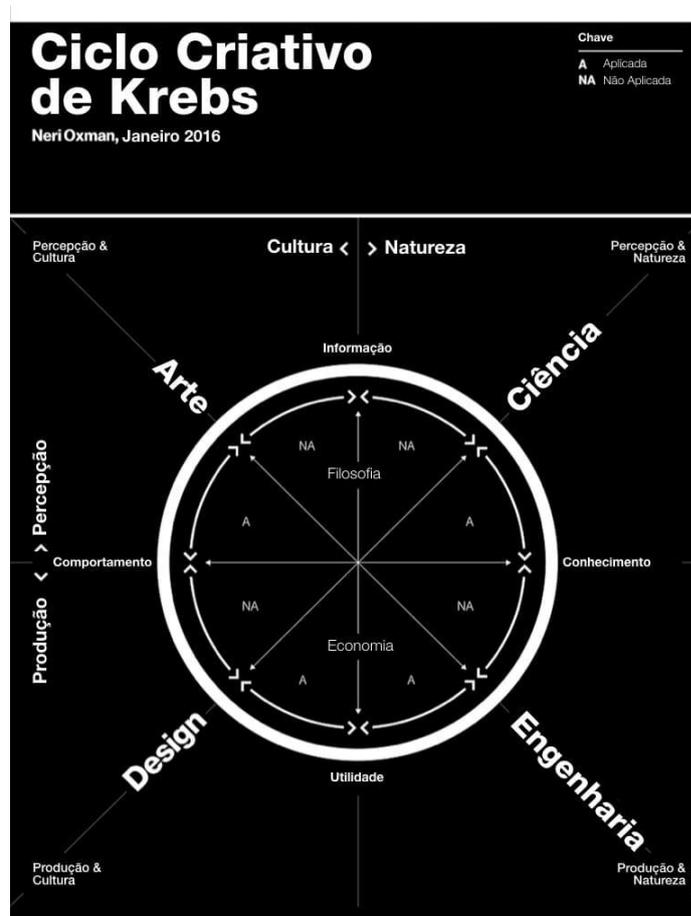


Figura 32 – Círculo criativo de Krebs

A ciência produz conhecimento que é usado pelos engenheiros. A engenharia produz utilidade usada por designers. Os designers produzem mudanças no comportamento que são percebidas pelos artistas. A arte produz novas percepções do mundo, concedendo acesso a novas informações de dentro, sobre ele e inspirando novas investigações científicas (Oxman, 2016).

Ito diferencia o trabalho interdisciplinar, resultado do trabalho conjunto de pessoas de diferentes disciplinas, do antidisciplinar, que consiste em “trabalhar em espaços que simplesmente não se encaixam em nenhuma disciplina acadêmica existente – um campo de estudo específico com suas próprias palavras, estruturas e métodos” (Ito, 2016¹¹¹).

A abordagem antidisciplinar é uma resposta à dificuldade de se encaixarem determinados problemas nas disciplinas tradicionais. Um exemplo citado por Ito no mesmo artigo é o do corpo humano, perfeito em desafiar a interdisciplinaridade

¹¹¹ <https://jods.mitpress.mit.edu/pub/designandscience>.

porque as diferentes disciplinas parecem trançar um mosaico complexo que frequentemente dificulta a compreensão do objeto “porque nossa linguagem é muito diferente e nossos microscópios são definidos de maneira tão diferente”. Para Ito, a melhor chance de desvendar as complexidades do corpo humano viria por meio de uma “*One Science*” colaborativa.

Outro exemplo da antidisciplinaridade apontado pelo autor no artigo é o movimento que formou a cibernética nas décadas de 1940 e 1950, reunindo engenheiros, designers, cientistas, matemáticos, sociólogos, filósofos, linguistas, psicólogos e pensadores de outros campos. Atraídos pelo entendimento de como os sistemas biológicos regulavam o movimento e até as aplicações do controle de mísseis balísticos, eles se reuniram para investigar os sistemas e os ciclos de feedback como uma maneira de compreender e projetar sistemas complexos.

Ao criar espaços para projetos e ideias que estejam entre ou além das disciplinas, os laboratórios experimentais contribuem para que essa noção de antidisciplinaridade seja vivenciada e estimula, assim, tanto um melhor diálogo entre as disciplinas e áreas do saber quanto permite que ideias não previsíveis surjam. Ou seja, o que se verifica é uma possibilidade de os laboratórios atuarem como transformadores da cultura que compartimenta o conhecimento em áreas para uma cultura que tem uma linguagem comum entre as diferentes disciplinas.

Não se trata de um mosaico em que cada disciplina contribui com o seu quinhão, mas sim de uma área fluida, na qual as pessoas oferecem suas contribuições para além de sua área de atuação específica, conformando-se assim um conhecimento que transborda os limites rígidos do que se conhece como disciplina.

4.3.2

Tolerância ao erro

Outro valor importante na cultura dos espaços independentes de fabricação digital é a aceitação do erro como parte importante na aprendizagem e na experimentação.

Os processos ligados a manusear ferramentas e equipamentos pela primeira vez, a entender como funcionam novas tecnologias e plataformas, bem como a pensar de forma aplicada ao construir protótipos e artefatos físicos trazem uma série de novidades e tiram os participantes da sua zona de conforto. Naturalmente, erros e tentativas frustradas são corriqueiros, e ajudam a construir uma cultura de maior liberdade experimental e menor necessidade de respostas rápidas e prontas.

Isso é importante quando se tem em mente que diversos pesquisadores já afirmaram que “algumas das melhores ideias vêm de nossas falhas” (Stappers & Giaccardi, sem data) ou que “o erro promove outras formas de fazer as coisas” (Chris Hay, 2016, p. 76). E apesar dos potenciais ganhos que o erro enseja, a sua valorização ainda é pouco presente em nossas organizações (incluindo os espaços educacionais). Como escreve Amy C. Edmondson:

Fracassos e culpa são praticamente inseparáveis na maioria das famílias, organizações e culturas. Toda criança aprende em algum momento que admitir o fracasso significa assumir a culpa. É por isso que tão poucas organizações mudaram para uma cultura de segurança psicológica na qual as recompensas do aprendizado do fracasso podem ser plenamente realizadas (Edmondson, 2011).

Em *O presente do erro* (de 2015), analisado por Megan Egbert, Jessica Lahey descreve por que esses pequenos erros que acompanham o fazer importam, e ressalta que o erro é essencial para o processo de aprendizagem. A autora explica que, quanto mais fácil é recuperar uma informação, mais o nosso cérebro tende a esquecê-la. E ao se promoverem desafios que o estimulam, mais o aprendizado ficará na nossa parte do cérebro que lida com o longo prazo (Egbert, 2016, p. 29). Elizabeth e Robert Bjork chamaram esses desafios de “dificuldades desejáveis” e Egbert afirma que o fazer tem um potencial grande de promovê-los, pois “possui resultados desconhecidos e requer tentativa e erro de design para criar um produto final” (2016, p. 29).

Matthew Sanders, em *Becoming a Learner* (2012), aponta a diferença entre um estudante e um aprendiz e reforça que é justamente o medo de errar do primeiro que o distancia do segundo. Outras diferenças apontadas por ele estão presentes na tabela abaixo reproduzida:

Estudante:	Aprendiz¹¹²:
Espera ser direcionado	Procura oportunidades
Aprende para o exame	Aprende para entender
Sua motivação é exterior	Sua motivação é interior
Evita situações desafiadoras	Procura situações desafiadoras
Vê o aprender como uma obrigação	Vê o aprender como uma oportunidade
Aprende para fazer	Aprende para aprender

Egbert propõe que o aprendiz de Sanders seja substituído pela figura do *maker*. O autor constata como os frequentadores dos espaços de fazer entendem o aprendizado – isto é, de uma maneira mais ativa e auto direcionada – e associa isso diretamente à cultura do erro que existe nesses espaços:

No processo de fazer, porque o produto geralmente é funcional – ou se destina a existir – há muito espaço para falhas. Os robôs não se movem, a solda não fica presa, o trabalho de impressão é interrompido, as estruturas quebram, os circuitos não são concluídos e o gravador de vídeo nunca é ligado para começar. Tudo oferece uma ampla oportunidade de comprometer o aprendizado à memória de longo prazo. O fazer é feito de dificuldade desejável em cima da dificuldade desejável. Seu desafio é encontrar uma maneira de manter os alunos em movimento, pensando neles, para que possam obter os benefícios duradouros de criar (Egbert, 2016, p. 30).

¹¹² A palavra em inglês é *learner*, que em português se traduz por “aprendiz”, mas no sentido de “aprendedor”, de alguém que aprende.

No vídeo *Por que você deveria fazer coisas inúteis*¹¹³, feito para a plataforma TED e visualizado mais de 3,48 milhões de vezes, Simone Giertz conta como construir robôs propositalmente inúteis substituiu as pressões e expectativas por entusiasmo e lhe permitiu experimentar mais e, assim, aprender uma série de conteúdos.

A verdadeira beleza de fazer coisas inúteis é esse reconhecimento de que nem sempre você sabe qual é a melhor resposta. (...) Isso desliga a voz em sua mente que diz que você sabe exatamente como o mundo funciona. Talvez um capacete de escova de dentes não seja a resposta, mas pelo menos você está fazendo a pergunta (Giertz, 2018).

Além de “robôs inúteis”, Giertz também produz objetos que funcionam, como a Truckla¹¹⁴, uma versão caminhonete de um carro Tesla feita por ela mesma. O processo de transformação do carro foi assistido mais de 11 milhões de vezes em um ano e foi matéria de capa da revista Wired. Na entrevista, Giertz conta como construir pequenos objetos criativos e sem sentido, ou seja, com permissão para errar, a levou ao estágio de buscar desenvolver ambiciosos projetos de design e engenharia (Goode, 2019).

Em conversa entre Giertz e Kevin Kelly¹¹⁵, fundador da Revista Wired¹¹⁶, Kelly afirma que o erro precisa ser aceito e bem-vindo. “Faça coisas que falhem”, recomenda.

Podemos aprender quase tanto com um experimento que não funciona quanto com um que funciona. O fracasso não é algo a ser evitado, mas algo a ser cultivado. Essa é uma lição da ciência que beneficia não apenas a pesquisa de laboratório, mas o design, o esporte, a engenharia, a arte, o empreendedorismo e até a própria vida cotidiana. Todas as vias criativas produzem o máximo quando as falhas são adotadas. Um ótimo designer gráfico gerará muitas ideias, sabendo que a maioria será abortada. Um grande dançarino percebe que a maioria dos novos movimentos não terá sucesso. O mesmo vale para qualquer arquiteto, engenheiro elétrico, escultor, maratonista, amador ou microbiologista. Afinal, o que é ciência, senão uma maneira de aprender com as coisas que não funcionam e não apenas com as que funcionam? O que esta ferramenta sugere é que você busque o sucesso enquanto está preparado para aprender com uma série de fracassos. Além disso, você deve, com cuidado, mas deliberadamente, pressionar suas investigações ou realizações bem-sucedidas a ponto de quebrar, fracassar, parar, travar ou falhar (Kelly, 2011).

¹¹³ Disponível em: https://www.ted.com/talks/simone_giertz_why_you_should_make_useless_things. Acesso em: 10/02/2020.

¹¹⁴ https://www.youtube.com/watch?v=jKv_N0IDS2A&feature=youtu.be.

¹¹⁵ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=zzF3n-cr_nw. Acesso em: 10/02/2020.

¹¹⁶ <https://www.wired.com/>.

Promover uma maior abertura para o erro, entendendo os resultados negativos como parte importante do processo de aprendizagem, é um dos maiores valores dos laboratórios. E esse valor se incorpora não apenas no processo de tentativa e erro, próprio das construções de artefatos, mas também no estímulo a quebrar sistemas em funcionamento, como forma de entender os seus limites e impulsioná-los em direção a melhorias.

4.3.3

Diversidade cognitiva

Outro ponto importante para garantir que os espaços experimentais contribuam para a transformação cultural do seu entorno e estimulem reflexão e produção crítica é a capacidade de gerar diversidade de pensamentos, já que diversidade de “raça, gênero, situação socioeconômica, área do conhecimento são importantes, mas somente na medida em que são elementos para os tipos de experiências que produzem diversidade cognitiva” (Ito, 2016, p. 184).

Diversidade cognitiva, por sua vez, é definida como a extensão em que o grupo reflete diferenças de conhecimento, incluindo crenças, preferências e perspectivas (Miller et al, 1998) e vem cada vez mais sendo apontada como fator importante para a construção de conhecimento nas organizações, como escrevem Rebecca Mitchell e Stephen Nicholas (2006, pp. 67-74).

Ito afirma que, como é impossível saber antecipadamente quais dos diversos fatores, experiências educacionais ou tendências intelectuais podem produzir grandes avanços, “devemos pensar em nossas diferenças como forma de talento”.

Para Mitchell e Nicholas, “a integração de diversas perspectivas e conhecimentos previamente desconectados sustenta a geração de novos conhecimentos”. Eles explicam que os grupos se comportam de modo mais eficaz na criação de conhecimento “quando [seus] membros individuais acreditam na

liberdade de expressão e valorizam a compreensão e a utilização de pontos de vista divergentes” (Mitchell & Nicholas, 2006, p. 71)¹¹⁷.

A democratização da internet permitiu que organizações pudessem aderir a novas formas de trabalho, ampliando assim a diversidade de suas equipes (e, por consequência, a geração de conhecimento organizacional).

Cite-se o exemplo de Matt Mullenweg, analisado em artigo de Romain Dilliet. O empresário da indústria de tecnologia fundou, no início dos anos 2000, uma empresa de software que, em 2019, valia mais de US\$ 3 bilhões. Ela opera em um modelo descentralizado, ou seja, não possui uma sede central e contrata colaboradores em vários países do mundo (Dilliet, 2019). Mullenweg é o CEO da Automatic, empresa por trás do WordPress.com, Jetpack e WooCommerce, que juntas somam novecentos funcionários. Para ele, a distribuição geográfica dos funcionários gera uma grande força para a empresa, já que acredita, conforme relata para a plataforma TED, que:

Talento e inteligência estão igualmente distribuídos pelo mundo. Mas a oportunidade não está. No Vale do Silício, as grandes empresas de tecnologia basicamente pescam na mesma pequena lagoa ou baía. Uma empresa distribuída pode pescar em todo o oceano. Em vez de contratar alguém no Japão, que mora na Califórnia, você pode contratar alguém que acorda e vai dormir onde quer que esteja no mundo. Eles trazem uma compreensão diferente dessa cultura e experiência de vida diferente¹¹⁸.

Essa noção de inteligência distribuída cooperando com as organizações sustenta as ações de *crowdsourcing*, “um modelo on-line distribuído de solução de problemas e produção que aproveita a inteligência coletiva das comunidades on-line para atender a objetivos organizacionais específicos”, conforme explica Daren C. Brabham (2013, p. XIX).

Por meio do *crowdsourcing*¹¹⁹, pessoas com experiências muito variadas, de contextos distintos, podem trazer um olhar diferente para um determinado problema e ajudar a resolvê-lo ou tornar ainda mais complexos os questionamentos propostos

¹¹⁷ Embora alertem para o fato de que essa mesma diferença de pensamentos é, muitas vezes, geradora de conflitos interpessoais.

¹¹⁸

https://www.ted.com/talks/matt_mullenweg_why_working_from_home_is_good_for_business?language=pt-br#t-94932.

¹¹⁹ Exemplos comuns: o aplicativo de trânsito Waze, que se baseia na informação coletada do celular de cada usuário; desafios lançados por empresas para fazer pesquisa e desenvolvimento ou melhorar algum outro processo interno, como os realizados pela marca Adidas nos últimos anos (Perry, 2018).

pelo problema. Ito cita um estudo¹²⁰ da escola de administração de Harvard, que constata uma relação entre soluções bem-sucedidas e o que o pesquisador Karim Lakhani chamou de “distância do campo”: “numa linguagem simples, quanto menos um determinado solucionador estiver exposto à disciplina em que o problema reside, mais propenso ele está de resolvê-lo” (Ito, 2016, p. 182, citando Lakhani, Jeppesen, Lohse & Panetta, 2006).

Essa noção remonta o conceito de inteligência coletiva, mencionado por Pierre Lévy em sua palestra em Porto Alegre, em outubro de 1994. Para ele:

Estamos na direção de uma potencialização da sensibilidade, da percepção, do pensamento, da imaginação e isso tudo graças a essas novas formas de cooperação e coordenação em tempo real. Trata-se de equipamentos que podem ajudar o aprendizado e a aquisição de saberes. Então, o inimigo necessário de ser evitado é o isolamento, a separação. É preciso pensar em equipamentos de comunicação que, ao invés de fazer uma difusão como a mídia tradicional (difusão de uma mensagem por toda parte), faz com que esses dispositivos estejam à escuta e restitua toda a diversidade do presente no social (Lévy, 1994, pp. 4-5).

Apesar de estarem sujeitos aos limites do espaço presencial, com suas restrições geográficas e de acesso, os laboratórios a que este trabalho se refere são embebidos por esta mesma cultura de cooperação e abertura, que criou a internet e molda as redes digitais descentralizadas. Nos laboratórios, é frequente que seus usuários recorram à troca de conhecimento à distância com seus pares em outros *labs*. Nesses ambientes, então, como resultado da diversidade de pessoas e de suas formas de pensar, marca presença a sensação de ser “mais interessante de se estar”, percebida, como cita Ito (2016, p. 191), por alunos e funcionários após anos de ações que diversificaram os pesquisadores no Medialab MIT.

Nesse sentido, criar uma cultura convidativa à diversidade de pensamentos, atraindo pessoas com perfis variados em relação a gênero, raça, idade, orientação sexual, condição social, naturalidade, grau de instrução, área de conhecimento, religião, gostos, interesses, entre outros, é uma forma de garantir que os laboratórios sejam berços de novas ideias e questionamentos, abraçando, inclusive, pontos de vista não óbvios, em observância ao já defendido no Capítulo 2.2.

¹²⁰ https://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/07-050_1b57659d-78f0-4686-a764-925531f05a7b.pdf.

4.4

A possibilidade de sonhar futuros

Em maio de 2015, em Berlim, pelo segundo ano consecutivo, participei do Global Innovation Gathering, dentro do festival Re:publica. Desta vez, o Olabi, além de ter o espaço de fala em um dos palcos, protagonizou um projeto importante: Diálogos Sul/Sul¹²¹. Com apoio da Fundação Ford, convidamos outros seis gestores de laboratórios experimentais brasileiros¹²², que traziam diversidade regional e de abordagens para participar do encontro.

Os participantes brasileiros travaram contato com pessoas como Michael Gathogo Githinji, do Quênia, que logo depois assumiu o cargo de *maker* no Médicos Sem Fronteiras¹²³, organização humanitária global que fornece assistência médica em contextos de crise. Ele trabalha em missões humanitárias e sua atuação consiste em entender o contexto local, quais materiais, problemas e recursos estão disponíveis e, com base nisso, planejar invenções que melhorem a qualidade da infraestrutura do local e a qualidade de vida das pessoas que ali vivem.

Em um campo de refugiados na Nigéria, por exemplo, ele criou uma máquina para cortar e secar pedaços de cana de açúcar, depois usados como combustível para esquentar as refeições (Githinji, 2018). Projetos de energia solar e sistemas de bombeamento de água são outras das invenções que Githinji desenvolveu nesse contexto humanitário, conforme relato à autora.

O elemento inovador no trabalho de Githinji é conseguir pesquisar na internet, em sites como o Instructables¹²⁴ ou Appropedia¹²⁵, documentar processos, pensar formas de replicar e, porque ele passa apenas algumas semanas em cada lugar, transferir rapidamente inteligência de um local para outro (sempre em diálogo com redes globais).

¹²¹ <http://www.sulsul.olabi.co/>.

¹²² Eram eles: Fablab Brasília (DF), LabCEUS de Recife (PE), Observatório de Favelas (RJ), Barco Hacker (PA), Mídia Étnica (BA) e Appiario (SP).

¹²³ <https://www.msf.org.br/>.

¹²⁴ <https://www.instructables.com/>.

¹²⁵ https://www.appropedia.org/Appropriate_technology.

Histórias como a de Githinji demonstram o potencial da democratização do conhecimento e do fazer tecnológico na produção de impacto positivo real e efetivo na sociedade, ao promover uma melhora na qualidade de vida de pessoas em situação de extrema vulnerabilidade. E apontam para o que pode acontecer quando os cidadãos, em contextos variados, focados na construção do bem comum, resolvem utilizar essas novas ferramentas para solucionar questões ligadas aos velhos problemas do mundo.

Githinji constrói máquinas, entende de elétrica, mecânica, eletrônica e programação de computadores, entre outras disciplinas. Mas não são apenas os conhecimentos técnicos que o capacitam a traduzir as demandas e os recursos disponíveis em produtos. Ele faz pontes: pontes entre o mundo de hoje e um mundo possível. Pode-se entender seu trabalho como uma investigação de possibilidades futuras, que exige, acima de tudo, imaginação.

Compreender os contextos sociais e, a partir disso, desenhar soluções inovadoras com certa ousadia é o que define boa parte do trabalho das pessoas que lideram a cena dos laboratórios experimentais.

Em 2015, alguns meses antes da Conferência do Clima em Paris (a COP 21), um grupo formado por uma rede de inovação social francesa, chamada Ouishare¹²⁶, e pelo coletivo alemão Open State¹²⁷, organizou um encontro intitulado POC21 – Innovation Community / Eco Hacking the Future¹²⁸. Em um castelo localizado a 45 minutos da capital francesa, o evento recebeu cem entusiastas em prototipar ideias, incluindo especialistas em tecnologias variadas, artistas, designers e ativistas ambientais. O objetivo era criar, ao longo de um mês, produtos que apontassem para um futuro mais sustentável – livre de combustíveis fósseis – e aproveitar a atenção midiática para o tema promovida pela conferência do clima, que ocorreria poucos meses mais tarde.

O resultado foi a criação de doze peças¹²⁹, entre as quais: 1) uma turbina para geração de energia eólica, ao custo de 30 dólares, gerando 30 W com ventos

¹²⁶ <https://www.ouishare.net/fest>.

¹²⁷ <https://openstate.cc/>.

¹²⁸ <http://www.poc21.cc/>.

¹²⁹ Documentário sobre a experiência disponível em: <https://vimeo.com/148839195>. Acesso em: 27/01/2020.

de 25 km/h¹³⁰; 2) um sistema de agricultura urbana modular fabricado digitalmente¹³¹; 3) um chuveiro super sustentável eficiente¹³²; e 4) um gerador de energia térmica autônoma¹³³.

Conforme se depreende do site e vídeo do evento, as invenções estimulavam as pessoas a pensar sobre a mudança de hábitos e a se enxergar de forma mais ativa no processo de geração de uma cultura mais sustentável e mais respeitosa aos recursos e limites do planeta. Com o slogan “A prova de conceito de que o futuro de que precisamos pode ser construído com as nossas mãos”, o POC21 é um exemplo de como a criação de produtos pode ser especulativa sobre futuros imagináveis, ajudando a levantar questionamentos e a tornar tangíveis discussões que, muitas vezes, podem soar abstratas ou distantes demais das possibilidades do presente.

Considerar essa dimensão permite vislumbrar um espaço de atuação que amplia as duas instâncias mais comumente reconhecíveis no enfrentamento de problemas: a formulação e a execução.

Aqui se invoca uma dimensão possível de valorização da materialização de ideias das mais diversas como possibilidades de se planejar o futuro. Compreender se tais ideias são de concretização possível, e em que medida, independentemente do resultado objetivo imediato que se alcance com este processo – muitas vezes precário – de materialização, deixa de ser mero abstracionismo e passa a ser um elemento concreto de pavimentação de novas soluções para problemas comuns.

Em Anthony Dunne e Fiona Raby encontra-se uma fundamentação para defender a importância desse processo de especular futuros (2013, pp. 2-3). Desprezando as previsões do futuro, repetidamente desmentidas pela passagem do tempo, os autores revelam seu interesse pela imaginação de futuros possíveis, enquanto ferramentas para compreender melhor o presente e discutir que tipo de futuro as pessoas querem ou não querem. Sobre estes futuros possíveis, escrevem:

Eles geralmente assumem a forma de cenários, geralmente começando com uma pergunta hipotética, e destinam-se a abrir espaços de debate e discussão; portanto, são necessariamente provocativos, intencionalmente simplificados e fictícios. Sua natureza fictícia exige que os espectadores

¹³⁰ <http://www.poc21.cc/30-wind-turbine/>.

¹³¹ <http://www.poc21.cc/aker-2/>.

¹³² <http://www.poc21.cc/showerloop-2/>.

¹³³ <http://www.poc21.cc/solarose/>.

suspendam a descrença e permitam que a imaginação divague, que momentaneamente esqueçam como estão as coisas agora e se perguntem como as coisas poderiam ser. (...) Para nós, o futuro não é um destino ou algo a ser buscado, mas um meio para auxiliar o pensamento imaginativo – para especular. Não apenas sobre o futuro, mas também sobre hoje, e é aí que ele se torna crítico, especialmente quando destaca limitações que podem ser removidas e afrouxar, mesmo que um pouco, o aperto da realidade em nossa imaginação (Dunne & Raby, 2013, p. 3).

Dunne e Raby descrevem também o design especulativo, um uso possível do campo, que consiste em especular como as coisas poderiam ser. Os autores conferem valor a tais especulações por sua capacidade de atuar como catalisador para redefinir coletivamente nossa relação com a realidade:

Essa forma de design prospera na imaginação e visa abrir novas perspectivas sobre o que às vezes é chamado de problemas perversos, criar espaços para discussão e debate sobre formas alternativas de ser e inspirar e incentivar a imaginação das pessoas a fluir livremente (Dunne & Raby, 2013, p. 2).

Dito isso, interessante a contribuição de Stuart Candy, que propõe uma tentativa de burlar, de *hackear* a preferência humana pelo pensamento imediato e concreto e substituí-la pelo pensamento mais remoto e abstrato. Tudo isso em nome da realização mais eficiente do interesse coletivo. Em suas palavras:

A montagem de cenários experimentais é uma tentativa tática de manipular as peculiaridades do sistema humano de processamento de informações, especialmente nossa preferência evoluída pelo imediato e tangível sobre o remoto e o abstrato, para dar a essas peculiaridades uma chance maior de operar em nosso interesse coletivo a longo prazo, e não contra ele. Nesse sentido, nossas atividades devem ser altamente pragmáticas, heurísticas e 'hacker', e não um programa perfeitamente envolvido, modular e academicamente respeitável, pronto para ser implementado nas escolas e faculdades do mundo (Candy, 2010, p. 319).

Resgatando o processo apresentado no item 3.1 do capítulo anterior, da mesma forma que os artefatos resultam dos diálogos entre materiais e seus inventores, as soluções podem surgir da interação prática com a realidade, na tentativa de materializar e trazer concretude para as ideias – em uma relação parecida à de construção de um protótipo.

Importante na geração de conhecimento, o desenvolvimento de um protótipo é capaz de “mostrar uma combinação de fatores até então inexistente como provocação para discussão, ou criar a possibilidade de pessoas e produtos se envolverem em interações que antes não eram possíveis – permitindo que elas

possam existir, de fato, e tornar-se observável – por meio do design” (Stappers & Giaccardi, sem data).

Nesse sentido, os laboratórios experimentais são infraestruturas essenciais para que os cidadãos possam tornar tangíveis suas ideias, elaborar conceitos de forma prática e entender suas visões sobre o futuro (e, a partir delas, fazer escolhas sobre o presente). Estimular que futuros sejam imaginados, questionados, prototipados, enfim, parece uma forma de impedir a ameaça que Hermano Vianna, citando Georges Bernanos em *La France contre les robots*, de 1947, identifica na crescente adoção de sistemas de inteligência artificial:

O perigo não está nas máquinas, senão deveríamos realizar o sonho absurdo de destruí-las pela força, à maneira dos iconoclastas que, espatifando as imagens, pensavam aniquilar também as crenças. O perigo não está na multiplicação das máquinas, mas no número incessantemente crescente de homens habituados, desde sua infância, a desejar apenas aquilo que as máquinas podem dar (Vianna, 2017).

Acreditar que o indivíduo (de qualquer gênero, procedência, raça, idade, religião e condição econômica) tem em suas mãos a possibilidade de enfrentar problemas do presente e colaborar na construção do futuro é o que embasa a defesa da importância dos laboratórios compartilhados como espaço de articulação de conhecimentos e sonhos. Sonhos que deixam de ser meras ideias abstratas e passam a ser testados ao ganhar corpo e, desta forma, permitir que sejam avaliados como possibilidades reais. E, mesmo quando reconhecer seu fracasso é medida que se impõe, o processo de materialização não há de haver sido em vão porque deve ter feito germinar novas perguntas, que podem vir a pavimentar o caminho para novas hipóteses e soluções.

5

Conclusão

A expansão do acesso ao conhecimento tecnológico torna possível democratizar a produção de manufaturas, aproximando os consumidores dos produtores e transformando os processos de design e de fabricação. Lugares como Shenzhen, na China, já vivem essa realidade de forma mais avançada; lá, criadores podem dar vazão às suas ideias em produções de pequena escala, customizáveis e em processos que chegam até a ser sob demanda. Os possíveis impactos nas linhas de produção chamam a atenção de pesquisadores e organizações mundo afora e pautam ações que anteveem o futuro da indústria, do consumo, das técnicas e da própria criação de artefatos.

Esse é o contexto no qual se inserem os laboratórios independentes de fabricação digital, a infraestrutura base do chamado movimento *maker* – que estende para o espaço físico a cultura de abertura e cooperação própria da internet desde a sua criação. Nesses ambientes, conectam-se práticas do “faça-você-mesmo”, o uso de habilidades manuais e a exploração de novas tecnologias em um processo experimental de manipulação de materiais, que podem ou não resultar em artefatos.

Sob o nome de *fablabs*, *makerspaces*, *hackerspaces*, laboratórios cidadãos, *redelabs*, *labs* experimentais, entre outros, esses ambientes têm como foco a democratização do acesso às invenções e às ferramentas da inovação. O fato de esses laboratórios (chamados neste trabalho de *labs*) poderem gerar produtos físicos, a partir da interação entre indivíduos e conhecimentos diversos, faz com que sejam constantemente avaliados por essa métrica – a sua maior ou menor capacidade de entregar objetos físicos –, bem como pela robustez de sua infraestrutura física (que geralmente disponibiliza máquinas e ferramentas ligadas a técnicas variadas).

Ocorre que, apesar do potencial de gerar produtos e dos possíveis impactos futuros nas cadeias produtivas, este trabalho demonstra e defende que os *labs* sejam observados e avaliados mais pela cultura que criam e irradiam do que pelas suas produções técnicas. Essa cultura está ligada ao espírito libertário que motivou a

criação da internet como um protocolo aberto e radicalmente horizontal, reverenciada e seguida por desenvolvedores ligados aos movimentos de software livre, hardware livre e design livre e promove ainda um resgate da relação artesanal que havia com os artefatos antes da Revolução Industrial.

Ou seja, esses espaços hospedam práticas que entendem o fazer não apenas como um ato de reprodução na produção de manufaturas, mas também como um ato criativo capaz de gerar conhecimento, envolvendo a construção e transformação de significados. E ainda associam a teoria e a prática, os saberes intelectualizados aos técnicos, sendo capazes de promover uma reflexão crítica aplicada.

Essa reflexão crítica aplicada se faz urgente justamente nestas primeiras décadas do século XXI, em que a digitalização da sociedade e a possível automação de processos trazem à tona discussões sobre as tecnologias como construções e sistemas sociais. A ideia de que os sistemas computacionais são fruto de escolhas objetivas e subjetivas feitas pelos seus criadores durante o processo de produção reforça a necessidade de dialogarmos sobre as suposições de uso nas quais se baseiam, bem como nos valores mais amplos que os seus criadores refletem.

Nesse sentido, é preciso entender as tecnologias como mediadores ativos que ajudam a moldar a relação entre as pessoas e a realidade e, por isso, buscar diversificar os agentes capazes de manuseá-las e produzi-las. Resgatando o pensamento de Gilberto Gil quando, enquanto Ministro da Cultura, a respeito da necessidade de criarmos espaços para os indivíduos, em especial os mais vulneráveis, empoderar-se e, a partir daí, ocupar uma posição legítima e ativa na sociedade, não sendo mais simplesmente tolerados ou reconhecidos: “há linguagens e enunciados que foram e vão se afirmando cegamente contra os valores humanos, sem que nos déssemos a devida conta. Volto a insistir, no mundo de hoje já não basta apenas o reconhecimento, como há anos atrás se reivindicava. Não é só o lugar de legitimação em que um indivíduo ou um povo passa a existir de forma consentida e que é objeto da tolerância dos demais. Precisamos construir também os lugares em que esses sujeitos fazem-se e tornam-se sujeitos” (Gil, 2017).

E é o desenvolvimento em código aberto a infraestrutura que melhor permite o surgimento desse protagonismo e a real intervenção dos cidadãos na sociedade. São as redes de desenvolvimento aberto, relacionadas à construção de software ou

de hardware, os propagadores da cultura de horizontalidade e participação, que definem a própria internet desde o seu surgimento.

Nesse contexto, percebe-se que o cidadão, o usuário final, passa a ser importante no desenvolvimento dos produtos. A uma, porque ele orienta melhor as escolhas técnicas a partir de um olhar de quem utilizará o produto final. A duas, porque, guiado pelas suas próprias questões e visões de mundo, ele interage com os materiais de forma a permitir que surjam artefatos que solucionem problemas relevantes para si ou que simplesmente expressem sua visão de mundo, frequentemente subestimada.

A noção de que os artefatos resultam do diálogo entre os materiais e os seus criadores, e não necessariamente da materialização de ideias pré-planejadas, mostra como as atividades manuais podem estimular o surgimento de novas questões e formas de pensamento. E, por isso, essa noção embasa atividades e metodologias focadas no desenvolvimento da criatividade, inclusive dentro de instituições formais de ensino.

Com a evolução da computação, criar e testar sistemas tecnológicos avançados de forma simples e acessível não está mais restrito ao desenvolvimento de códigos na camada do software, e pode ocorrer, por exemplo, na junção dos códigos com circuitos eletrônicos e com o design da estrutura física feita por meio de técnicas muito variadas (incluindo uso de impressoras 3D ou até mesmo sucata).

Essas junções e linguagens têm guiado o trabalho em escolas e universidades, misturando inclusive atividades manuais tradicionais com sistemas computacionais. Isso tem sido feito tanto para estimular o aprendizado de habilidades técnicas (em conceitos ligados a ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática, o assim chamado STEAM, do acrônimo em inglês), quanto para estimular habilidades socioemocionais, tais como trabalho em equipe, criatividade, solução de problemas e pensamento crítico. As políticas de incentivo ao ensino de STEAM impulsionaram a criação de laboratórios, usualmente chamados de *makerspaces*, em escolas, universidades e museus em diversos países.

Este trabalho mostra que os *labs*, sejam independentes ou institucionalizados, podem atuar para: (1) estimular a conexão entre as diversas áreas do saber; (2) conectar questões teóricas com as questões práticas, colaborando

para soluções ligadas a problemas macro e do cotidiano; (3) dar visibilidade à diversidade de pensamentos, ideias e visões de mundo; e (4) permitir que ideias, aparatos, produtos e processos novos surjam como resultado da exploração guiada por tentativa e erro. Ou seja, é justamente o caráter de experimentação que deve estar no cerne desses espaços para que eles consigam estimular a curiosidade e promover reflexão crítica – evitando se converterem em um mero ambiente de infraestrutura nova, mas que segue velhas práticas – ou ainda um espaço vazio, sem engajamento de participantes.

A presente análise parte da perspectiva de que esses espaços podem ter um impacto efetivo na cultura do seu entorno (seja ele uma escola, uma empresa, um museu, um centro de pesquisa, uma universidade ou mesmo um bairro) quando são convertidos em lugar real de experimentação e assim dão vazão à investigação proveniente da aguçada curiosidade humana. Para que, então, os *labs* estimulem questionamentos e produção crítica, convido à reflexão a respeito de um grupo de valores que acredito serem importantes nesse tipo de experiência:

- **Antidisciplinaridade:** é fundamental que esses espaços permitam pensamentos não óbvios e que não se encaixem facilmente nas disciplinas consolidadas, entendendo a relação entre o conhecimento e o exercício do aprendizado como uma troca fluida. Nesse sentido, vale resgatar o conceito de antidisciplinaridade apresentado por Neri Oxman, que remete à ideia de que existem projetos e pensamentos que não se encaixam em nenhuma disciplina acadêmica tradicional, “porque trabalham no espaço em branco que está entre – ou simplesmente além – das disciplinas”, como resume Ito. Em modelo conceitual criado por ela, a hipótese antidisciplinar indica que o conhecimento não pode mais ser atribuído a, ou produzido dentro de limites disciplinares, pois está totalmente enredado. Esse olhar integrador é importante não para eliminar as disciplinas já existentes, mas para que os espaços colaborem no necessário diálogo entre especialistas das diversas áreas do conhecimento com foco na construção conjunta, e não apenas na colaboração entre as disciplinas (a qual remete ao conceito de interdisciplinaridade).

- **Tolerância ao erro:** encarar os insucessos como parte de uma jornada de aprendizagem é fundamental para a geração de ideias e a

exploração de novas linguagens. Na manipulação de materiais e tecnologias que ocorrem nos *labs*, erros e tentativas frustradas são comuns e criam uma cultura de mais liberdade experimental e menor necessidade de produzir respostas prontas. E é justamente esse o papel dos *labs*: estimular o “aprender a aprender”, de uma maneira ativa e auto direcionada; e não mais o aprender como uma capacidade de absorção de conteúdos para a sua reprodução ou imediata aplicação. Aceitar o erro é indispensável para que os espaços de fazer não virem um lugar de reprodução e “cópia” de conteúdos previamente elaborados e, com isso, percam a sua capacidade de estimular pensamento crítico.

- **Diversidade cognitiva:** estimular que os *labs* sejam frequentados por grupos heterogêneos e diversos, do ponto de vista de gênero, raça, situação socioeconômica, área de atuação, idade e religião, permite uma ampliação de visões tanto no processo de aprendizagem quanto no desenvolvimento de artefatos. Entender nossas diferenças como talentos é uma forma importante para estimular uma cultura que convida olhares diferentes e, a partir delas, gera questionamentos e ideias. Um espaço que reúne artistas e engenheiros tende a estar mais próximo de atender aos quatro objetivos listados acima do que um que reúne apenas estudantes de engenharia, por exemplo.

Esses valores, longe de representar uma conclusão pronta e acabada, são apenas um ponto de partida para que outros olhares sejam somados na busca de entender como esses ambientes podem ser mais bem aproveitados para estimular que as inovações do século XXI reflitam as preocupações de um conjunto mais amplo de agentes da sociedade.

Nesse sentido, cabe lembrar que as tecnologias e novas ferramentas podem contribuir de imediato com questões sociais urgentes (como a erradicação da pobreza, a justa distribuição de alimentos pela população mundial, a mitigação das mudanças climáticas, a redução das desigualdades sociais), ao escalar soluções e otimizar fluxos e processos, por exemplo. E elas podem também contribuir para materializar ideias que especulem sobre futuros desejáveis, permitindo, inclusive, maior entendimento dos desafios que moldam o presente.

Imaginar como o futuro pode ser passa por redefinir a nossa relação com a realidade. E levanta possibilidades que podem ser discutidas, debatidas e usadas para definir coletivamente um futuro preferível ou desejável. Dessa maneira, os espaços de fazer podem ser uma infraestrutura que traga à tona os sonhos coletivos e nos inspire “a imaginar que as coisas podem ser radicalmente diferentes do que são hoje, e acreditar que podemos progredir em direção a esse mundo imaginário”, tal como descrevem Dunne e Raby.

Dessa forma, os espaços de fazer podem desempenhar papel similar ao papel do design/designer defendido por Dunne e Raby no processo de construção de futuros:

Designers não devem definir futuros para todos os outros, mas trabalhar com especialistas, incluindo especialistas em ética, cientistas políticos, economistas e outros, gerando futuros que atuam como catalisadores para o debate público e a discussão sobre os tipos de futuros que as pessoas realmente desejam. O design pode dar aos especialistas permissão para deixar a imaginação fluir livremente, dar expressão material aos insights gerados, fundamentar essas imaginações nas situações cotidianas e fornecer plataformas para mais especulações colaborativas.

Acreditamos que, especulando mais, em todos os níveis da sociedade, e explorando cenários alternativos, a realidade se tornará mais maleável e, embora o futuro não possa ser previsto, podemos ajudar a estabelecer hoje fatores que aumentarão a probabilidade de futuros mais desejáveis acontecerem. E, igualmente, fatores que podem levar a futuros indesejáveis podem ser identificados desde o início e ser abordados ou pelo menos limitados (Dunne & Raby, 2013, p. 6).

É a partir desta abordagem que o presente estudo buscou evidenciar a importância da existência de espaços de experimentação tecnológica como fomentadores de uma cultura em que os cidadãos possam assumir o protagonismo e construir juntos outros futuros possíveis.

6

Referências bibliográficas

ABRAMOVAY, P. V. **Sistemas deliberativos e processo decisório congressual**: um estudo sobre a aprovação do Marco civil da internet. Rio de Janeiro, 2017. 167 p. Tese (Doutorado em ciência política) – Centro de Ciências Sociais, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

ACKERMANN, E. K. Give me a place to stand and I will move the world! Life-long learning in the digital age. **Journal for the Study of Education and Development**. Volume 38, Issue 4, 2015. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02103702.2015.1076265>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

ADMONDSON, A. C. 2011. Strategies for Learning from Failure. **Harvard Business Review**, Cambridge, abr. 2011. Disponível em: <[https://thriving.berkeley.edu/sites/default/files/Strategies%20for%20Learning%20from%20Failure%20\(Worline%20Lecture\).pdf](https://thriving.berkeley.edu/sites/default/files/Strategies%20for%20Learning%20from%20Failure%20(Worline%20Lecture).pdf)>. Acesso em: 5 mar. 2020.

ANDERSON, C. **Makers**: The New Industrial Revolution. Crown Business, 2014.

ASCOM-MCTIC (Assessoria de Comunicação do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações). INT é pioneiro na utilização de impressão 3D no Brasil. Brasília, 4 set. 2018. Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2018/09/INT_e_pioneiro_na_utilizacao_de_impresao_3D_no_Brasil.html>. Acesso em: 4 mar. 2020.

BAHIA, S.; IBÉRICO-NOGUEIRA, S. Entre a teoria e a prática da criatividade. In Miranda, G.; Bahia, S. (Eds). **Temas de Psicologia da Educação**: Temas de Desenvolvimento, Aprendizagem e Ensino. (pp. 333-362). Lisboa: Relógio D'Água Editores, 2005.

BATCHELOR, R. **Henry Ford, Mass Production, Modernism, and Design**. Manchester: Manchester University Press, 1994.

BLIKSTEIN, P. Maker Movement in Education: History and Prospects. In: M.J. de Vries (ed.). **Handbook of Technology Education**. Springer International, 2018.

BLIKSTEIN, P. O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional. Sem data. Disponível em: <http://blikstein.com/paulo/documents/books/Blikstein-Brasil_pode_ser_lider_mundial_em_educacao.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2020.

BLIKSTEIN, P.; ALVES, A. C.; LOPES, R. D. Robótica na periferia? Uso de tecnologias digitais na rede pública de São Paulo como ferramentas de expressão e inclusão. In: XI Workshop de Informática na Escola, 2005. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/2fdb/b467b28df5df53341975cd5c5d79d8c6c417.pdf?_ga=2.222108895.611749964.1584923355-364685945.1584923355>. Acesso em: 9 mar. 2020.

BOSKER, B. The Binge Breaker: Tristan Harris believes Silicon Valley is addicting us to our phones. He's determined to make it stop. **The Atlantic**, 2006. Disponível em: <<https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2016/11/the-binge-breaker/501122/>>. Acesso em: 15 mar. 2020.

BOUFLEUR, R. N. **A Questão da gambiarra**. São Paulo, 2006. Dissertação (mestrado em arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

BRABHAM, D. C. **Crowdsourcing**. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2013.

BRAVI, L.; SANTOS, G.; MURMURA, F. Fabrication laboratories : Where new digital technologies come to life. **INEGI/FEUP**, 2018. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~irf/Proceedings_IRF2018/data/papers/7086.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2020.

CAMPOLONGO, E. L. P. S. **MackHaus**: fabricação digital subtrativa aplicada à produção de habitações por meio de encaixes em madeira. São Paulo, 2019. 217 p. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie.

CANDY, S. **The Futures of Everyday Life**: Politics and the Design of Experiential Scenarios. Pittsburgh, 2010. Tese (PhD) – Carnegie Mellon University.

CAPELHUCHNIK, L. H. Laboratório FabLab SP inspira crescimento da rede de fabricação digital no Brasil. **Ciência e Tecnologia**, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, Ano 49, Edição Nº 16, 19 fev. 2016. Disponível em: <<http://www.usp.br/aunantigo/exibir?id=7440&ed=1298&f=31>>. Acesso em: 1 mar. 2020.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. v.1. 5. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2001. In: **A era da informação**: Economia, sociedade e cultura.

CASTELLS, M. **A galáxia da Internet**: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

CAVALLO, C. Aproximações entre arte, design e artesanato nas experiências do Arts & Crafts e do modernismo brasileiro. In: 3º. Simpósio de pós-graduação em design da ESDI, SPGD, 2017. Disponível em: <https://www.academia.edu/41504611/Aproxima%C3%A7%C3%B5es_en>

tre_arte_design_e_ artesanato_nas_experi%C3%AAs_dos_Arts_and_Crafts_e_do_modernismo_brasileiro>. Acesso em: 15 mar. 2020.

CENTER FOR HUMANE TECHNOLOGY. Technology is Downgrading Humanity: Let's Reverse That Trend Now, 2019. Disponível em: <<https://humanetech.com/wp-content/uploads/2019/06/Technology-is-Downgrading-Humanity-Let's-Reverse-That-Trend-Now-1.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2020.

CIRNU, M. A comparison of some new methods for solving algebraic equations. **Journal of Information Systems & Operations Management**, Vol. 7 No. 2, dez. 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Mircea_Cirnu/publication/260424771_A_comparison_of_some_new_methods_for_solving_algebraic_equations/links/0a85e533f6293a97e7000000.pdf#page=156>. Acesso em: 25 mar. 2020.

COLOBRANS, J. Living Lab Guide. 2019. Disponível em: <https://mindb4act.eu/wp-content/uploads/2019/03/Living-Lab-Guide_web.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2020.

COMUNICAÇÃO INSTITUCIONAL DO SERPRO. Mainframe: o que é e qual o futuro desta tecnologia? 03 out. 2019. Disponível em: <<https://serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-2019/mainframe-o-que-e-e-qual-o-futuro-desta-tecnologia>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

COSTA, E. **Jangada Digital**: Gilberto Gil e as Políticas Públicas para a Cultura das Redes. Rio de Janeiro: Beco do Azougue, 2011.

COSTA, E.; AGUSTINI, G. (orgs.). **De baixo para cima**. Rio de Janeiro: Aeroplano, 2014.

COTRIN, C.; PIOVESANA, M.; ALBUQUERQUE. Mulheres ainda não têm lugar na tecnologia – e essa diferença vai demorar para acabar. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 12 jul. 2019. Disponível em: <<https://arte.estadao.com.br/focas/estadaoqr/materia/mulheres-ainda-nao-tem-lugar-na-tecnologia-e-essa-diferenca-ainda-vai-demorar-para-acabar>>. Acesso em: 9 mar. 2020.

DAHIR, A. L. How Africa's top handset maker designs phone cameras calibrated for darker skin tones. June 3, 2019. Disponível em: <<https://qz.com/africa/1633699/transsions-tecno-infinix-camera-phones-made-for-dark-skin-tones/>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

DAUGHERTY, M. K. The Prospect of an “A” in STEM Education. **Journal of STEM Education**, Volume 14, Issue 2, abr.-jun. 2013. Disponível em: <<https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/1744/1520>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

DAVIES, S. R. **Hackerspaces**: Making the Maker Movement. Cambridge: Polity Press, 2017.

DC-INT (Divisão de Comunicação, Instituto Nacional de Tecnologia do MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES). INT apresenta tecnologias de impressão 3D inéditas no país. 10 set. 2013. Disponível em: <<http://www.int.gov.br/noticias/int-apresenta-tecnologias-de-impressao-3d-ineditas-no-pais>>. Acesso em: 11 mar. 2020.

DELCOLLI, C. Paralimpíada2016: Amy Purdy faz belíssima dança com robô industrial. **Huffpost**, 07 set. 2016. Disponível em: <https://www.huffpostbrasil.com/2016/09/07/paralimpiada2016-amy-purdy-faz-belissima-danca-com-robo-indust_n_11899486.html>. Acesso em: 12 mar. 2020.

DIAS, T. M. A festa que juntou Lawrence Lessig e Gilberto Gil. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 29 jan. 2010. Disponível em: <<https://link.estadao.com.br/noticias/geral,a-festa-que-juntou-lawrence-lessig-e-gilberto-gil,10000045287>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

DILLET, R. Automattic raises \$300 million at \$3 billion valuation from Salesforce Ventures. 2019. Disponível em: <<https://techcrunch.com/2019/09/19/automattic-raises-300-million-at-3-billion-valuation-from-salesforce-ventures/>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

DÓRIA, T. Conheça o 1º espaço de coworking do Brasil. 2008. Disponível em: <<http://www.tiagodoria.com.br/coluna/2008/04/09/conheca-o-primeiro-espaco-de-coworking-do-brasil/>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

DOUGHERTY, D. “The Maker Movement”. **MIT Press Journals**, 2012. Disponível em: <https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/INOV_a_00135>. Acesso em: 10 mar. 2020.

DOUGHERTY, D. The Maker Mindset. 2013. Disponível em: <<https://llk.media.mit.edu/courses/readings/maker-mindset.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2020.

DOUGHERTY, D. **Free to Make: How the Maker Movement Is Changing Our Schools, Our Jobs, and Our Minds**. North Atlantic Books, 2016.

DUNNE, A.; RABY, F. **Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming**. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2013.

EGBERT, M. **Creating Makers: How to Start a Learning Revolution at Your Library**. Libraries Unlimited, 2016.

EVANGELISTA, R. A. **Traidores do movimento: política, cultura, ideologia e trabalho no Software Livre**. Campinas, 2010. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.

EYCHENNE, F.; NEVES, H. **Fab Lab: a vanguarda da nova Revolução Industrial**. São Paulo: Associação Fab Lab Brasil, 2013.

FERNANDEZ, V.; PUEL, G.; RENAUD, C. The Open Innovation Paradigm: from Outsourcing to Open-sourcing in Shenzhen, China. **International review for spatial planning and sustainable development**, Vol. 4, N. 4, pp. 27-41, 2016. Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/irspsd/4/4/4_27/_pdf/-char/ja>. Acesso em: 1 mar. 2020.

FONSECA, F. S. **Redelabs**: laboratórios experimentais em rede. Campinas, 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.

GALANT, D. The Father of Invention. **The New York Times**, 1 jun. 1997. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/1997/06/01/nyregion/the-father-of-invention.html>>. Acesso em: 2 mar. 2020.

GARBER, E.; HOCHTRITT, L.; SHARMA, M. Introduction. In: **Makers, Crafters, Educators: Working for Cultural Change**. Oxford: Routledge, 2019.

GARÓFALO CHAVES, I.; BITTENCOURT, J. P.; HADDAD TARALLI, C. O design centrado no humano na atual pesquisa brasileira: uma análise através das perspectivas de Klaus Frippendorff e da IDEO. **HOLOS**, ano 29, vol. 6, pp. 213-225, 2013. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4815/481548608018.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

GERSHENFELD, N.; CHUANG, I. How to Make (Almost) Anything. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology, MIT OpenCourseWare, MAS.863, outono de 2002.

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

GERSHENFELD, N. How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution. **Foreign Affairs**, Volume 91, N. 6, nov.-dez. 2012. Disponível em: <<http://cba.mit.edu/docs/papers/12.09.FA.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2020.

GERSHENFELD, N.; GERSHENFELD, A; GERSHENFELD, J. C. Soon You'll Be Able to Make Anything. It'll Change Politics Forever. **Politico Magazine**, 17 abr. 2018. Disponível em: <<https://www.politico.com/magazine/story/2018/04/17/soon-youll-be-able-to-make-anything-itll-change-politics-forever-217999>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

GIL, G. Diversidade. 2006. Disponível em: <https://gilbertogil.com.br/sec_texto.php?id=195&page=1>. Acesso em: 5 mar. 2020.

GIL, G. Discurso do ministro Gilberto Gil. In: Seminário Internacional sobre Diversidade Cultural, Painel Comunicação e Convergência Digital. Discurso

proferido em 28 jun. 2007, publicado em 21 dez. 2018. Disponível em: <<http://cultura.gov.br/325933-revision-v1/>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

GITHINJI, M. My job: I specialise in creating original and sustainable solutions. 2018. Disponível em: <<https://www.nation.co.ke/lifestyle/i-specialise-in-creating-original-solutions/1190-4716824-2u8bh5z/index.html>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

GOODE, L. Why the 'Queen of Shitty Robots' Renounced Her Crown. **Wired magazine**, 12 out. 2019. Disponível em: <<https://www.wired.com/story/simone-giertz-build-what-you-want/>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

GORE, N. Craft and innovation: Serious play and the direct experience of the real. **Journal of Architectural Education**, Volume 58, Issue 1, pp. 39-44, 2004.

HALVERSON, E.; SHERIDAN, K. M. 2014. The Maker Movement in Education. **Harvard Educational Review**, Vol. 84, No. 4, inverno de 2014. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/The-Maker-Movement-in-Education-Halverson-Sheridan/66147755ddbbaaa159bd5c59bcfad72f33e5c427b>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

HAY, C. **Knowledge, Creativity and Failure: A New Pedagogical Framework for Creative Arts**. Palgrave Macmillan Publisher, 2016.

HERTZ, G. What is Critical Making? **Current design journal**. Disponível em: <<https://current.ecuad.ca/what-is-critical-making>>. Acesso em: 9 mar. 2020.

HISTORY.COM EDITORS. Invention of the PC. **History**. A&E Television Networks. 08 feb. 2019. Disponível em: <<https://www.history.com/topics/inventions/invention-of-the-pc>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

HORVATH, Joan. **Mastering 3D Printing**. Apress, 2014.

HU, J.-L.; WAN, H.-T.; ZHU, H. The Business Model of a Sjanzai Mobile Phone Firm in China. **Australian Journal of Business and Management Research**, Vol. 1, No. 3, jun. 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jin-Li-Hu2/publication/265563143_The_business_model_of_shanzhai_mobile_phone_firm_in_China/links/54d018280cf24601c0962c62.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2020.

HUANG, A. The Essential Guide to Electronics in Shenzhen, 2016. Disponível em: <<https://www.bunniestudios.com/blog/?p=4585>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

INGOLD, T. **Making: Anthropology, Archaeology, Art and Architecture**. Onxford: Routledge, 2013.

ITO, J. Design and Science: Can design advance science, and can science advance design? **Journal Of Desing and Science**, 12 jan. 2016. Disponível em: <<https://jods.mitpress.mit.edu/pub/designandscience>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

ITO, J.; HOWE, J. **Disrupção e inovação**: como sobreviver ao futuro incerto. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

JOHNSON, S. **Emergência**: a dinâmica de rede em formigas, cérebros, cidades e softwares. Rio de Janeiro, Zahar, 2003.

KELLY, K. What scientific concept would improve everybody's cognitive toolkit? 2011. Disponível em: <<https://www.edge.org/response-detail/10422>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

LAKHANI, K. R. et al. The Value of Openness in Scientific Problem Solving. 2006. Disponível em: <https://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/07-050_1b57659d-78f0-4686-a764-925531f05a7b.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2020.

LAND, M. H. Full STEAM Ahead: The Benefits of Integrating the Arts Into STEM. **Procedia Computer Science**, Volume 20, pp. 547-552, 2013.

LATOUR, B. Um Prometeu cauteloso? Alguns passos rumo a uma filosofia do design (com especial atenção a Peter Sloterdijk). **Agitprop: revista brasileira de design**, São Paulo, v. 6, n. 58, jul.-ago. 2014.

LÉVY, P. A emergência do cyberspace e as mutações culturais. In: Festival Usina de Arte e Cultura, out. 1994. Disponível em: <http://clিকেaprenda.uol.com.br/sg/uploads/UserFiles/File/A_emergncia_d_o_cyberspace_e_as_mutaes_culturais.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2020.

LEITE, P. P. Sobre a distinção entre história e evolução em Tim Ingold. **Social Evolution & History**, Vol. 1, No. 1, pp. 5-24, jul. 2002. Disponível em: <<https://globalherit.hypotheses.org/6719>>. Acesso em: 9 mar. 2020.

LEMOS, R. Conheça a China futurista de carros elétricos, trem-bala e apps de saúde. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 11 ago. 2019. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2019/08/conheca-a-china-futurista-de-carros-eletricos-trem-bala-e-apps-de-saude.shtml>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

MARQUES, A. Aluna publica primeira reportagem multimídia da ECA-USP. **GJOL – Grupo de Pesquisa em Jornalismo On-Line**, 08 jul. 2008. Disponível em: <<http://gjol.net/antigo/2008/07/aluna-publica-primeira-reportagem-multimidia-da-eca-usp/>>. Acesso em: 6 mar. 2020.

MATT, D. T.; RAUCH, E.; DALLASEGA, P. Trends towards Distributed Manufacturing Systems and modern forms for their design. In : 9th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering. **Procedia**, 2014. Disponível em: <https://bia.unibz.it/bitstream/handle/10863/10481/ICME2014_Full%20Pap>

er%20Distributed%20Manufacturing%20Systems%20MATT-RAUCH-DALLASEGA.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jan. 2020.

MARCHAND, T. H. J. Learning, Education and Apprenticeship. **Journal of the Royal Anthropological Institute**, 18 (1). pp. 209-210, 2012.

MILLER, C. C.; BURKE, L. M.; GLICK, W. H. Cognitive Diversity among Upper-Echelon Executives: Implications for Strategic Decision Processes. **Strategic Management Journal**, Vol. 19, No. 1, pp. 39-58, jan. 1998. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/3094179>>. Acesso em: 9 mar. 2020.

MITCHELL, R.; NICHOLAS, S. Knowledge Creation in Groups: The Value of Cognitive Diversity, Transactive Memory and Open-mindedness Norms. **Electronic Journal of Knowledge Management**, Volume 4, Issue 1, pp. 67-74, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/220826009_Knowledge_Creation_in_Groups_The_Value_of_Cognitive_Diversity_Transactive_Memory_and_Openmindedness_Norms>. Acesso em: 5 mar. 2020.

MOTA, C. **Bits, Atoms, and Information Sharing: New Opportunities for Participation**. Lisboa, 2014. Tese (Doutorado) – Universidade Nova de Lisboa.

NISZ, C. Conhecimento em rede e software livre dão tom acadêmico à Campus Party. **UOL Tecnologia**, 15 fev. 2008. Disponível em: <https://tecnologia.uol.com.br/ultnot/2008/02/15/campus_party_john_madog_hall_steve_johnson.jhtm>. Acesso em: 5 mar. 2020.

NORMANDO, P. et al. O mito da neutralidade da ciência. In: Simpósio Teoria Crítica da Tecnologia, Brasília, UnB, 2013.

O'DONNELL, M.A.; WONG, W. W. Y.; BACH, J. (ed.). **Learning from Shenzhen: China's Post-Mao Experiment from Special Zone to Model City**. Chicago: University of Chicago Press, 2017.

OLIVEIRA, G.L. Sensazione: estímulos sua percepção. In: **Leonardo da Vinci, discípulo da experiência**, 2017. Disponível em: <<http://leonardodavinci.cc/sensazione-estimule-sua-percepcao/>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

OLBRICH, S. et al. Inclusive Design in IS: Why Diversity Matters. **CAIS Journal**, vol. 37, 2015. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/5c63/20576c923c04f50bceae8d54f48cb47a6a51.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

OXMAN, N. Age of Entanglement. 2016. Disponível em: <<https://jods.mitpress.mit.edu/pub/AgeOfEntanglement>>. Acesso em: 3 mar. 2020.

PEPPLER, K.; BENDER, S. Maker Movement Spreads Innovation: One Project at a Time. 2013. Disponível em: <

https://www.researchgate.net/publication/262261443_Maker_Movement_Spreads_Innovation_One_Project_at_a_Time>. Acesso em: 20 mar. 2020.

PERRY, F. Crowdsourcing at Adidas: Be The Designer. Disponível em: <<https://digital.hbs.edu/platform-rctom/submission/crowdsourcing-at-adidas-be-the-designer>>. Acesso em: 13 mar. 2020.

Redação Olhar Digital. Reactable e palestra com Jon “Maddog” Hall agitam o Campus Party. **Olhar digital**, 14 fev. 2018. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/games-e-consoles/noticia/reactable-e-palestra-com-jon-%E2%80%9Cmaddog%E2%80%9D-hall-agitam-o-campus-party/5014>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

RIEDER, B.; SCHÄFER, M. T. Beyond Engineering: Software Design as Bridgeover the Culture/Technology Dichotomy. In: **Philosophy and Design: From Engineering to Architecture**. Springer Press, 2008.

ROTICH, J. Ushahidi: Empowering Citizens through Crowdsourcing and Digital Data Collection. **The journal of field actions**, Special Issue 16, 2017. Disponível em: <<https://journals.openedition.org/factsreports/4316>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

SANCHES, F. Pinball hacking and personal fabrication. 10 abr. 2010. Disponível em: <<http://jucablues.blogspot.com/2010/04/pinball-hacking-and-personal.html>>. Acesso em: 16 out. 2019.

SANDERS, M. **Becoming a Learner**: Realizing the Opportunity of Education. Institute for Communication & Leadership, 2012.

SANTAELLA, L.; CARDOSO, T. O desconcertante conceito de mediação técnica em Bruno Latour. **Matrizes**, vol. 9, n. 1, pp. 167-185, jan.-jun. 2015.

SAVAZONI, R. **A onda rosa-choque**: reflexões sobre redes, cultura e política contemporânea. Rio de Janeiro: Azougue, 2013.

SAVAZONI, R. **O comum entre nós**: da cultura digital à democracia do Século XXI. Rio de Janeiro: Sesc, 2018.

SILVA, R. B.; MERKLE, L. E. Perspectivas educacionais FabLearn: conceitos e práticas maker no Brasil. In: Fablearn Conference, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/308098069_Perspectivas_educacionais_FabLearn_conceitos_e_praticas_maker_no_Brasil>. Acesso em: 5 mar. 2020.

SIMS, D. How Apple and IBM Marketed the First Personal Computers. **The Atlantic**. 15 jun. 2015. Disponível em: <<https://www.theatlantic.com/entertainment/archive/2015/06/clear-the-kitchen-table-how-apple-and-ibm-marketed-the-first-personal-computers/396047/>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

SNOW, C. P. **As duas culturas**: e uma segunda leitura. São Paulo: Edusp, 1995.

SNOWDEN, E. **Eterna vigilância**: como montei e desvendi o maior sistema de espionagem do mundo. São Paulo: Planeta, 2019.

SOUZA, A. R. et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 33, n. 1, São Paulo, jan. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172011000100026&script=sci_arttext>. Acesso em: 13 mar. 2020.

STAPPERS, P.; GIACCARDI, E. Research through Design. **The Encyclopedia of Human-Computer Interaction**, 2nd Ed., Sem data. Disponível em: <<https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/research-through-design>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

STEVENS, H. Open Innovation in Shenzhen: An Interview with David Li. 20 ago. 2017. Disponível em: <<http://hallamstevens.org/index.php/2017/08/20/open-innovation-in-shenzhen-an-interview-with-david-li/>>. Acesso em: 4 jan. 2020.

SUMARES, G. Veja como eram as conexões de 'internet' em 1984. **Olhar digital**, 23 mar. 2016. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/noticia/veja-como-eram-as-conexoes-de-internet-em-1984/56480>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

TAGLIARI, A.; GALLO, H. O movimento inglês Arts And Crafts e a arquitetura norte-americana. In: III Encontro de História da Arte, Campinas, UNICAMP. Disponível em: <<https://www.ifch.unicamp.br/eha/atas/2007/TAGLIARI,%20Ana%20e%20GALLO,%20Haroldo.pdf>>. Acesso em: 4 jan. 2020.

THE USHAHIDI PLATAFORM. 10 years of innovation, 10 years of global impact: this is Ushahidi. 2018. Disponível em: <https://www.usahidi.com/uploads/case-studies/ImpactReport_2018.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2020.

TIGRE, P. B.; NORONHA, V. B. Do mainframe à nuvem: inovações, estrutura industrial e modelos de negócios nas tecnologias da informação e da comunicação. **Revista de Administração FEA-USP**, Volume 48, Issue 1, pp. 114-127, jan.-mar. 2013. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0080210716302709>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

VAN HOLM, E. What are Makerspaces, Hackerspaces, and Fab Labs?. 2014. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2548211>. Acesso em: 17 jan. 2020.

VERBEEK, P. P. Morality in Design: Design Ethics and the Morality of Technological Artifacts. In: **Philosophy and Design: From Engineering to Architecture**. Springer Press, 2008.

VIANNA, L. F. Embaixador do Festival CulturaDigital.Br, Gilberto Gil fala sobre o mundo digital. **O Globo**, Rio de Janeiro, 02 dezembro 2011. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/cultura/embaixador-do-festival-culturadigitalbr-gilberto-gil-fala-sobre-mundo-digital-3364506>>. Acesso em: 11 mar. 2020.

VIANNA, H. Inteligência artificial antropófaga. 2017. Disponível em: <<https://hermanovianna.wordpress.com/2017/10/21/inteligencia-artificial-antropofaga/>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

WATSON, A. D.; WATSON, G. H. Transitioning STEM to STEAM: Reformation of Engineering Education. **The Journal for Quality & Participation**, out. 2013. Disponível em: <https://www.academia.edu/8766909/Transitioning_STEM_to_STEAM_Reformation_of_Engineering_Education>. Acesso em: 14 mar. 2020.

YAKMAN, G.; LEE, H. Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. **J Korea Assoc. Sci. Edu**, Vol. 32, No. 6, pp. 1072-1086, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/263634773_Exploring_the_Exemplary_STEAM_Education_in_the_US_as_a_Practical_Educational_Framework_for_Korea>. Acesso em: 21 mar. 2020.