



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESIGN

Thaciana Caroline Belarmino Ferreira

**MULHERES NA FABRICAÇÃO DIGITAL: Uma discussão sobre o protagonismo
feminino e o Design em laboratórios universitários**

RECIFE

2022

Thaciana Caroline Belarmino Ferreira

MULHERES NA FABRICAÇÃO DIGITAL: Uma discussão sobre o protagonismo feminino e o Design em laboratórios universitários

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Design. Área de concentração: Planejamento e Contextualização de Artefatos.

Orientadora: Kátia Medeiros de Araújo
Coorientadora: Leticia Teixeira Mendes

RECIFE

2022

Catálogo na fonte
Bibliotecária Jéssica Pereira de Oliveira – CRB-4/2223

F383m Ferreira, Thaciana Caroline Belarmino
Mulheres na fabricação digital: uma discussão sobre o protagonismo feminino e o Design em laboratórios universitários / Thaciana Caroline Belarmino Ferreira. – Recife, 2022.
96f.: il.

Sob orientação de Kátia Medeiros de Araújo.
Sob coorientação de Letícia Teixeira Mendes.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Artes e Comunicação. Programa de Pós-Graduação em Design, 2022.

Inclui referências e apêndice.

1. Fabricação digital. 2. Mulheres. 3. Universidade. 4. Gênero. 5. Equidade. I. Araújo, Kátia Medeiros de (Orientação). II. Mendes, Letícia Teixeira (Coorientação). III. Título.

745.2 CDD (22. ed.) UFPE (CAC 2023-40)

Thaciana Caroline Belarmino Ferreira

MULHERES NA FABRICAÇÃO DIGITAL: Uma discussão sobre o protagonismo feminino e o Design em laboratórios universitários

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Design. Área de concentração: Planejamento e Contextualização de Artefatos.

Aprovada em: 27/07/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Kátia Medeiros de Araújo (Orientadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^a. Dr. Pedro Martins Aléssio (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Auta Luciana Laurentino (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Maria Grazia Cribari Cardoso (Examinadora Externa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedico este trabalho a meus pais, meus maiores incentivadores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre estar comigo e ter me dado saúde física e mental para realizar esse trabalho, mesmo quando fomos atravessados por uma pandemia sem precedentes.

Aos meus pais, Arlene Belarmino e Luiz Gomes, por terem lutado pela minha educação e que me apoiaram para que eu pudesse chegar até aqui, sem eles esse trabalho não seria possível.

Ao meu núcleo familiar, em especial Daniele Belarmino e Marina Lessa, que sempre me incentivaram e estiveram ao meu lado durante todo esse caminho.

A minha orientadora Prof^a. Kátia Araújo, que me acolheu nessa jornada desde o primeiro momento, acreditou na minha pesquisa e construiu comigo uma relação de carinho, disciplina e inspiração.

A minha co-orientadora Leticia Mendes, que me “adotou” academicamente desde a graduação e que vem estando sempre presente no meu percurso acadêmico, me servindo também como inspiração de profissional e pessoa.

Aos amigos que fiz nesse mestrado: Ma Nascimento, Giulia Zanella e Kaio Lima. Agradeço pelo companheirismo em cada etapa dessa pesquisa desde o primeiro dia de aula, e pela amizade que cultivamos fora da academia.

Aos meus amigos, que sempre torcem pelo meu sucesso em qualquer novo desafio.

Aos entrevistados por essa pesquisa, que aceitaram com carinho participar e compartilhar suas trajetórias e experiências inspiradoras.

Ao laboratório GREa que faz parte do meu percurso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da pesquisa.

“Escolher escrever é rejeitar o silêncio”. (ADICHIE, 2015).

RESUMO

Esse trabalho buscou trazer para o campo do Design & Tecnologia um debate sobre a perspectiva de gênero e a sub representação feminina nas áreas STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics*). Nesta dissertação, apresentamos uma discussão sobre o papel das mulheres dentro de redutos tecnológicos que utilizam a fabricação digital como ferramenta, sendo eles laboratórios universitários brasileiros. O objetivo central da pesquisa é projetar discussões sobre a perspectiva de gênero, design e tecnologia, através de uma análise das trajetórias de mulheres protagonistas que vivenciam laboratórios de fabricação digital em universidades brasileiras e dos projetos priorizados por essas unidades. Em relação à metodologia, a pesquisa tem abordagem qualitativa e a coleta de dados foi realizada através de entrevistas semi-estruturadas produzidas via remota, junto com coleta de material empírico complementar via internet. Na análise, iremos destacar o protagonismo das profissionais dentro dos laboratórios, o papel que desempenham na disseminação das tecnologias de fabricação digital e na reprodução do conhecimento tecnológico entre mulheres de diferentes regiões do Brasil. Ressaltamos também o aspecto do design no fazer tecnológico, na análise sobre o gendramento em dois projetos realizados pelo laboratório GREA 3D do Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal de Pernambuco.

Palavras-chave: fabricação digital; mulheres; universidade; gênero; equidade.

ABSTRACT

This work sought to bring to the Design & Technology field a debate about the gender perspective and the female underrepresentation in STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics) areas. In this dissertation, we present a discussion about the role of women within technological strongholds that use digital fabrication as a tool, being them Brazilian university laboratories. The central objective of the research is to project discussions about the perspective of gender, design, and technology, through an analysis of the trajectories of protagonist women who experience digital fabrication laboratories in Brazilian universities and the projects prioritized by these units. Regarding the methodology, the research has a qualitative approach and data collection was carried out through semi-structured interviews produced via remote, along with complementary empirical material collection via the internet. In the analysis, we will highlight the protagonism of female professionals within the laboratories, the role they play in disseminating digital fabrication technologies, and the reproduction of technological knowledge among women from different regions of Brazil. We will also highlight the design aspect in the technological making, in the analysis of the gendering in two projects carried out by the GREA 3D laboratory of the Department of Graphic Expression of the Federal University of Pernambuco.

Keywords: digital fabrication; women; university; gender; equity.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 -	Grupos de Pesquisa do CNPQ diretamente relacionados à Fabricação Digital quanto à presença de pelo menos 1 mulher na liderança.....	15
Imagem 2 -	Grupos de Pesquisa do CNPQ diretamente relacionados à Fabricação Digital quanto à presença exclusiva de mulheres na liderança.....	15
Imagem 3 -	Taxa de participação na força de trabalho entre pessoas com 15 anos ou mais por sexo entre 1995 - 2020.....	22
Imagem 4 -	Imagens de divulgação da Campanha Cada Impressão Conta para a produção de máscaras de proteção <i>Face Shield</i>	37
Imagem 5 -	Imagens de divulgação da Campanha Cada Impressão Conta para a produção de máscaras de proteção <i>Face Shield</i>	37
Imagem 6 -	O Homem Vitruviano de Leonardo Da Vinci e O Modulador de Le Corbusier.....	42
Imagem 7 -	O Modulador: Modelo de referência ao corpo humano desenvolvido pelo arquiteto modernista Le Corbusier.....	42
Imagem 8 -	Laboratório GRE3D localizado na UFPE, Recife.....	69
Imagem 9 -	Responsáveis pelo Projeto Hígia espalhados pelo Brasil.....	73
Imagem 10 -	Modelo de escudo facial Prusa <i>PRO Face Shield</i>	77
Imagem 11 -	Máscara do tipo <i>escudo facial</i> desenvolvida pelo Projeto Hígia.....	77

Imagem 12 -	Máscara do tipo <i>escudo facial</i> desenvolvida pelo Projeto Hígia.....	77
Imagem 13 -	Manual de montagem do escudo facial do Projeto Hígia.....	78
Imagem 14 -	Hastes produzidas pelo Projeto Hígia - PE.....	79
Imagem 15 -	Encontros do projeto no laboratório GREA 3D e gabarito sendo produzido no corte à laser.....	80
Imagem 16 -	Encontros do projeto no laboratório GREA 3D e gabarito sendo produzido no corte à laser.....	80
Imagem 17 -	Esboços em papel dos artefatos e réguas produzidas através do corte à laser.....	82
Imagem 18 -	Esboços em papel dos artefatos e réguas produzidas através do corte à laser.....	82

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.2	OBJETO DE ESTUDO E OBJETIVOS	16
1.2.1	Objetivo Geral	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
1.3	METODOLOGIA	17
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
2	O ESPAÇO QUE NOS FOI NEGADO	20
2.1	MULHERES E A ESFERA LABORAL: BREVE CONTEXTO	20
2.2	GAP DE GÊNERO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA & INOVAÇÃO E POLÍTICAS DE INCENTIVO	23
2.3	OS LABORATÓRIOS DE FABRICAÇÃO DIGITAL	30
2.4	REPENSANDO PRIORIDADES DE PESQUISA	38
3	AS TRAJETÓRIAS DAS PROTAGONISTAS E A CONSTRUÇÃO DA REDE DE CONHECIMENTO	44
3.1	A TRAJETÓRIA DA PESQUISA	44
3.2	TRAJETÓRIAS NA TECNOLOGIA E DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO	46
3.3	REDES DE APOIO	59
3.4	DESAFIOS E ESPERANÇAS	63
4	A VISÃO SOBRE O DESIGN NO LABORATÓRIO	67
4.1	O PAPEL DO LABORATÓRIO DE FABRICAÇÃO DIGITAL NA CONSOLIDAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE O TEMA	67
4.2	OS PROJETOS PRIORIZADOS PELO GRE3D	69
4.2.1	“A Fabricação Digital no combate à Covid-19”	72

4.2.2 “A arte manual e digital na produção de artefatos artesanais de Pernambuco”	79
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
REFERÊNCIAS	88
APÊNDICE A - PROTOCOLO DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA ...	94

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Ao longo dos tempos, as mulheres têm ocupado vários campos de luta em busca de seus direitos básicos, que lhe são constantemente negados até nos dias atuais, em diversos âmbitos como economia, cultura, tecnologia, política, saúde e educação. A área de tecnologia, em específico, tem representado uma visão prospectiva de independência financeira, ascensão na vida profissional e melhores salários, 86 dessa forma, as mulheres têm buscado seu espaço de legitimação dentro desse setor. A tecnologia, em si, e os estudos nessa área são saberes de cunho multidisciplinar, que criam um leque de possibilidades de conhecimento e aplicação.

Gil (2008) anuncia que a relação entre tecnologia e a sociedade é compreendida como uma rede que é construída mutuamente, ou seja, elas se influenciam e se moldam em conjunto reproduzindo valores e interesses. Conseqüentemente, como reflexo dos valores sexistas instaurados na sociedade, o campo da tecnologia é marcado pela sub-representação feminina, problema que se estende às áreas conhecidas pela sigla STEAM (do inglês *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), e que se aprofunda ainda mais quando levamos em consideração na história das mulheres marcadores como classe, raça e gênero.

A discriminação contra os segmentos mais vulneráveis da sociedade é uma questão significativa a ser discutida pois, no contexto tecnocientífico quem está por traz do fazer tecnociência moldará a produção do conhecimento sobre o tema e, por consequência, a produção de artefatos tecnológicos refletirá quem os produz. A partir disso, interpreta-se que a sociedade engendra o “como”, o “porquê”, assim como também define quem tem o poder do “fazer tecnológico” (DOYLE; FOREHAND; SENSKE, 2017). Em seu prefácio para o texto de Joan Rothschild no livro *Machina ex dea: Feminist perspectives on technology*, Ruth Hubbard (1983) discorre que:

A tecnologia é parte de nossa cultura; e, claro, nossa cultura, que é dominada pelos homens, tem desenvolvido tecnologias que reforçam a supremacia masculina. Isto pode ser mudado pelo fato das mulheres tornarem-se mais envolvidas com a tecnologia, não somente como usuárias, mas também como inventoras, produtoras e técnicas? [...] Somente na

extensão em que ganhamos controle do design e dos frutos do nosso trabalho. Mas esta é uma agenda revolucionária [...]. (HUBBARD, 1983, VII, tradução nossa¹).

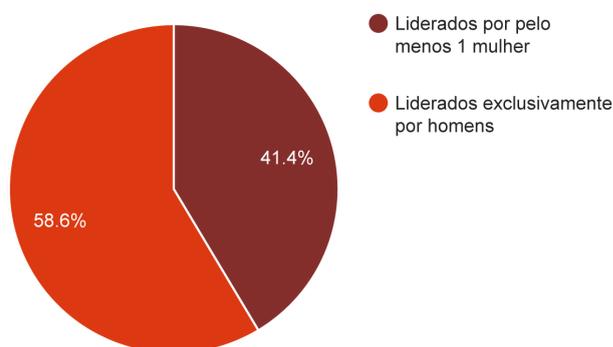
Esta agenda revolucionária a qual Hubbard se refere, em 1983, conta com muitas conquistas na história das mulheres atualmente, porém a necessidade de se levantar questionamentos e estratégias sobre o tema ainda persiste. Os dados que serão apresentados no próximo capítulo indicam que o percurso em direção a equidade de gênero ainda será longo. Aqui, ressaltamos a necessidade de se dar visibilidade à participação feminina nos redutos onde esta presença é menos cogitada (PERROT, 2007), como é o caso dos laboratórios de tecnologia. Lima (2017), enfatiza que a atuação das mulheres no campo da tecnologia é de extrema significância quando o objetivo é alcançar uma produção de saberes não-sexistas, não-etnocêntricos e antirracistas, e também para a construção de conhecimentos que atendam à sociedade geral de forma inclusiva e ética.

Ao realizar uma busca no site do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em 2022, a busca por grupos de pesquisas que contém o termo “fabricação digital” no nome do grupo, nome da linha de pesquisa e/ou palavra-chave, dentro da plataforma do Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil², aponta 29 grupos onde apenas 8 são chefiados exclusivamente por mulheres. E do total de grupos de pesquisa acadêmicos, 12 deles contém pelo menos uma mulher no cargo de liderança (Imagens 1 e 2).

¹Do original: Technology is part of our culture; and, of course, our culture, which is male dominated, has developed technologies that reinforce male supremacy. Can this be changed by women becoming more involved with technology -- not only as its users, but as its inventors, makers, and repairers? [...] Only to the extent that we gain control of the design and fruits of our labor. But that is a revolutionary agenda [...].

² http://dgp.cnpq.br/dgp/faces/consulta/consulta_parametrizada.jsf

Imagem 1 - Grupos de Pesquisa do CNPq diretamente relacionados à Fabricação Digital quanto à presença de pelo menos 1 mulher na liderança.



Fonte: A autora (2022).

Imagem 2 - Grupos de Pesquisa do CNPq diretamente relacionados à Fabricação Digital quanto à presença exclusiva de mulheres na liderança.



Fonte: A autora (2022).

Observa-se também que mais de 75% (22 de 29) dos grupos com pelo menos uma líder estão concentrados nas áreas de Design Industrial e Arquitetura e Urbanismo. Essa pesquisa permite inferir que, apesar de estar dentro do campo da tecnologia marcado pela sub-representação feminina, a fabricação digital tem sido, talvez mais que outros campos das tecnologias digitais, um campo que se mostra permeável à participação feminina.

Isto posto, os questionamentos e reivindicações sobre a ausência de representantes femininas em certas áreas de conhecimento (classificada como exclusão horizontal) e em cargos de prestígio (classificada como exclusão vertical) (LIMA, 2013) visam entender quais as barreiras enfrentadas pelas mulheres em suas trajetórias científicas, para que possam ser traçadas estratégias em busca da

diminuição da disparidade de gênero na área. A autora Betina Stefanello Lima (2013), em sua pesquisa sobre a trajetória das cientistas brasileiras na Física contempladas com bolsa de Produtividade em Pesquisa do CNPq, resume que:

Na área de gênero e ciências e estudos feministas, as/os pesquisadoras/es têm elencado como principais desafios: a) buscar as razões pelas quais há um pequeno quantitativo de mulheres em algumas áreas do conhecimento ou em posições de prestígio na carreira; b) apresentar os sexismos constituintes dos conhecimentos científicos produzidos; c) destacar as contribuições feministas para o conhecimento científico em diversas áreas; d) pesquisar e divulgar as histórias das mulheres nas ciências; e) denunciar o androcentrismo na forma de produzir conhecimento; f) propor uma crítica feminista à ciência ou, ainda, propor uma epistemologia feminista. (LIMA, 2013, p. 883).

Nessa perspectiva, pretende-se divulgar as análises sobre trajetórias de mulheres brasileiras protagonistas na área de fabricação digital, destacando a importância das suas contribuições na área e levando a discussão sobre equidade de gênero para o campo do Design.

1.2 OBJETO DE ESTUDO E OBJETIVOS

A pesquisa aborda a interação entre os campos do Design e Tecnologia, criando um recorte na área de Fabricação Digital. Para delinear a pesquisa que se encontra em um universo multidisciplinar marcado por unidades de laboratórios e espaços *maker* com características distintas, escolheu-se trabalhar destacando a ação e trajetórias de mulheres protagonistas da área que lideram laboratórios de fabricação digital em universidades públicas brasileiras.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo do trabalho é projetar discussões sobre a perspectiva de gênero no campo do design e tecnologia, por meio de uma análise das trajetórias de mulheres protagonistas que vivenciam laboratórios de fabricação digital em universidades brasileiras e dos projetos priorizados por essas unidades.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a. Contextualizar a criação dos laboratórios de fabricação digital nas universidades, abordando as temáticas pertinentes ao tema e delineando as condições históricas e sociais que permeiam as lutas pela equidade de gênero na tecnologia;
- b. Registrar e analisar as trajetórias das mulheres protagonistas dos laboratórios universitários de fabricação digital escolhidos no recorte da pesquisa;
- c. Discutir os projetos em destaque do laboratório Grupo de Experimentação em Artefatos 3D (GREA 3D) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), a partir da perspectiva de gênero, problematizando a visão sobre design mediante os projetos priorizados.

1.3 METODOLOGIA

Essa pesquisa de natureza qualitativa se desenvolveu em três fases: 1. Revisão bibliográfica sobre o tema; 2. Coleta de dados e 3. Análise de dados. Inicialmente, foi realizada uma revisão de literatura sobre fabricação digital, relações de gênero e poder e outros temas que permeiam o universo da dissertação, a fim de identificar as discussões sobre a problemática e a elaboração do estado da arte.

A etapa de coleta de dados foi dividida em duas estratégias: a) coleta através de dados disponíveis na internet; b) entrevistas semi-estruturadas. As entrevistas semi-estruturadas foram realizadas com profissionais que exercem protagonismo em três laboratórios de fabricação de universidades brasileiras (situadas nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste). O protocolo executado inclui três partes, sendo elas: “Trajetórias de mulheres na Tecnologia e disseminação de conhecimento”, “O papel dos laboratórios de fabricação digital na consolidação do conhecimento sobre o tema” e “Desafios e Esperanças”. Os entrevistados pertencem a diferentes gerações de docentes que trabalham envolvidos com as técnicas de fabricação digital dentro dos citados laboratórios universitários. As narrativas dos representantes dos laboratórios escolhidos neste estudo indicam que essas unidades são de algum modo legatárias, cada um a seu tempo, de conhecimentos sobre o tema acessados através do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (*MIT*) e que se enraizaram em regiões diferentes do Brasil. Essas falas também indicam uma forte conexão que se estabeleceu entre as protagonistas, criando uma rede de difusão de conhecimento e incentivo à atuação na área.

A princípio, no início do desenvolvimento deste trabalho, a metodologia escolhida contava com visita aos laboratórios escolhidos para estudo de caso com o objetivo de experienciar a vivência nesses espaços tecnológicos. Contudo, a pandemia do COVID-19 trouxe sérias implicações a nível global, dentre elas o distanciamento social, o que resultou numa reestruturação da metodologia da dissertação, para a qual tivemos que optar por uma coleta de dados baseada em entrevistas remotas.

Na fase de análise de dados foram exploradas as trajetórias dos entrevistados através de seus relatos orais. Em seguida, foram analisados os projetos priorizados pelo laboratório de fabricação digital GREA 3D da UFPE, levando-se em consideração aspectos como o gendramento dos projetos desenvolvidos e interesse social.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação foi estruturada em **5 capítulos**, sendo a introdução o primeiro deles. No **capítulo 2** buscamos trazer a fundamentação teórica da pesquisa, a partir do contexto da divisão sexual do trabalho, discutindo sobre a luta das mulheres no espaço laboral e o *gap* de gênero na área de Ciência, Tecnologia e Inovação - CT&I. Também apresentamos neste capítulo um breve contexto histórico dos laboratórios de fabricação digital e seu atual papel de destaque como ferramenta pedagógica nas universidades.

No **capítulo 3** apresentamos os dados empíricos da pesquisa, analisando as trajetórias profissionais de 6 docentes coordenadores de laboratórios de fabricação digital em 3 universidades brasileiras, e 3 alunas egressas do laboratório GREA 3D da Universidade Federal de Pernambuco. Os discursos desses agentes guiam a análise sobre o protagonismo feminino na fabricação digital e como se constitui a dinâmica de trabalho dentro desses redutos tecnológicos.

No **capítulo 4** foi desenvolvida uma análise sobre o aspecto de gendramento nos projetos priorizados pelo laboratório GREA 3D, da UFPE. Para isso, utilizamos as contribuições metodológicas da autora Londa Schiebinger (2014) sobre o método de análise de sexo e gênero na ciência e tecnologia. A partir dessa base teórica, foram discutidos o gendramento em dois projetos desenvolvidos pelo GREA 3D.

O **capítulo 5** refere-se a conclusão da dissertação, suas considerações finais, bem como expectativas de contribuição para os estudos de gênero, design e tecnologia, e também apresenta os desdobramentos futuros da pesquisa.

2 O ESPAÇO QUE NOS FOI NEGADO

Esse capítulo apresenta o contexto histórico que permeia a luta das mulheres pela equidade de gênero nos âmbitos laboral e educacional, e seus desdobramentos no campo da tecnologia. Intenciona-se, junto com dados e discussões trazidas por autores que se debruçaram sobre essas temáticas, compor um panorama que auxilie no entendimento da problemática da pesquisa.

2.1 MULHERES E A ESFERA LABORAL: BREVE CONTEXTO

O debate sobre a divisão sexual do trabalho relembra que historicamente a esfera laboral foi negada às mulheres (a qual lhes foi destinada a esfera reprodutiva) e atribuída aos homens (esfera produtiva) (ROMBACH, 2013). Kergoat (2001) categoriza essa segmentação em dois aspectos: o da separação e hierarquia. O primeiro refere-se ao pressuposto da existência de trabalhos de homens e trabalhos de mulher, já o segundo diz respeito à hierarquia que reforça que o trabalho de homem vale mais que o trabalho da mulher. Não é preciso buscar muito longe referências práticas para associar essa categorização no dia-a-dia contemporâneo, uma vez que, nós mulheres, ainda nos deparamos com diferenças salariais, dificuldade de acesso a cargos importantes e segregação em determinadas áreas de conhecimento, como exemplo as áreas STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics*).

As ondas de transformação do movimento feminista marcaram períodos de diferentes reivindicações pelos direitos das mulheres. A classificada como terceira fase, em um contexto histórico de crescente globalização mundial, era caracterizada pela intersecção entre o movimento político de luta feminina e centros de estudos na academia sobre mulher, gênero e feminismo (PONTES; DAMASCENO, 2017). A respeito do contexto do movimento feminista no Brasil, Pontes e Damasceno (2017) relembra que:

O feminismo no Brasil tem maior expressão a partir de 1970 com a criação de organizações sindicais a partir da defesa de duas bandeiras: a incorporação das mulheres no mundo do trabalho e a liberdade política no país. Nesse mesmo período consolidou-se a incorporação da perspectiva de gênero por políticas públicas (PONTES; DAMASCENO, 2017, p.02).

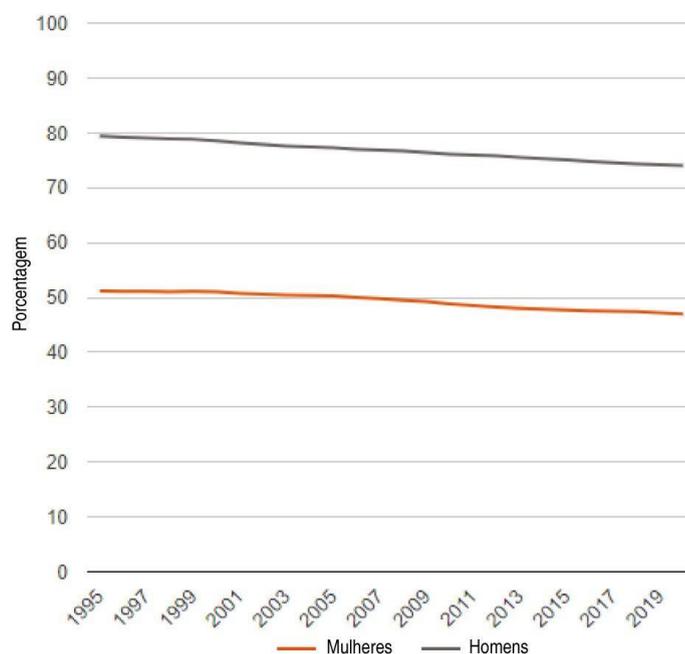
A autora Melina Rombach (2013) destaca que existe um consenso na literatura feminista crítica de que os aspectos de segmentação e hierarquia apresentados por Kergoat (2001) não são estáticos, ou seja, é visível e inegável que a condição feminina no espaço laboral teve avanços significativos porém, a distância entre homens e mulheres ainda persiste. Esse espaçamento entre os dois grupos é o fator que se apresenta como estável na história das mulheres.

O relatório *The World's Women 2020* apresenta tendências e estatísticas importantes sobre equidade de gênero e em específico, trazemos aqui dados sobre a situação de homens e mulheres na força de trabalho. A investigação aponta que em 2020, no mundo todo, a porcentagem de homens que participaram da força de trabalho (74%) foi disparadamente maior do que a das mulheres (47%), marcando uma diferença de 27 pontos percentuais (UNITED NATIONS, 2020). Os dados ressaltam que essa diferença global de gênero na participação da força laboral diminuiu apenas marginalmente nos últimos 25 anos, evidenciando que ainda temos uma grande estrada a seguir na busca pela equidade de gênero.

Observa-se que em todas as faixas etárias a participação masculina na força de trabalho é mais alta do que a feminina. A maior discrepância nesse número é justamente na idade ativa de trabalho, que compreende de 25 a 54 anos. A pesquisa ainda resalta que essa diferença permaneceu relativamente estável desde 1995 (UNITED NATIONS, 2020).

O gráfico abaixo (Imagem 3) aponta que entre 1995 e 2005, a taxa de participação feminina na força laboral manteve-se ligeiramente acima de 50% e diminuiu progressivamente para 47% em 2018, onde se projeta que permaneça em 2020. Já a taxa de participação da força de trabalho masculina diminuiu de 79% em 1995 para 74% em 2018 e deverá persistir nesse nível em 2020.

Imagem 3 - Taxa de participação na força de trabalho entre pessoas com 15 anos ou mais por sexo entre 1995 - 2020.



Fonte: Relatório World's Women (2020).

É importante observar que a pesquisa também salienta que a proporção de mulheres ativas na força de trabalho depende muito do tipo de configuração familiar em que está inserida. Em famílias unipessoais, 82% do público feminino em idade ativa participava da força laboral, enquanto em lares de casais essa porcentagem cai para 64%, diminuindo mais ainda quando se trata de mulheres em lares de casais com filhos marcando 48% da presença na força de trabalho (UNITED NATIONS, 2020). Em contrapartida, a porcentagem de participação masculina permaneceu intacta, fator que pode ser relacionado com a presença marcante do trabalho doméstico, ponto central quando se trata da articulação entre a vida profissional e familiar das mulheres.

Além da persistência da disparidade de gênero na taxa de participação na força de trabalho, outro fator, como a pandemia do COVID-19 e suas implicações, podem aumentar ainda mais essa distância entre os grupos no mercado de trabalho. A crise sanitária desencadeou uma distribuição desigual do trabalho doméstico e causou uma sobrecarga de cuidados não remunerados para as mulheres em seu núcleo familiar (UNITED NATIONS, 2020). Esses fatores sobre a pandemia e suas consequências poderão ser explorados melhor nos relatórios futuros.

De modo geral, a avaliação do relatório *The World's Women 2020* revela que globalmente a disparidade de gênero na participação da força de trabalho continua muito grande. E ainda assim, os dados que mostram a participação feminina na força de trabalho podem não garantir necessariamente que essas mulheres tenham acesso à renda por meio de trabalho apropriado. Os resultados para a porcentagem feminina na força laboral podem incluir desemprego, emprego informal, emprego não-remunerado, com salários mais baixos, com condições precárias, com acesso restrito a cargos de liderança (UNITED NATIONS, 2020).

Diante da situação delineada pelos dados apresentados, percebe-se que é preciso empenhar mais esforços na busca em direção à equidade de gênero em vários âmbitos. De acordo com Rombach (2013, p. 06), estando excluída a possibilidade de explicações a partir de determinismos biológicos, deve-se investigar: (1) como os mecanismos que geram as desigualdades operam na regulação das relações sociais; (2) quais são os procedimentos que os atualizam; (3) como sua reprodução-ressignificação ocorre no dia a dia.

2.2 GAP DE GÊNERO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA & INOVAÇÃO E POLÍTICAS DE INCENTIVO

No panorama do mercado de trabalho, a força feminina continua enfrentando diversas barreiras, como a desigualdade de remuneração (mesmo em relação a mulheres que atuam em cargos iguais aos dos homens), a dificuldade no acesso a determinados setores, além de barreiras como preconceito de gênero que juntas são conhecidas na comunidade científica como o fenômeno do Teto de Vidro ou *Glass Ceiling*, metáfora para fatores invisíveis que impedem a ascensão feminina a cargos de chefia e direção. Carneiro (2018) explica que:

O teto de vidro é um fenômeno social que a partir de barreiras culturais, organizacionais, familiares e individuais, dificulta o acesso de mulheres a posições de liderança, principalmente aos mais altos níveis na hierarquia organizacional. (CARNEIRO, 2018, p.7).

Os dados evidenciam que as dificuldades que acompanham as mulheres ao longo dos anos em seus contextos laborais, sobretudo na faixa das camadas médias, não podem ser atribuídas à falta de educação ou instrução para ocupar esses espaços. De fato, os estudos apontam que as mulheres são mais instruídas

do que os homens. Segundo os estudos sobre os indicadores sociais das mulheres no Brasil realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, entre os cidadãos com vinte e cinco anos ou mais, 40,4% dos homens não possuíam instrução ou obtinham apenas o ensino fundamental incompleto, enquanto 37,1% das mulheres apresentavam esse índice. Em relação ao ensino superior completo, a parcela de mulheres que possuem esse nível é de 19,4%, contra a proporção de 15,1% dos homens (PNAD Contínua, 2019).

É válido ressaltar que historicamente nem sempre foi desta forma. O boletim sobre Estatísticas de Gênero do IBGE (2021) recorda que o que acontece com a população entre sessenta e cinco anos ou mais é exatamente o oposto. O nível de instrução das mulheres era, tempos atrás, ligeiramente inferior ao dos homens, dado que reflete as limitações enfrentadas pelas mulheres no acesso à educação nas décadas anteriores. Também devemos destacar que o acesso à educação entre as mulheres acontece de forma desigual quando levados em consideração os recortes de classe e raça. As mulheres pobres e pretas aparecem nas ocupações mais baixas dos indicadores sociais, revelando outras faces da problemática.

Embora as mulheres ocupem a posição de mais instruídas no ensino superior, elas ainda se deparam com barreiras, muitas vezes invisíveis, em determinadas áreas de conhecimento, em especial as relacionadas com ciências exatas e setores de produção. É o caso das carreiras no setor de Ciência, Tecnologia & Inovação, que são marcadas pela sub-representação feminina, e conseqüentemente, vão perpetuando ambientes de trabalho hegemonicamente masculinos. O Censo da Educação Superior (2019) revela que as mulheres correspondiam a apenas 13,3% dos matriculados em curso superior de ensino na modalidade presencial na área de Computação, Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), e 21,6% em Engenharias e áreas afins. A proporção se inverte quando observamos os dados de matriculados em cursos associados a bem-estar e cuidado. Em 2019, no caso do curso de Serviço Social, por exemplo, a porcentagem de mulheres matriculadas alcançou a proporção de 88,3%.

Ainda sobre a educação superior, os dados revelam que a porcentagem de mulheres entre os concluintes do curso de graduação de Computação, Tecnologias da Informação e Comunicação atinge apenas 13,6%. Neste estudo, são consideradas dez grandes áreas de conhecimento, sendo o índice de mulheres concluintes dos cursos de TIC o menor dentre elas, seguido pela área de

Engenharia, Produção e Construção. Em contrapartida, a maior presença feminina nos concluintes dos cursos de graduação aparece nos cursos correlatos à área da Educação, com a proporção de 75,6%.

Embora representem números expressivos nos cursos de graduação relacionados à educação e no nível de instrução de curso superior completo, as mulheres ainda correspondem à minoria na proporção de docentes do nível superior de ensino brasileiro. Os estudos apontam que as mulheres representavam apenas 46,8% dos docentes das instituições de ensino superior brasileiras em 2019, destacando-se que essa porcentagem quase igualitária foi lentamente alcançada. (Censo de Educação Superior, 2019).

Lamentavelmente, os esforços em busca de uma sociedade mais igualitária e a diminuição do *gap* de gênero³ no âmbito sociopolítico econômico foram fortemente impactados pela pandemia do COVID-19 em 2020. A pesquisa *Global Gender Gap Report 2021* produzida pelo *World Economic Forum* (Fórum Econômico Mundial - FEM) revela que a crise sanitária produziu novas barreiras para a busca pela equidade de gênero na sociedade. A pesquisa indica que após a pandemia, a equidade entre homens e mulheres está ainda mais longe de ser alcançada, mesmo com a atuação significativa das mulheres na linha de frente no combate à pandemia do COVID-19 como trabalhadoras essenciais. Estima-se que serão necessários 135,6 anos para fechar a lacuna de gênero em todo o mundo, expectativa que nos relatórios dos anos anteriores alcançava a marca de 99,5 anos, antes dos impactos da pandemia. Segundo o estudo, o Brasil fechou 69,5% de sua lacuna de gênero, porém mesmo assim ocupou o 25º lugar entre os 26 países da América Latina que participaram da pesquisa. O relatório pontua que:

As estratégias de recuperação sensíveis ao gênero serão fundamentais para recuperar o terreno perdido em 2020, a fim de evitar cicatrizes a longo prazo no mercado de trabalho. Os líderes têm uma oportunidade sem precedentes de construir economias mais resilientes e com igualdade de gênero, investindo em locais de trabalho inclusivos, criando sistemas de cuidados mais equitativos, avançando a ascensão das mulheres a posições de liderança, aplicando uma lente de gênero para requalificação e

³ A palavra inglesa *gap* significa vão, abertura ou lacuna. A palavra também é aplicada como significado de diferença. A expressão “gap de gênero” é comumente utilizada para se referir a disparidade entre homens e mulheres.

redistribuição e incorporação da paridade de gênero no futuro do trabalho⁴ (*World Economic Forum*, 2021, p. 04).

Dentre os motivos que levaram à interrupção do processo em direção à paridade de gênero, o relatório aponta que os setores mais atingidos pelo confinamento, nas épocas mais críticas da pandemia, foram os setores onde as mulheres são mais frequentemente empregadas, gerando uma desaceleração econômica para o gênero. Associado a isso, as mulheres também foram sobrecarregadas com a necessidade de cuidar da família em casa, gerando uma pressão adicional nas emergências de saúde que a crise sanitária provocou. Esses fatores reabriram lacunas de gênero que já haviam sido fechadas, segundo o *Global Gender Gap Report* (*World Economic Forum*, 2021).

As tendências e resultados globais apresentados pelo estudo dividem as pesquisas em quatro âmbitos principais: 1. Empoderamento Político; 2. Participação Econômica e Oportunidade; 3. Nível Educacional; 4. Saúde e Sobrevivência. A investigação revela que a disparidade de gênero do Empoderamento Político continua sendo a maior entre as quatro lacunas, com a porcentagem de apenas 22% da lacuna encerrada até o presente momento. Em segundo lugar nas perspectivas mais problemáticas monitoradas pelo índice está a Participação Econômica e Oportunidade. De acordo com os resultados de 2021, apenas 58% da lacuna foi fechada e estima-se que levará mais 267,6 anos para se alcançar a equidade de gênero em sua totalidade.

O relatório ressalta que a evolução demorada na lacuna de Participação Econômica e Oportunidade é reflexo da ação de dois fatores opostos. Por um lado, a proporção de mulheres entre os profissionais qualificados continua a aumentar, e em contrapartida, existe uma falta persistente de mulheres ocupando cargos de poder e liderança, com números que apontam as mulheres representando apenas 27% de todas as posições de gerente (*World Economic Forum*, 2021). Essas ponderações evidenciam que ainda temos um longo e árduo trabalho pela frente na busca pela equidade. Além disso, esses dados ainda não exibem em totalidade os impactos

⁴ Do original: "Gender-sensitive recovery strategies will be critical in making up ground lost during 2020 to prevent long-term scarring in the labour market. Leaders have an unprecedented opportunity to build more resilient and gender-equal economies by investing in inclusive workplaces, creating more equitable care systems, advancing women's rise to leadership positions, applying a gender lens to reskilling and redeployment and embedding gender parity into the future of work." (*World Economic Forum*, 2021).

causados pela pandemia do COVID-19, informações que serão reveladas nos relatórios dos próximos anos.

Diante do cenário pandêmico, onde a crise sanitária reforçou a distância salarial entre gêneros em 2020 e aumentou o desemprego entre as mulheres, cabe ressaltar que o desemprego na esfera feminina agrava a vulnerabilidade socioeconômica dessa parcela da população, e pode trazer consequências como o aumento da violência sexual e doméstica (IBGE, 2021). Aqui, enxergamos o empoderamento tecnológico como ferramenta social para trazer independência para as mulheres, já que a apropriação de ferramentas tecnológicas por indivíduos (inclusive de ambos os sexos e de todas as categorias de autodefinição de gênero) nos parece uma condição bastante importante para uma inclusão efetiva e igualitária no mundo laboral atual. Por isso se ressalta a importância de estimular a inserção feminina em carreiras tecnológicas e científicas.

A autora Clevi Elena Rapkiewicz (1998), em sua pesquisa sobre as mulheres na informática no setor financeiro a partir de dados do mercado de trabalho formal brasileiro de 1956 a 1997, aponta que certas características viraram praticamente clichês no cenário laboral feminino no contexto de sua pesquisa, na década de 1990. Ela discorre:

As mulheres ganham menos, têm mais dificuldade de acesso a postos de chefia e responsabilidade, trabalham em setores da economia menos valorizados, ocupam os postos de trabalho que demandam menos qualificação. No entanto, modificações podem ser observadas, seja no sentido de que certas oportunidades se abrem, seja através de novas formas de manifestação das diferenças. (RAPKIEWICZ, 1998, p. 175).

É importante perceber que todos os aspectos citados pela autora ainda são pertinentes na vida das mulheres, mesmo duas décadas depois. Diante disso, a reflexão trazida é que ainda há um longo caminho a ser percorrido e este debate ainda é pertinente e deve ser incentivado. Apesar dos inúmeros desafios, os esforços na intenção de incentivar mudanças nesse contexto hoje são mais presentes e expressivos. Nas últimas décadas, essas discussões têm levado à criação de projetos, programas governamentais e secretarias ministeriais encarregadas de criar políticas para as mulheres e outros grupos minoritários, que reafirmam sua cidadania e conferem seu papel como agente político e social (MACÊDO et al., 2014). Refletindo sobre as políticas públicas no Brasil voltadas

para as questões de gênero (especialmente as destinadas às mulheres), Macêdo et al. (2014) afirmam que:

Para responder a esse conjunto de questões surge o papel do Estado intervencionista como mediador da contradição capital/trabalho, por meio das chamadas estratégias estatais como respostas aos problemas sociais. Surgem então as políticas públicas, ora com propostas mais universalistas, ora mais focalistas, para atender às demandas e os descontentamentos da dívida social impostas pelo capitalismo e a financeirização da vida. (MACÊDO et al., 2014, p.15).

É válido ressaltar também a necessidade do reconhecimento de que essas ações e definições não são neutras no que diz respeito ao gênero e têm impactos diferenciados em homens e mulheres. A conexão das políticas públicas com a perspectiva de gênero é uma articulação consideravelmente recente, e um dos maiores desafios das políticas públicas que visam melhorar a problemática é entender a transversalidade de gênero.

O conceito de transversalidade é uma tradução de “*gender mainstreaming*”, adotada pelas Nações Unidas na Plataforma de Ação da IV Conferência Mundial das Mulheres realizada em Beijing, China, 1995. Este conceito tem sofrido transformações, e no Brasil, é utilizado com vistas a garantir a incorporação da melhoria do status das mulheres em todas as dimensões da sociedade – econômica, política, cultural e social, com repercussões nas esferas jurídicas e administrativas, incidindo em mudanças imediatas relativas à remuneração, acesso à segurança social, acesso à educação e saúde, a partilha de responsabilidades profissionais e familiares e a busca de paridade nos processos de decisão. (BRASIL, 2012, p. 08).

Enquanto essa característica não for levada em consideração na elaboração dos planos e ações, não se estará obtendo êxito no combate às disparidades de gênero na sociedade (BANDEIRA; ALMEIDA, 2004). Além disso, Macêdo et al (2014) alertam que é necessário acrescentar ao debate o questionamento de que no Brasil existe um abismo entre as diretrizes e princípios das políticas públicas e o que acontece no campo prático. Esse abismo deve ser combatido com a educação, sendo esta o agente capaz de mudar esse cenário.

Na história das mulheres, os movimentos feministas tiveram um papel primordial nas décadas de 80 e 90 no desenvolvimento das políticas públicas. Pontes e Damasceno (2017) explicitam que neste momento, essas movimentações inseriram a questão de gênero no debate sobre o direito das mulheres e articularam políticas públicas nos diversos âmbitos sociais, como saúde, educação, trabalho,

entre outros. Essas ações trouxeram visibilidade para a causa feminista, garantia de direitos e mais autonomia para as mulheres nos espaços públicos e privados da sociedade brasileira (PONTES; DAMASCENO, 2017).

As autoras também destacam a importância das conquistas e contribuições para a luta das mulheres trazidas pelo governo Lula (2003-2010) e Dilma Rousseff (2011-2014 e 2015-2016) no Brasil. Durante sua gestão em 2003, o presidente Lula criou a Secretaria de Políticas para as Mulheres (SPM) através da Lei 10.683, criada com o objetivo de extinguir todas as formas de desigualdades herdadas de uma sociedade patriarcal excludente que afeta as mulheres. Em 2010, a SPM se transformou em ministério, por intermédio da Lei nº 12.314, art.22 (BRASIL, 2019).

O Governo Federal junto com a SPM e o Conselho Nacional dos Direitos da Mulher realizou a I Conferência Nacional de Políticas para as Mulheres em 2004. Essa conferência promoveu discussões em todo o Brasil sobre políticas públicas para as mulheres e as diretrizes traçadas deram origem ao primeiro Plano Nacional de Políticas para as Mulheres. É notório que a criação da SPM estimulou o debate e ações sobre as políticas de gênero no campo educacional (PONTES; DAMASCENO, 2017). Mesmo que a realização dessas políticas seja responsabilidade do MEC, é considerável o empenho da SPM em desenvolver projetos específicos, como o *Programa Mulher e Ciência*. A iniciativa foi lançada em 2005 em parceria com o CNPq, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o Ministério da Educação (MEC), com o objetivo de incentivar a produção científica e o debate sobre relações de gênero no país, estimulando a participação feminina nas carreiras acadêmicas e científicas (BRASIL, 2021a).

Uma iniciativa significativa no contexto de estímulo à apropriação tecnológica, embora não tenha caráter de gendramento e não seja voltada apenas para mulheres, é o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Médio e Emprego - PRONATEC. Criado pelo Governo Federal em 2011, no mandato da presidente Dilma Rousseff através da Lei n.º 12.513, o Pronatec teve por objetivo geral expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica - EPT, por intermédio de ações, projetos e programas de assistência técnica e financeira (MEC, 2022). As ofertas dos cursos do Pronatec estavam voltadas para estudantes do ensino médio da rede pública de ensino, trabalhadores, beneficiários dos programas federais de transferência de renda e estudantes que tenham cursado o ensino médio completo na rede pública. No período em que o

programa esteve vigente, durante os cursos, os estudantes receberam o material didático e suas despesas com transporte e alimentação foram custeadas pelo programa. Apesar do Governo Federal não declarar propriamente o fim do Pronatec, a iniciativa foi descontinuada em 2016 pelo Governo Temer e cedeu espaço para o lançamento do Médiotec, marcando o início de uma intensa reforma no ensino médio (MORETTI, 2020).

Uma iniciativa recente válida de ressaltar é o Edital Cientistas Inovadoras 2022 da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) junto com a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Pernambuco (SECTI). O edital ressalta que embora tenham acontecido avanços no protagonismo feminino nas esferas sociocultural e econômica da sociedade, a população feminina continua enfrentando dificuldades em termos de oportunidades e renda. O objetivo da chamada é promover e fortalecer a participação das mulheres na concepção de ideias inovadoras com o foco na redução das disparidades de gênero, no intuito de produzir conhecimento e ações de impacto social que possam beneficiar a vida das mulheres pernambucanas (FACEPE, 2022).

Apesar de todo o desmonte na educação que vivenciamos nos últimos anos e dos fatos assinalados na pesquisa anteriormente citada sobre a situação pós-pandêmica (Global Gender Gap Report - World Economic Forum, 2021), há mudanças ocorrendo no cenário da inclusão feminina dentro e fora do grande campo da ciência, como a intenção do edital da FACEPE. Apesar dessas iniciativas ainda serem relativamente poucas diante do tamanho da problemática, consideramos que o cenário revelado por essa pesquisa é esperançoso, pois mostra o empenho feminino em, além de protagonizar ações na área, incentivar e inserir outras meninas na carreira tecnológica. Dentro do grande campo da Ciência, Tecnologia e Inovação, destacamos que os laboratórios tecnológicos universitários estão exercendo um papel importante como veículos de incentivo à apropriação tecnológica, interesse pela área e transformação social.

2.3 OS LABORATÓRIOS DE FABRICAÇÃO DIGITAL

O termo “fabricação digital” é comumente utilizado para se referir a processos que utilizam as ferramentas controladas por computador que são descendentes dos moinhos controlados numericamente de 1952 do Instituto de Tecnologia de Massachusetts - MIT (GERSHENFELD, 2012). Segundo a autora Flávia Ballerini

(2018, p.116), que reflete a partir da área de conhecimento de Arquitetura e Urbanismo, a fabricação digital é “o resultado da integração do design e da produção industrial, através das técnicas de informação e de comunicação digital”, sendo caracterizada pelo controle digital do processo de produção e design de artefatos. O professor Neil Gershenfeld (2012) explica:

A fabricação digital consiste em muito mais do que a impressão 3D. Isto é um conjunto em evolução de recursos para transformar dados em coisas e coisas em dados. Muitos anos de pesquisa restam para completar esta visão, mas a revolução já está bem encaminhada⁵ (GERSHENFELD, 2012, p. 57).

O desenvolvimento da fabricação digital, desde seu princípio, foi significativamente marcado pela contribuição de recursos estatais e financiamento público em núcleos de pesquisa como a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), *National Science Foundation* (NSF), o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), entre outros (BALLERINI, 2018). Sobre esse contexto, como mostra Nascimento e Pólvora (2018), a origem dos laboratórios de fabricação digital pode ser apontada em 2005 onde foi criado no Centro para Bits e Átomos do MIT o primeiro *Fab Lab* (do inglês *Fabrication Laboratories*, que significa Laboratórios de Fabricação), em Massachusetts nos Estados Unidos. Na proposta do professor Neil Gershenfeld, esses laboratórios tinham por objetivo funcionar como uma ferramenta pedagógica para auxiliar pessoas comuns a resolverem seus próprios problemas. Atualmente essa rede de laboratórios se disseminou em diversas partes do mundo, inclusive o Brasil.

Segundo a *Fab Foundation* (2020), um *Fab Lab* é um ambiente utilizado para a educação, inovação e expressão pessoal, onde se pode criar, brincar e aprender, tendo-se oportunidade de manipular uma diversidade permeada por materiais e tecnologia avançada. Gershenfeld (2012) complementa afirmando que a verdadeira virtude de um *Fab Lab* não é a técnica em si, mas sim o viés social. Segundo ele, as pessoas criativas que impulsionam essa rede de compartilhamento de conhecimento têm em comum a característica de não serem bons em seguir regras. Isso porque para criar, inventar e exercer sua criatividade, as pessoas precisam questionar suposições. E nesses ambientes tecnológicos essas pessoas encontrarão um

⁵ Do original: “Digital fabrication consists of much more than 3D printing. It is an evolving suite of capabilities to turn data into things and things into data. Many years of research remain to complete this vision, but the revolution is already well under way”.

ambiente que estimula a criação aberto à experimentação. O autor ressalta que “ao trazer ambientes acolhedores aos inovadores onde quer que estejam, esta revolução digital tornará possível aproveitar uma fração maior da inteligência do planeta”⁶ (GERSHENFELD, 2012, p. 57, tradução nossa).

Os laboratórios que atuam utilizando o maquinário de fabricação digital compartilham a filosofia do “fazer quase tudo” onde o objetivo é promover esse espaço colaborativo de criação, empoderamento e democratização do acesso à tecnologia (HERRERA; CAYCHO; VALENZUELA, 2021). Essa filosofia está diretamente ligada à ideologia do movimento *maker*, movimento este que se entrelaça com a história da fabricação digital em diversos contextos.

A cultura *maker* criou uma comunidade de pessoas de diferentes áreas que são considerados agentes da vanguarda da criação, experimentação e distribuição de soluções tecnológicas que terminam impactando setores como a economia e a educação. Uma característica marcante desse movimento é o apelo pela colaboração e disseminação de ideias e conhecimento, aspecto que também é reconhecido nos laboratórios de fabricação digital. Com ênfase em colocar as “mãos na massa” promovendo a ideia do *faça-você-mesmo*, essa comunidade abrange engenheiros, arquitetos, designers, professores, artesãos, cientistas, artistas, dentre outros perfis sem distinção de idade ou origem (LIMA; FERREIRA; ARAÚJO, 2020).

Os autores Nascimento e Pólvora (2018) ressaltam que através do ato de “fazer” se consegue uma melhor compreensão dos espaços que habitamos e de como podemos transformá-los por meio das habilidades tecnológicas aprendidas, criação de artefatos e do aspecto da inovação. O próprio nome do movimento traz o verbo “*make*” do inglês que significa “fazer”. Halverson e Sheridan (2014) apontam essa prática do “fazer” como parte intrínseca da identidade do ser humano, pois segundo eles, não importa onde estamos ou qual sejam as nossas metas sempre estamos fazendo algo. Dessa maneira, o movimento *maker* fica marcado sobre ser mais sobre as pessoas em si que integram a comunidade, do que sobre onde estão sendo feitos os artefatos e experimentações e como ocorrem. Acerca dos tipos de ambientes tecnológicos que existem espalhados pelo mundo, Silva e Souza (2020) enfatizam que:

⁶ Do original: “By bringing welcoming environments to innovators wherever they are, this digital revolution will make it possible to harness a larger fraction of the planet’s brainpower”.

Cada um destes espaços independentes possui regras, serviços e logística próprios. As tipologias de ambientes *maker* se diferenciam em função de suas propostas [...]. Entretanto, *Fab Labs* são *makerspaces* que possuem regras de funcionamento, principalmente de equipamento básico para sua operação, gestão e abertura ao público, em conformidade com as propostas do MIT e de sua rede global. (SILVA; SOUZA, 2020, p.06).

A caracterização de um espaço tecnológico como *Fab Lab* se tornou praticamente uma chancela, que possui uma série de protocolos a serem cumpridos. Assim sendo, existem laboratórios presentes em universidades brasileiras que manipulam o maquinário de fabricação digital e que carregam o título de *Fab Lab*, como o Laboratório de Prototipagem e Novas Tecnologias Orientadas ao 3D - PRONTO 3D, localizado na Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC em Florianópolis, enquanto outros laboratórios universitários não se configuram com essas características específicas.

Os laboratórios universitários que trabalham com tecnologia e manipulam ferramentas de produção digital têm surgido em diversos centros acadêmicos. Hoje, esses equipamentos estão espalhados pelas universidades públicas e também pela iniciativa privada. Esses espaços têm desenvolvido o papel de ferramentas pedagógicas multidisciplinares, que estão sendo utilizadas para incrementar a formação de universitários de diversas áreas, desde engenharias e medicina como também artes, design e biologia. Destaca-se assim a grande potencialidade das técnicas de fabricação digital de serem empregadas e articuladas em todos os campos de conhecimento (BALLERINI, 2018).

O estudo trazido por Herrera et al. (2015), que pesquisaram mais especificamente sobre fabricação digital através de um mapeamento de laboratórios de fabricação digital orientados para arquitetura e urbanismo na América do Sul, aponta o surgimento das primeiras instalações no início dos anos 2000. De lá para cá, tem-se vivido um cenário de expansão através de instituições de ensino e pesquisa e iniciativas independentes. Herrera et al. (2015) caracterizam esse movimento de acordo com três perspectivas relevantes: aspectos econômicos, acadêmicos e culturais. Na dimensão econômica, esse processo foi marcado por um primeiro momento onde o equipamento de fabricação digital tinha um custo elevado, fazendo com que a indústria pesada e apenas instituições de pesquisa com capital para tal pudessem investir nesse maquinário. Em um segundo momento, os preços desses equipamentos baixaram e foram surgindo laboratórios menores, equipados

com máquinas menores e concentrados em design de produto. Atualmente, os autores apontam que a disseminação tem ocorrido de forma considerável nos usuários domésticos, graças à redução dos preços maquinário e sua maior oferta e também da popularização das técnicas de manufatura aditiva, mais especificamente as impressoras 3D (HERRERA et al., 2015).

A presença dos laboratórios na vida acadêmica dos jovens vêm incentivando a apropriação tecnológica dessas novas ferramentas de produção digital e despertando o interesse pela carreira na área. A introdução dessas tecnologias nos cursos de graduação vêm criando uma formação acadêmica diferenciada das gerações anteriores que tinham que buscar outras oportunidades, geralmente fora do currículo dos cursos, para obter esse conhecimento sobre fabricação digital. Ballerini (2018, p.115) ressalta que este movimento articulado no ensino, na pesquisa e na extensão funciona como “uma interface para o compartilhamento, tanto em níveis locais, entre escolas e universidades, como também em níveis mundiais; para que esta tecnologia seja pensada de forma democratizante [...]”.

Com a fabricação digital, observa-se uma mudança de paradigmas na prática projetual da arquitetura e, estendemos essa reflexão também para o campo do design, promovendo-se um movimento de proximidade no relacionamento entre o arquiteto e o designer com a produção e materialidade dos artefatos, através da aproximação do maquinário de fabricação digital como equipamentos de controle numérico, impressoras 3D e máquinas de corte a laser. Para a autora, essa mudança de paradigma exprime uma “busca por novos modelos pedagógicos, procurando aproximar-se do fazer e da artesanaria, da criação e da materialidade” [...] (BALLERINI, 2018, p.115). A prática dos campos de arquitetura e design na Era Pós-Digital já vêm integrando o profissional contemporâneo em equipes multidisciplinares de projeto, que envolvem profissionais de diversas áreas, e um relacionamento cada vez mais próximo com programadores e computação.

Assim como outros redutos tecnológicos, os laboratórios de tecnologia que operam técnicas de fabricação digital estão inseridos dentro da grande área de STEAM - *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*, conhecida pela sub-representação das mulheres. Em seus estudos sobre a presença das mulheres na comunidade dos *Fab Labs*, Herrera, Caycho e Valenzuela (2021) apontam que embora esses espaços tenham sido criados por homens, encontramos hoje

mulheres ocupando os cargos de liderança nesses ecossistemas. Elas, por sua vez, não apenas conduzem o sistema organizacional desses ambientes como também trabalham para o empoderamento de outras meninas e mulheres da área. Esse é o foco deste trabalho; destacar a atuação das protagonistas de laboratórios universitários que vêm trabalhando na expansão da rede de conhecimento sobre a fabricação digital.

Apesar da escassez feminina nesse setor, revelada por estudos e estatísticas da área, as mulheres têm se destacado na atuação na área de fabricação digital. Herrera, Caycho e Valenzuela (2021) constatam, em pesquisa de abordagem quantitativa, que o número de mulheres entre os graduados, no intervalo entre 2008 a 2021, no *Fab Academy*⁷ é escasso. Apesar disso, a presença feminina nas publicações científicas sobre o ecossistema do *Fab Lab*, entre os anos de 2012 a 2019, chega a quase 50% do total. Os autores também mencionam a presença do trabalho das mulheres na autoria de livros importantes sobre este universo tecnológico, como “*Makeology: Makerspaces as Learning Environment*” de Kylie Peppler, Erica Rosenfeld e Yasmin B. Kafai (2016), e o livro “*Makers, Crafters, Educators*” das autoras Elizabeth Garber, Lisa Hochtritt e Manisha Sharma (2019).

Dessa forma, esses dados evidenciam que o número de mulheres na fabricação digital vem crescendo e que essas têm se importado e dedicado esforços para contribuir com esse ecossistema, produzindo, criando, compartilhando e disseminando conhecimento sobre a área.

É interessante observar que a fabricação digital é uma área de conhecimento emergente, e a produção de textos científicos sobre o tema não é tão vasto quanto o de outras áreas consolidadas a mais tempo. Herrera, Caycho e Valenzuela (2021) argumentam que a produção de redação científica sobre *Fab Lab* e tecnologia pode ser pequena também por conta do trabalho prático, que excede o tempo que sobra para escrita. Ou seja, pelo próprio estilo de práticas que predominam nesses laboratórios. Os *Fab Labs*, espaços *Maker* e Laboratórios de fabricação digital têm como premissa a valorização da prática e experimentações, tendo, por consequência, um fluxo menor de trabalhos escritos.

⁷ *Fab Academy* é um Programa de Fabricação Digital dirigido por Neil Gershenfeld do Centro de Bits e Átomos do MIT. A iniciativa se espalhou para Fab Labs em todo o mundo e fornece instruções avançadas de fabricação digital para os alunos por meio de um currículo prático exclusivo e acesso a ferramentas e recursos tecnológicos (FAB ACADEMY, 2022).

Com o viés prático dos laboratórios e a rede de compartilhamento de conhecimento voltado para o coletivo, os profissionais da área têm trabalhado para tornar essas tecnologias cada vez mais acessíveis a todos e isto pode ser notado na rede de colaboração montada pelos profissionais da área que uniu esforços para o combate à pandemia do COVID-19. A crise sanitária mundial gerou uma demanda não planejada por equipamentos de proteção individual - EPI's, válvulas, respiradores, e outros artefatos específicos para a proteção de profissionais que trabalharam na linha de frente e pacientes. Essa demanda cresceu de forma exponencial à medida que a situação pandêmica mundial foi se agravando e dessa forma, a indústria não pôde suprir a procura por máscaras e respiradores no tempo desejado.

Com a falta desses equipamentos no mercado em meados de 2020, designers, civis e profissionais de outras áreas se mobilizaram para a produção emergencial de artefatos como máscaras de proteção do tipo *Face Shield* e válvulas para respiradores utilizando as técnicas de fabricação digital, com destaque para o uso da impressão 3D e cortadora a laser. Nas iniciativas de combate à pandemia promovidas pelo Movimento *Maker*, que envolveram o desenvolvimento de protótipos de diversos artefatos utilizados para a redução do contágio, mitigação dos danos aos pacientes e práticas hospitalares, qualquer pessoa que tivesse uma impressora 3D poderia ajudar. Através dessas iniciativas e do significativo número de pessoas civis participando, pôde-se perceber que o acesso à impressora 3D tem se popularizado bastante.

Destacamos que a atuação dos laboratórios universitários no combate à maior crise sanitária mundial contemporânea foi significativa. Esses espaços tecnológicos desviaram seus caminhos, antes voltados a atender apenas às necessidades pedagógicas vinculadas às instituições de ensino, dedicando seus esforços à demanda social que se fez premente: a produção de *Face Shields*, compostos por peça de suporte produzida através de impressão 3D, e viseiras de PETG⁸, fabricadas com corte a laser. Assim, colaboraram não só no desenvolvimento de projetos, mas também na produção, e distribuição em considerável escala, de escudos faciais e de outros artefatos da mesma categoria (Imagens 4 e 5).

⁸ O Polietileno Tereftalato Glicol (PETG) é um termoplástico derivado do PET utilizado na impressão 3D que permite a produção de peças mais resistentes e duráveis.

Imagem 4 - Imagem de divulgação da Campanha Cada Impressão Conta para a produção de máscaras de proteção *Face Shield*.



Imagem 5 - Imagem de divulgação da Campanha Cada Impressão Conta para a produção de máscaras de proteção *Face Shield*.



Fonte: Instagram Cada Impressão Conta PE (2020).

O projeto *Cada Impressão Conta* começou na Bahia, mas logo ganhou a contribuição de institutos de diversas partes do Brasil. Coordenada pela e-NABLE⁹ Brasil, a campanha confeccionou as citadas máscaras do tipo *Face Shield* produzidas através da fabricação digital, que foram doadas para variadas instituições de saúde (e-NABLE, 2022). Em Pernambuco, uma lista vasta de empresas e instituições participaram da movimentação, dentre elas o *Fab Lab* Recife, a Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), a Secretaria do Meio Ambiente, a Secretaria de Saúde do Estado de Pernambuco e diversos laboratórios privados de impressão 3D. Outra iniciativa de combate à pandemia do COVID-19, protagonizada pelo Laboratório Grupo de Experimentos em Artefatos 3D, será analisada mais à frente, no capítulo 4 desta dissertação.

Pensando em um futuro próximo, as tendências revelam que no cenário dos laboratórios da América do Sul, o caminho será em direção à integração dos braços robóticos no dia-a-dia desses laboratórios. Esses equipamentos já vêm sendo inseridos e experimentados em algumas universidades brasileiras e a intenção é que eles substituirão máquinas como a fresadora CNC, por sua maior flexibilidade e provável redução de custo (HERRERA et al., 2015).

⁹ A e-NABLE é uma rede de voluntários dedicados a desenhar, imprimir, montar e distribuir próteses feitas em impressoras 3D para crianças e adultos com deficiência em membros superiores que trabalham em parceria com profissionais de saúde (e-NABLE, 2022).

2.4 REPENSANDO PRIORIDADES DE PESQUISA

Ao falar sobre design e tecnologia é importante ressaltar a multidisciplinariedade desses dois campos do saber. O design se envolve com diversas áreas de conhecimento e se associa com a tecnologia principalmente na busca por uma solução dos problemas trazidos pelo projeto. Assim, os aparatos tecnológicos vêm contribuindo tanto no processo de desenvolvimento, representação e estudo de projeto quanto na produção material final. Para Cunha (2019), deve-se avançar nas pesquisas no sentido de compreender melhor como design e criatividade atuam sob e sobre determinado contexto; no caso, a autora se refere especificamente à produção material viabilizada por espaços de acesso às tecnologias para fabricação digital.

Em sua tese sobre o raciocínio visual e as heurísticas da materialidade nos laboratórios de fabricação digital Pronto 3D, a autora Aura Celeste reflete sobre o ato de criar e produzir design no século XXI, destacando que:

Os ambientes computacionais para criar e produzir artefatos de design são vistos como espaços de solução para lidar com a complexidade inerente ao projeto, uma vez que nos permite utilizar técnicas e tecnologias computacionais que auxiliam o processo criativo à medida que permite ao designer romper com o paradigma de dependência da produção em escala industrial evoluindo para a possibilidade do processo da fabricação pessoal [...]. (CUNHA, Aura Celeste Santana, 2019, p. 48).

Apesar de auxiliar com as complexidades de projeto, os aparatos tecnológicos não atuam como redutores de complexidade dos mesmos, uma vez que essas novas ferramentas abrem um leque de possibilidades na manipulação de formas, materiais, superfícies e outras características dos artefatos.

Outro aspecto a se considerar na análise dos Laboratórios que viabilizam o uso e a experimentação de prototipagem digital: é preciso pensar na fabricação digital como instrumento de mudança social, e não apenas como um novo aparato tecnológico para elaboração e produção de artefatos. Para Ballerini (2018), o debate deve ir além da apropriação tecnológica e pensar nas possíveis mudanças na prática de arquitetura e design. O questionamento pontuado pela autora é que deve-se pensar se essa tecnologia também é capaz de se tornar uma proposição para esses campos pensarem as complexidades sociais (BALLERINI, 2018).

No nosso ponto de vista, a tecnologia de fabricação digital tem protagonizado um papel de apoio ao trabalho coletivo importante executado nesses laboratórios, e parece ajudar na recuperação da dimensão social do design, embora esse aspecto já seja um elemento central na visão tradicional que conhecemos como vanguarda histórica da profissão. Apesar do fator social ser considerado uma característica inerente ao design, pode-se dizer que ela encontrava-se deixada de lado em algumas práticas modernas voltadas para interesses individualistas e de expressões do design direcionadas ao consumo de massa.

É válido destacar que a tecnologia, assim como a ciência, não possui um caráter neutro, atuando sobre elas um viés de gênero não consciente que vem sendo documentado por filósofos e historiadores da área nas últimas décadas (SCHIEBINGER, 2014). Um exemplo claro de como opera esse viés de gênero é como as mulheres são comumente esquecidas nas modelagens de engenharia básica, como a ausência da proporção dos nossos corpos para teste de acidentes automobilísticos, que resultam em bancos de automóveis mais seguros para um biotipo de corpo apenas. Os modelos utilizados para esses testes, comumente o corpo masculino de 70kgs, excluem corpos fora dessa média, como corpos menores, corpos maiores e corpos de outras etnias (SCHIEBINGER, 2014). A autora aponta também que na maioria das vezes o viés de gênero, como nomeia, é praticado involuntariamente ou inconscientemente (ou seja, é frequentemente naturalizado e de maneira acrítica), sendo, portanto, difícil de erradicar esse tipo de ignorância sistêmica.

Trazendo essa discussão para a fabricação digital, a autora Flávia Ballerini (2018) argumenta que é importante ressaltar esse caráter não aleatório e não neutro da tecnologia para que se possa expor os aspectos éticos que estão agregados com essas práticas e não apenas ter uma visão utilitarista da mesma. Para que a fabricação digital possa trazer benefícios à sociedade como ferramenta de transformação socioeconômica, é necessário pensá-la para além de um instrumento e sim como o centro de uma mudança de paradigma em busca da democratização do conhecimento tecnológico (BALLERINI, 2018).

Desse modo, os laboratórios universitários que estão no centro dessa pesquisa participam do movimento de compartilhamento de conhecimento tecnológico dentro das instituições nas quais estão alocados, exercendo uma função importante não apenas na apropriação tecnológica mas também na escolha

dos projetos priorizados e executados pelos mesmos. Sobre a “não neutralidade” dos artefatos, o autor Andrew Feenberg em seu texto “*Ten Paradoxes of Technology*” discute que:

Nenhum dispositivo surge completamente definido a partir da lógica do seu funcionamento. Todo o processo de desenvolvimento é cheio de contingências, escolhas, possibilidades e alternativas. O aperfeiçoamento do objeto técnico oblitera os vestígios do trabalho de sua construção e as forças sociais que estavam em jogo quando o seu design foi fixado¹⁰ (FEENBERG, A., 2011, p. 7).

Portanto, durante esses processos de escolhas e desenvolvimento de artefatos tecnológicos, ideias sobre sexo e gênero também fazem parte da construção dos objetos e dessa forma, conseguem passar valores carregados pelos profissionais e perpetuados pela sociedade, mesmo que de maneira inconsciente. A autora Londa Schiebinger em seu texto intitulado “Expandindo o kit de ferramentas agnotológicas: métodos de análise de sexo e gênero” aponta que esse viés de sexo e gênero contribui efetivamente para uma “ignorância sistêmica que limita a criatividade e a excelência científicas e seus benefícios para a sociedade” (SCHIEBINGER, 2014, p.86).

Neste trabalho, a autora apresenta uma abordagem chamada “Inovações Gendradas” cujo objetivo é alcançar a excelência da ciência e tecnologia, corrigindo os erros e distorções cometidas pela falta da análise de sexo e gênero na construção desses objetos através de um esquema metodológico a ser seguido. Esses métodos de análise de sexo e gênero apresentados por Schiebinger (2014) funcionam associados a outras metodologias de âmbitos mais específicos, com o objetivo de proporcionar um maior “controle” (ou filtro) em relação à direção assumida pelo gendramento, prevenindo e corrigindo possíveis distorções ocasionadas por visões naturalizadas (e pouco científicas) de sexo e gênero, produzindo excelência nas pesquisas e também impulsionando novas políticas e práticas em campos como a ciência, engenharia e medicina (SCHIEBINGER, 2014).

Nossa análise dos projetos priorizados pelo laboratório GREA 3D se apoiam nos pensamentos e contribuições metodológicas de Londa Schiebinger (2014) no que diz respeito à análise de gendramento dos projetos realizados. Dentre os dez

¹⁰ Do original: “No device emerged full blown from the logic of its functioning. Every process of development is fraught with contingencies, choices, alternative possibilities. The perfecting of the technical object obliterates the traces of the labor of its construction and the social forces that were in play as its design was fixed.”

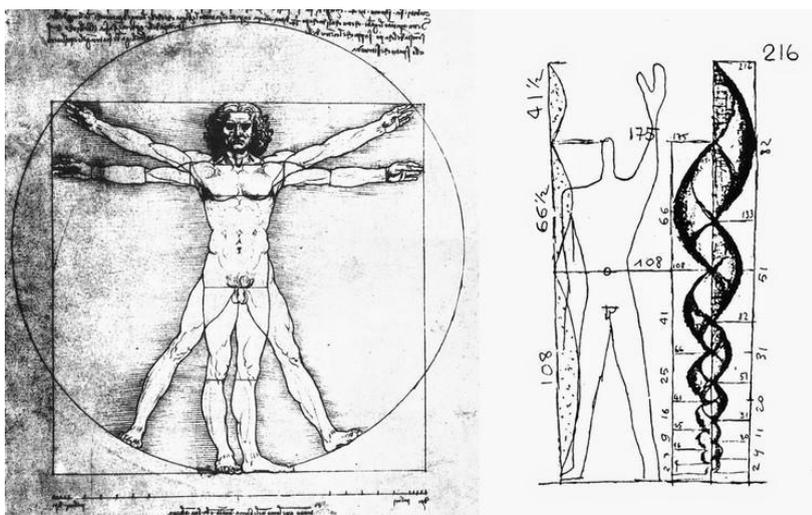
métodos apresentados por seu texto sobre a análise de sexo e gênero, destacamos a abordagem de dois aspectos centrais: (a) repensar os modelos de referência de produtos/projetos; (b) repensar prioridades de pesquisa - questionando qual a intenção do projeto e a quem atende.

O primeiro método **“Repensando padrões e modelos de referência”** questiona o modelo “padrão” que é utilizado em ciência, engenharia, medicina, tecnologia e tantos outros campos do saber. As referências utilizadas nos estudos, formulação e validação de hipóteses, desenho de produtos, elaboração de leis são extremamente importantes para a conformação do dispositivo final (SCHIEBINGER, 2014). Sendo assim, a escolha dos modelos de referência interfere diretamente no resultado final que o artefato proporciona. A utilização de apenas um tipo de corpo nos estudos e desenvolvimento de proposta tecnocientífica deixa de lado a multiplicidade de corpos fora do “padrão” instituído.

Ao não utilizar como modelo de referência corpos mais diversos, o design de produto pode acabar reforçando, por exemplo, a gordofobia tão presente em nossa sociedade. O questionamento inserido aqui não é sobre aparência, mas sim sobre acessibilidade desses corpos que enfrentam dificuldades ao executar atividades rotineiras, como por exemplo não conseguir passar em uma catraca de ônibus, ou até mesmo não poder deitar em uma mesa de exames porque o artefato não suporta seu peso. Esse tipo de problema nos leva a acreditar que essa falha poderia ser evitada se o modelo utilizado como referência para a produção desses artefatos fosse repensado.

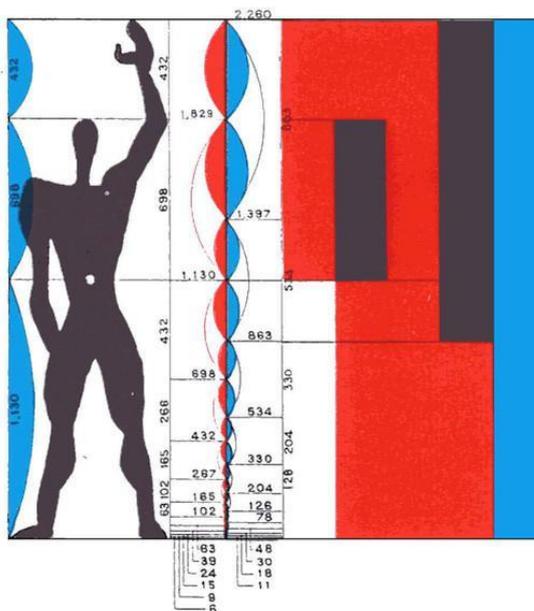
Londa Schiebinger (2014) destaca que “a ciência, medicina e engenharia tomam, mais comumente, como norma rapazes brancos, robustos, com cerca de 70 kg” (SCHIEBINGER, 2014, p.97). A autora salienta que a utilização de corpos cisgêneros masculinos como modelo padrão é uma prática antiga que pode ser observada desde os estudos sobre o Homem Vitruviano de Leonardo Da Vinci, até exemplos mais modernos como o modelo de escala humana desenvolvido pelo arquiteto Le Corbusier, batizado de “O modulador” (Imagens 6 e 7). O modulador representa o corpo humano padrão utilizado nos estudos do arquiteto sobre proporção entre homem e natureza em suas obras.

Imagem 6 - O Homem Vitruviano de Leonardo Da Vinci e O Modulador de Le Corbusier.



Fonte: Site Archdaily (2022).

Imagem 7 - O Modulador: Modelo de referência ao corpo humano desenvolvido pelo arquiteto modernista Le Corbusier.



Fonte: Site Archdaily (2022).

Arellano (2019) destaca que é fácil identificar que, mesmo com o passar do tempo, o Modulador de Le Corbusier, lançado em 1948, retrata as medidas de um homem cisgênero caucasiano de 1,83 metros de altura como tem sido feito desde o Renascimento. Ainda segundo Mónica Arellano (2019), a discussão sobre o modelo feito por Le Corbusier deixa claro a necessidade de seguir refazendo as propostas das gerações passadas, descobrindo assim o que se adapta ao nosso contexto e o

que deve ser reformulado. Nesse movimento, encontraremos as falhas nos modelos de referências e será possível caminhar em busca de soluções toda vez que uma indagação pertinente surgir. O questionamento levantado é: se essas proporções ainda são utilizadas para a elaboração dos dispositivos (e são passadas adiante sem hesitação), como é a resposta desses produtos e hipóteses quando se trata de corpos menores, maiores, femininos, de outra etnia?

O segundo método de análise apresentado por Londa (2014) chamado **“Repensar prioridades de pesquisa”** diz respeito à estudar a predileção dos agentes envolvidos na pesquisa, como por exemplo os próprios pesquisadores, agências de fomento e governo, no movimento de decidir os caminhos que serão traçados. Os intermediários envolvidos no trabalho podem influenciar de forma direta ou indireta, e também inconscientemente, as escolhas no decorrer da atividade. A autora reitera que:

Cada projeto de pesquisa começa com a definição de prioridades, isto é, com decisões sobre no que e como investir os escassos recursos sociais e intelectuais existentes e com quais questões trabalhar (SCHIEBINGER, 2014, p.89).

Nesse contexto, é claro identificar a importância de políticas públicas que fomentem grupos historicamente excluídos, como as mulheres na Ciência, Tecnologia & Inovação (CT&I), apontando a necessidade de continuar e aprofundar as, ainda poucas, iniciativas existentes e estimular a criação de novas políticas de inclusão de grupos sub representados principalmente na atual situação política do país que vivencia um desmonte de maneira geral na educação e favorece o retrocesso dos direitos e conquistas políticas das mulheres (LIMA, B.; LOPES, M.; DA COSTA, M., 2016).

A compreensão dos processos que formaram uma rede de disseminação de conhecimento através do trabalho de docentes, suas trajetórias em carreira de prestígio coordenando laboratórios universitários e a análise sobre os projetos priorizados pelo laboratório GREA 3D/UFPE constituem os resultados das entrevistas semi-estruturadas realizadas, que compõem o material empírico desta pesquisa apresentado nos capítulos a seguir.

3 AS TRAJETÓRIAS DAS PROTAGONISTAS E A CONSTRUÇÃO DA REDE DE CONHECIMENTO

3.1 A TRAJETÓRIA DA PESQUISA

No início da presente investigação, com o intuito de nos aproximarmos do tema e objeto de estudo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental. Foram feitas buscas por trabalhos teóricos relativos às relações de Design e Gênero, bem como por pesquisas sobre os laboratórios que fazem uso das técnicas de fabricação digital, programas de acolhimento às mulheres nas áreas de Ciência, Tecnologia & Inovação (CT&I) e dados sobre os grupos de pesquisa do CNPq e produção acadêmica sobre a temática.

Após essa primeira imersão no universo de pesquisa, ficaram evidentes as diferenças estruturais entre os laboratórios de fabricação digital universitários e os privados. Com essa observação inicial, foi decidido fazer um recorte da pesquisa centrado nos laboratórios de fabricação digital presentes em universidades públicas brasileiras.

A pandemia do COVID-19 (doença infecciosa causada pelo coronavírus SARS-CoV-2) afetou o desenvolvimento dessa pesquisa de diversas formas. A crise sanitária mundial, além de prejudicar a saúde emocional da população, tão importante para este trabalho, impossibilitou a realização da etapa de coleta de dados presencialmente. A princípio, planejava-se uma imersão dentro de um laboratório de fabricação digital escolhido para estudo de caso, a fim de vivenciarmos o espaço tecnológico e fazermos observações diretas sobre as relações das pessoas neste contexto. Por conta da necessidade de distanciamento social, à época, a metodologia desta pesquisa teve que ser reformulada e adaptada, operacionalizando-se então por contatos estritamente virtuais.

Assim, a coleta de dados foi iniciada através de entrevistas semi-estruturadas realizadas via *Google Meet* com docentes que exercem cargo de prestígio dentro dos laboratórios universitários, o que possibilitou, de forma positiva, a inserção de entrevistados de outros estados e instituições. Na primeira rodada de entrevistas, foi também abordada a arquiteta e ex-aluna do laboratório GREA 3D / UFPE, Cristina Matsunaga, cuja entrevista funcionou como uma formulação piloto para a elaboração do protocolo de pesquisa. Através dela, pôde-se observar que o documento estava

satisfatório para que seguíssemos colhendo os dados. Através dessa entrevista, foi possível fazer pequenos ajustes no material e confirmar as questões a serem perguntadas.

As entrevistas seguiram a técnica de entrevista semi-estruturada, que segundo Gil (2008), é guiada por tópicos de interesse quanto ao tema, os quais o entrevistador vai explorar ao longo da conversa. O protocolo das entrevistas semi-estruturadas implementado contou com três sessões temáticas. Na primeira, discute-se sobre a trajetória dos entrevistados na carreira tecnológica e na escolaridade, e também inclui questionamentos sobre apoio familiar nas carreiras traçadas. A segunda parte do protocolo aborda assuntos sobre a prática produtiva nos laboratórios, divisão de trabalho e reconhecimento por mérito. Na terceira e última parte, são discutidos lições, desafios e esperanças dos entrevistados em relação ao trabalho na área de tecnologia e manipulação das ferramentas de fabricação digital.

[...] As pautas devem ser ordenadas e guardar certa relação entre si. O entrevistador faz poucas perguntas diretas e deixa o entrevistado falar livremente à medida que se refere às pautas assinaladas. Quando este se afasta delas, o entrevistador intervém, embora de maneira suficientemente sutil, para preservar a espontaneidade do processo. [...] À medida que o pesquisador conduza com habilidade a entrevista por pautas e seja dotado de boa memória, poderá, após seu término, reconstruí-la de forma mais estruturada, tornando possível a sua análise objetiva (GIL, 2008, p. 112).

No decorrer das pesquisas bibliográficas, alguns nomes de referência na área de fabricação digital no âmbito das universidades brasileiras públicas se sobressaíram. Dessa forma, essa busca inicial norteou a escolha dos docentes entrevistados neste estudo, que abordou pesquisadores e professores que exercem cargos de destaque/direção, respectivamente, em algum dos laboratórios universitários dedicado ao tema da fabricação digital, situados em três diferentes regiões do país (Nordeste, Sul e Sudeste). No decorrer das entrevistas, observamos que esses docentes pesquisadores apresentam trajetórias distintas em diversos aspectos, a serem discutidos a seguir. Estabelecidos esses critérios, foi decidido realizar entrevistas com os quatro pesquisadores da equipe de coordenação do Laboratório GREA 3D da Universidade Federal de Pernambuco (duas mulheres e dois homens) a fim de aprofundar os estudos neste laboratório. Também foram entrevistadas três alunas e egressas da UFPE que vivenciaram o laboratório GREA

3D em suas experiências acadêmicas. Nestes últimos casos, foi utilizada a entrevista semi-estruturada com perguntas adaptadas à experiência das discentes.

A investigação realizou entrevistas semi-estruturadas com: 1. A professora Dra. Gabriela Celani, que coordena o Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção (LAPAC) na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); 2. A professora Dra. Regiane Pupo, que comanda a rede de Laboratórios de Prototipagem e Novas Tecnologias Orientadas ao 3D (PRONTO 3D), localizado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); 3. A professora Dra. Leticia Mendes, que coordena o laboratório intitulado Grupo de Experimentos em Artefatos 3D (GREA 3D) na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), juntamente com os professores: 4. Dra. Auta Laurentino; 5. Msc. Sadi Seabra; 6. Dr. Pedro Aléssio.; 7. a arquiteta, Carla Marzo, ex aluna da UFPE e egressa do laboratório GREA 3D; 8. a arquiteta Isabella Eloy, mestre pelo Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Urbano (MDU) da UFPE e doutoranda do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU/USP), também egressa do laboratório GREA 3D; 9. Alice Gomes, graduanda do curso de Licenciatura em Expressão Gráfica da UFPE e monitora do laboratório GREA 3D.

Os entrevistados constituem informantes chave no que se refere às informações e reflexões quanto às dinâmicas de funcionamento e das relações de gênero que se dão no ambiente interno das unidades pesquisadas (sobretudo às entrevistas dos participantes do laboratório GREA 3D). Ademais, a rodada inicial de entrevistas (que abrangeram Regiane Pupo, Auta Laurentino e Cristina Matsunaga) teve um objetivo específico no desenho da pesquisa e nas definições metodológicas tomadas posteriormente acerca do protocolo de pesquisa semi-estruturada.

3.2 TRAJETÓRIAS NA TECNOLOGIA E DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO

Com o objetivo de entender melhor a construção das carreiras dos entrevistados, o que culmina em suas atuações nos laboratórios universitários de fabricação digital, a primeira parte do protocolo de entrevistas semi-estruturadas, como já dito, aborda as trajetórias dos pesquisados com tecnologias em geral e com as tecnologias especificamente abordadas na dissertação (tecnologias de fabricação digital), registrando também os aspectos da escolarização e suas experiências de compartilhamento do saber tecnológico.

A primeira entrevistada foi a professora Gabriela Celani, coordenadora do Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção (LAPAC) na Universidade Estadual de Campinas e também professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP. Celani se graduou em Arquitetura e Urbanismo na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU/USP) em 1986, época em que ainda não existia muitos computadores como ferramenta de trabalho para os arquitetos no Brasil.

A entrevistada lembra que quando estava cursando o quarto ano da faculdade, surgiu a oferta de uma disciplina eletiva sobre CAD (do inglês *Computer Aided Design*, que significa Desenho Assistido por Computador), o que demandou que a mesma se prontificasse a chegar na universidade às quatro horas da manhã para conseguir uma vaga. Percebe-se que nesse momento da sua trajetória a informante já apresentava bastante interesse pelas novas ferramentas digitais da época, para as quais a oferta de oportunidades ainda era bastante escassa. Ao longo dos estágios que realizou durante sua graduação, a professora Gabriela assistiu o processo de inserção dos computadores como equipamento de trabalho nos escritórios de arquitetura. Neste momento de transição da ferramenta projetual, ela relata que o computador era utilizado para plotar as linhas principais dos desenhos de perspectivas criadas para servir como base para posterior finalização à mão.

Um momento importante para sua formação em tecnologias foi o doutorado, realizado no Instituto de Tecnologia de Massachusetts - MIT em 2002, onde foi orientada por William Mitchell e por Terry Knight, nomes importantes na área. Essa formação trouxe para Celani a oportunidade de cursar uma disciplina de programação em JAVA, uma linguagem de programação e plataforma computacional lançada pela primeira vez em 1995 (JAVA, 2022). Essa experiência permitiu à professora Celani a construção de um conhecimento de programação diferente da vivência apenas como usuária de softwares até aquela ocasião e marcou também o início da sua formação em tecnologia.

A temática do doutorado de Gabriela não era essencialmente voltada para as tecnologias de fabricação digital; porém, durante esse período ela teve contato com essas novas ferramentas. Outra disciplina cursada durante o doutorado que teve relevância no seu aprendizado sobre fabricação digital foi uma disciplina ministrada por seu orientador Prof. Dr. William Mitchell na qual os alunos tinham que produzir

algum artefato. A entrevistada relata que, naquele momento, o departamento de Arquitetura do MIT tinha acabado de adquirir maquinário de fabricação digital, a saber, impressora 3D e cortadora a laser. Os estudantes foram incentivados também a percorrer o Instituto e explorar outras máquinas de controle numérico. Hoje, o MIT dispõe de uma gama diversificada de máquinas de fabricação digital e Celani pôde ver a evolução dessa estrutura quando voltou ao Instituto em 2018 para atuar como professora visitante. Fica claro em sua trajetória a importância de ter vivenciado essa etapa da história de desenvolvimento do MIT, um dos institutos mais renomados do campo da tecnologia. A professora Celani cita o seu doutorado realizado no MIT como um aspecto determinante de sua formação, que contribuiu de modo decisivo para sua atuação na atualidade junto aos laboratórios de fabricação digital.

Em nossa análise, destacamos a trajetória da professora Gabriela Celani, pois ela se destaca como agente importante e pioneira no processo de compartilhamento e disseminação de conhecimento em tecnologias de fabricação digital no campo da Arquitetura. O LAPAC constitui o primeiro laboratório de fabricação digital para a Arquitetura do Brasil, que serviu de modelo e impulsionou a criação de outros que se espalharam por diversas regiões do país.

A segunda entrevistada é Regiane Pupo, coordenadora da rede de laboratórios PRONTO 3D na UFSC e professora do Departamento de Expressão Gráfica da UFSC, onde atua em pesquisas principalmente sobre CAD, prototipagem rápida e fabricação digital para design e arquitetura. A entrevista aponta que seu primeiro envolvimento com tecnologias digitais ocorreu nos Estados Unidos, onde morou após terminar a faculdade de Arquitetura e Urbanismo em 1986. Trabalhando em um escritório de arquitetura como arquivista, ela buscou aprender sobre os softwares utilizados em projetos que estavam surgindo naquela época. Sua curiosidade em aprender as ferramentas digitais que um dos colegas de trabalho utilizava foram o ponto de partida para a construção do conhecimento tecnológico. Regiane relata que via seu colega de trabalho do escritório de arquitetura utilizando um computador e se indagava “*mas o que é um computador?*”. A época em questão marcava os primórdios do uso de computadores desktops como ferramentas de uso profissional na área. Seu colega de trabalho se prontificou a lhe ensinar a utilizar o computador e, assim, a professora Regiane passou a desenvolver apresentações de projetos para os clientes com o equipamento novo. Dessa forma, quando ela

retornou ao Brasil percebeu que possuía um conhecimento tecnológico que a destacava de outros profissionais da área.

Olhando um pouco para trás, Regiane menciona seu constante interesse em tecnologias de diversas maneiras ao longo da sua vida. Ela afirma: *“Eu sempre fui ligada na tecnologia [...]. Eu gostava muito, sempre gostei de eletrônica. Eu sempre fui maker, meu avô era maker, então aqui em casa todo mundo é maker. [...] Então a gente sempre teve essa curiosidade de a gente mesmo fazer as coisas”* (PUPO, 2021).

Na época em que voltou ao Brasil, Regiane lembra que não existia *cadista*¹¹, não existia fabricação digital nem tampouco nada dessa natureza. Após algumas mudanças em sua vida, ela ingressou no programa de doutorado desenvolvido no LAPAC/UNICAMP sob a orientação da professora Gabriela Celani. Ela informou que este ponto de sua trajetória foi muito importante para o desenrolar das ações que realiza no laboratório Pronto 3D no momento presente. No meio do seu doutorado, através da FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Pupo foi para Portugal colaborar com o professor Dr. José Pinto Duarte a implementar um laboratório de tecnologias digitais no Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa.

Naquela época, Regiane não tinha conhecimento nenhum sobre as máquinas de fabricação digital e seu funcionamento, porém encarou o desafio e aprendeu na prática como tudo operava. A variedade das máquinas que o laboratório possuía era grande, o que permitiu o contato da professora com maquinário de impressora 3D, plotter, cortadora a laser, entre outras. A entrevistada pontua que nesse período “se encontrou” profissionalmente. Através da experiência prática de montar o laboratório do Instituto Superior Técnico, ela percebeu que era com essa temática que gostaria de trabalhar, inclusive no seu doutorado. Pupo conta que o LAPAC estava sendo montado enquanto trabalhava em Portugal.

A entrevistada informou também que, logo após, quando retornou ao Brasil, dominava um conjunto de conhecimentos aprimorados sobre fabricação digital adquiridos na experiência no exterior, com o qual pôde participar e colaborar no LAPAC, através da realização de workshops e outras atividades pertinentes à área,

¹¹ Cadista ou desenhista cadista é um termo utilizado para se referir a profissionais que trabalham usando um programa CAD (*Computer Aided Design*), desenvolvendo esboços e plantas e também modificando e atualizando desenhos. O AutoCAD é o principal software utilizado por esses profissionais (AUTODESK, 2022).

junto à professora Gabriela Celani. A professora Regiane Pupo destaca que o seu doutorado com Celani e sua experiência no LAPAC foram fatores importantes da sua formação, que contribuíram fortemente para sua atuação nos laboratórios tecnológicos com os quais lida hoje.

A terceira entrevistada foi a professora Leticia Mendes, coordenadora do laboratório GREA 3D, da UFPE, e professora do Departamento de Expressão Gráfica da UFPE, atuando nos cursos de graduação do citado departamento e no Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Urbano (MDU). A trajetória acadêmica de Leticia começa com a graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Estadual Paulista (UNESP) em 2004. Nessa etapa, ela ainda não tinha nenhum contato com as técnicas de fabricação digital. Seu primeiro envolvimento com o assunto foi durante seu mestrado (2008 - 2010) em Engenharia Civil pela UNICAMP, através de disciplinas ministradas pelo seu orientador Prof. Dr. Leandro Medrano e pela professora Gabriela Celani.

A partir de então, ela foi estabelecendo contato com o LAPAC e, apesar de sua dissertação de mestrado não ser focada em fabricação digital, esse trabalho já trazia a discussão sobre as novas ferramentas de produção digital. Durante a realização do seu doutorado sob o título de Personalização de Habitação de Interesse Social no Brasil, produzido também na UNICAMP e sob a orientação da professora Gabriela Celani, Leticia teve a experiência de trabalhar no laboratório LAPAC. O seu doutorado e os workshops os quais ela participou podem ser apontados como a parte inicial da sua formação em tecnologia.

A entrevistada aponta que aprendeu as técnicas de fabricação digital no LAPAC, principalmente durante uma disciplina ministrada pela professora Regiane Pupo, enquanto a mesma produzia seu pós-doutorado. Um aspecto da sua trajetória que a entrevistada julga importante para sua atuação junto aos laboratórios de tecnologia foi seu doutorado, também realizado sob a orientação da professora Gabriela Celani e o doutorado sanduíche (estágio compreendido no período doutoral), realizado no Laboratório de Prototipagem Rápida (LPR) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Lisboa (Fa-ULisboa), sob a supervisão do professor José Beirão. Aqui, nota-se a participação ativa das professoras Gabriela Celani e Regiane Pupo na formação de Leticia Mendes e também no estímulo do seu interesse, e de outros estudantes, pelo tema.

Neste ponto, já estava sendo construída no Brasil uma rede de disseminação sobre a temática das tecnologias digitais, em especial sobre fabricação digital, para outras gerações de discentes, protagonizada por essas professoras, naquele momento ainda centrada no eixo Sul/Sudeste do país.

A quarta entrevistada é a professora Auta Laurentino, coordenadora do laboratório GREA 3D na UFPE e professora do Departamento de Expressão Gráfica da UFPE. Auta possui graduação em Desenho Industrial pela UFPE (1999) e doutorado pelo Programa de Pós Graduação em Design da UFPE, finalizado em 2016. A entrevistada mencionou que sua formação, voltada para a área de Desenho Industrial, contribuiu para sua atuação no laboratório de tecnologia que desempenha atualmente, pois, segundo ela, qualquer tipo de máquina a interessa. A professora Auta ainda não realizou formação específica em cursos de tecnologia, mas destaca que tem interesse pela área tecnológica digital.

Atuando hoje como uma das coordenadoras do laboratório de fabricação digital GREA 3D, ela conta que aprendeu as técnicas necessárias para a manipulação do maquinário através de capacitações e oficinas sobre o tema, desenvolvidas para os professores do Departamento e ministradas pela professora Leticia Mendes, durante os preparativos para a montagem do laboratório GREA 3D. A entrevistada acredita que sua trajetória profissional desde a graduação, a partir da qual vem atuando em consultorias e em produções diversas junto com marceneiros, serralheiros e outros profissionais no ramo, assim como a experiência com artesanato, desenvolvida nos trabalhos realizados através do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), foram fatores importantes para a sua atuação hoje no laboratório. A experiência de criar produtos, gerar renda e conhecer materiais, integram o conjunto de conhecimentos necessários para sua participação no gerenciamento do citado laboratório.

As informações prestadas e reflexões tecidas pela informante revelam uma formação acadêmica e experiência profissional em campos não diretamente ligados com tecnologias de fabricação digital, mas que a auxiliam a assumir um papel importante dentro deste laboratório tecnológico. Ou seja, à sua experiência com o campo do design se soma a sua expertise com as máquinas, que tem sido facilitado pelas capacitações específicas promovidas pela professora Leticia Mendes.

O quinto entrevistado é o professor Pedro Aléssio, também coordenador do laboratório GREA 3D na UFPE e professor do Departamento de Expressão Gráfica

da UFPE. Pedro conta que sua formação acadêmica em Design contribuiu para a atuação em tecnologia, pois sempre foi interessado em aparelhos eletrônicos. Antes da sua graduação, ele realizou um estágio em uma empresa de Jogos, porque já tinha interesses claros em vídeo game e computação. Com a experiência adquirida nesse estágio, o professor Pedro entrou no curso de Design com noção de 3D já construída, o que impulsionou sua trajetória para trabalhos com as tecnologias correlatas. O conhecimento sobre Design de Produto também foi importante nessa trajetória, pois se associa à expertise quanto à construção de artefatos e o estímulo à prática manual.

O professor desenvolveu mestrado e doutorado na França, concluído em 2013, sendo este último desenvolvido em Informática, na área de Interfaces Digitais para ambientes 3D, pelo Departamento de Informática do Conservatório de Artes e Ofícios de Paris. O entrevistado pontua que quando voltou ao Brasil, encontrou Leticia Mendes com o emblema do Movimento Maker e isso o empolgou. De maneira geral, sua relação com as áreas de eletrônica, design de produtos e modelagem 3D formaram o conhecimento necessário para sua atuação no laboratório de tecnologia. Parte do conhecimento de fabricação digital adquirido por Pedro veio da internet, amigos e experiências no Fab Lab. Sua graduação no curso de Design trouxe também o conhecimento em vetor, e isso facilitou a manipulação do maquinário de corte a laser.

Um aspecto importante da sua formação, que lhe abriu portas para a atuação no laboratório de tecnologia, foi seu curso de doutorado. O entrevistado destaca que a experiência de trabalhar em laboratório e produzir coletivamente o auxiliou a aprender a trabalhar com outras pessoas. Outro aspecto decisório foi a formação em Informática, especialmente seu conhecimento em programação, que acrescenta ao laboratório um saber específico que vai além da mera utilização das técnicas, abrindo espaço para a possibilidade de criação propriamente dita por meios digitais.

O sexto entrevistado é o professor Sadi Seabra, coordenador do laboratório GREA 3D na UFPE, professor e chefe do Departamento de Expressão Gráfica da UFPE. A trajetória de Sadi também está vinculada diretamente com o design. Graduado em Design pela UFPE em 2009, Sadi acredita que a tecnologia sempre esteve envolvida com suas experiências. Desde sua atuação como coordenador do curso técnico de design de interiores por mais de dez anos, trabalhava no mercado privado com o desenvolvimento de produtos tridimensionais, placas de sinalização,

adesivos de parede e outros artefatos que estavam de certa forma vinculados com as técnicas de fabricação digital. Menciona também que, ao longo de sua graduação, sempre trabalhou com metodologias de design permeadas por muitas tecnologias digitais, através da manipulação de softwares como *Autocad* e *SketchUp*.

No ano de 2015, no cargo de professor substituto da UFPE, o professor Sadi participou da equipe organizadora do Congresso de Tecnologia da Informação e Comunicação na arquitetura e construção - TIC, que discutia sobre modelos de informação digital na construção de edifícios e cidades. Relacionado a este congresso, o professor conta que participou de um curso de software de modelagem tridimensional *Rhinoceros*. O entrevistado pontua que esse congresso exerceu o papel de o aproximar mais ainda da área de tecnologias digitais. Em 2016, já ocupando o cargo de professor assistente do Departamento de Expressão Gráfica, Sadi participou da criação do laboratório GREA 3D da UFPE e integrou a equipe de professores responsáveis pelo projeto junto com os docentes Leticia Mendes, Auta Laurentino e Pedro Aléssio.

Sadi relata que não realizou cursos específicos em tecnologias digitais, porém, atualmente está desenvolvendo seu doutorado no Programa de Pós Graduação em Design da UFPE, trabalhando com a temática de pesquisa sobre Artefatos Digitais. O entrevistado menciona que aprendeu as técnicas de fabricação digital necessárias à sua atuação na prática, em meio às atividades do próprio laboratório GREA 3D, e buscou muita informação em canais como a internet, grupos e fóruns sobre o tema. Seu foco inicial era aprender a manusear as ferramentas de tecnologia, e então poder se dedicar a explorar e pesquisar o funcionamento dos equipamentos para transformá-los numa ferramenta pedagógica.

O entrevistado acredita que um aspecto importante da sua formação, que trouxe uma base de conhecimento para sua atuação com tecnologia, foi trabalhar com projetos (design). Sadi descreve que aprender a desenhar o processo que cria artefatos foi valioso para a construção de sua trajetória na área tecnológica.

Os coordenadores Pedro Aléssio e Sadi Seabra, ambos formados em design, apesar de terem trabalhos com foco completamente diferentes, Pedro voltado para games e Sadi voltado para design de interiores, vemos um papel importante desempenhado pela graduação de design, que trouxe o contato com modelagem 3D, softwares de representação, entre outros. De certa forma, esse conhecimento

abriu caminhos para futuras atuações dos dois com as tecnologias de fabricação digital. Os dois citam design de produtos como uma área de conhecimento que influenciou nas suas trajetórias com a tecnologia.

A sétima entrevistada é a arquiteta e urbanista Carla Marzo, ex aluna da UFPE e egressa do laboratório GREA 3D. Carla terminou a graduação em Arquitetura e Urbanismo em 2018 e atualmente trabalha como Arquiteta Analista de Projeto em uma construtora. Seu primeiro olhar para código e parametrização aplicados em arquitetura só apareceu no fim do curso, e essa descoberta se refletiu na elaboração do seu Trabalho de Conclusão do Curso - TCC desenvolvido dentro do laboratório GREA 3D.

Em meados de 2017, a entrevistada participou de um *workshop* sobre esse tema na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-RIO com o objetivo de aprofundar seus conhecimentos para o desenvolvimento do seu trabalho final. Nesse momento, a instituição contava com laboratório e maquinário específico como braço robótico, fresadora CNC, e se utilizavam softwares de programação para iniciantes como o *Grasshopper*. A entrevistada conta que isso abriu sua cabeça para novas possibilidades de relacionamento entre arquitetura, design e tecnologia.

Carla não possui até então nenhuma formação acadêmica específica em tecnologia, porém isso não foi um limitador para sua busca por conhecimento na área. Seu aprendizado sobre as técnicas de fabricação digital foram adquiridos nos *workshops* que participou e no próprio laboratório GREA 3D com a professora Leticia Mendes e o professor Sadi Seabra. Um aspecto da sua formação que a entrevistada considera que foi importante para sua participação no laboratório reside nas aulas da disciplina Tectônica. Carla acredita que essa matéria foi decisiva para trilhar esse caminho, pois através dela conheceu experimentações e elaboração de maquetes que se aproximam das produções que ela desenvolveu no GREA 3D.

A oitava entrevistada é a arquiteta Isabella Eloy. Natural do estado da Paraíba/Campina Grande, Isabella se formou em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em 2018. Ela narra que durante sua graduação participou de um projeto do PIBIC - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, que lhe trouxe a oportunidade de estudar arquitetura paramétrica; e isso despertou seu interesse em fazer o seu trabalho de conclusão do curso nesta área de conhecimento, aplicando tecnologia paramétrica ao espaço urbano. Ela aponta esse momento como seu primeiro contato com o universo das

novas ferramentas digitais. A entrevistada revela que se sente parcialmente autodidata sobre seu conhecimento com tecnologia, e que no momento encontra-se na curva de aprendizado sobre programação.

Isabella teve contato com as técnicas de fabricação digital tanto nas disciplinas que ministrou durante o mestrado na UFPE, orientado pela professora Leticia Mendes, em colaboração com o laboratório GREA 3D, quanto nas disciplinas que cursou como aluna. A entrevistada sente que o conhecimento foi adquirido mais de forma teórica e por estar vivenciando o ambiente acadêmico; porém ela ainda não teve oportunidades de trabalhar efetivamente na prática.

Ela explica que quando estava no Recife prestes a começar a trabalhar na prática no laboratório, a pandemia do COVID-19 se iniciou e impediu seus planos. Uma etapa importante da sua formação para sua atuação em tecnologia foram os *workshops* realizados no GREA 3D com o incentivo da professora Leticia Mendes. Isabella conta que os *workshops* do GREA 3D, nos quais ela lecionou, se relacionam diretamente com o interesse por ensinar, que a acompanha desde muito tempo atrás. A arquiteta expõe que sempre gostou muito de ensinar, ensinando seus amigos e participando de atividades de monitoria na universidade. Ela aponta que os *workshops* foram o pontapé inicial, que lhe trouxeram confiança nas atividades de ensino. Após o mestrado, em 2021, a entrevistada realizou uma especialização em Arquitetura, Urbanismo e Engenharia Civil sendo orientada pela professora Gabriela Celani, e hoje, Isabella é doutoranda da Universidade de São Paulo na área de Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia.

A nona entrevistada foi a arquiteta Cristina Matsunaga, formada em arquitetura e urbanismo pela UFPE em 2019. Na sua trajetória acadêmica, Cristina acredita que sempre teve uma predileção por assuntos relacionados à tecnologia. Durante o segundo semestre da graduação, ela participou de um projeto de Iniciação Científica - PIBIC, onde estudou sobre habitação de interesse social, e através disso, foi conhecendo melhor os *softwares* que existiam para aplicação em arquitetura. Porém, o aspecto que impulsionou a descoberta dos seus interesses na área foi o intercâmbio realizado na Monash University, na Austrália, por meio do extinto Programa Ciências Sem Fronteiras. Nesse momento, ela entrou em contato com disciplinas que fomentaram os estudos sobre modelagem paramétrica, onde a utilização de *softwares* de programação visual como *Grasshopper* era bastante recorrente.

Durante sua trajetória acadêmica, Cristina Matsunaga participou de diversos cursos e *workshops* sobre tecnologia aplicada ao projeto. Desde disciplinas sobre parametrização na Austrália e também na graduação na UFPE, a cursos particulares sobre modelagem avançada. Dentre essas realizações, a arquiteta cita o *workshop* promovido por Isabella Eloy no GREA 3D como um dos que mais abriram sua mente, e destaca que isso lhe possibilitou conseguir pensar e elaborar assuntos pertinentes ao seu trabalho de conclusão de curso intitulado “Habitação social e o projeto paramétrico: um estudo para o Quinta Monroy”, orientado pela professora Leticia Mendes.

A entrevistada relata que adquiriu o conhecimento nas técnicas de fabricação digital durante a Iniciação Científica, disciplinas de prototipagem rápida ministradas pela professora Leticia Mendes e com a própria equipe do laboratório GREA 3D, onde ela participou de diversas atividades, inclusive o desenvolvimento do seu trabalho de conclusão do curso. Cristina lembra que através das disciplinas, ela foi tendo contato com a produção textual de outras professoras que são referência na área, como Gabriela Celani e Regiane Pupo, e com isso foi entendendo como operar o maquinário. Um aspecto da sua formação que ela julga essencial para sua atuação no laboratório foi a oportunidade de realizar o intercâmbio através do Ciências Sem Fronteiras. Matsunaga afirma que esse momento de sua trajetória foi um divisor de águas na sua carreira e isso mostrou à arquiteta que existiam outros campos de atuação para a sua profissão, o que mais a frente a direcionou a trabalhar junto com o laboratório GREA 3D assim que voltou da sua experiência na Austrália.

A décima e última entrevistada é Alice Gomes, graduanda do curso de Licenciatura em Expressão Gráfica na UFPE. A trajetória acadêmica de Alice está bem no início; ela cursa o 2º período da Licenciatura em Expressão Gráfica e tem participado do laboratório GREA 3D como monitora. Alice ainda não possui nenhuma formação específica em tecnologia, porém acredita que sua facilidade de comunicação com pessoas contribuiu para sua atuação no laboratório. Alice encontrou e conheceu o laboratório durante a pandemia do COVID-19; dessa maneira, sua vivência no mesmo ainda não conta com as movimentações de alunos que geralmente frequentam o laboratório durante as atividades presenciais de ensino.

A entrevistada conta que aprendeu as técnicas de fabricação digital no próprio laboratório GREA 3D e destaca que “o ambiente faz você querer aprender mesmo”. Ela acredita que a mistura de seu interesse pessoal com a possibilidade de acesso a essas tecnologias que o laboratório oferece foram fatores importantes para a sua atuação como monitora no presente.

Ao final dessa etapa de perguntas sobre a construção da carreira de cada um dos protagonistas desta pesquisa, percebe-se que estamos tratando de gerações distintas de profissionais cujos contatos com a fabricação digital também foram distintos. É válido ressaltar que cada um deles está envolto em um contexto político-socioeconômico diferente.

A primeira geração de docentes é a geração que se graduou em meados dos anos 80's. Esse grupo engloba a trajetória das professoras Gabriela Celani e Regiane Pupo. Percebe-se que neste momento, as técnicas de fabricação digital ainda não existiam, porém as ferramentas computacionais iam emergindo e, aos poucos, tomando seus lugares dentro da rotina de trabalho dos profissionais da indústria criativa. Essas entrevistadas obtiveram conhecimento na área das tecnologias digitais no exterior, e é notável a importância da disseminação de conhecimento promovido pela professora Gabriela Celani após seu doutorado no Instituto de Tecnologia de Massachusetts. Seu trabalho no laboratório LAPAC/UNICAMP serviu de base para a capacitação de diversas outras profissionais da área, como a professora Regiane Pupo, que contribuíram para disseminá-los em outras regiões do Brasil

A segunda geração de docentes pesquisados foi graduada em meados dos anos 2000. Essa geração já possui uma relação mais interligada com as ferramentas digitais, sendo o manejo de muitas delas já incluídas na graduação, como softwares de modelagem 3D. Nota-se que o conhecimento na manipulação das técnicas de fabricação digital veio através de práticas em laboratório, pesquisas na internet e capacitações. Esse momento abrange a trajetória dos professores que compõem a coordenação do laboratório GREA 3D: Leticia Mendes, Auta Laurentino, Pedro Aléssio e Sadi Seabra. Essa geração desempenha um papel importante de colaboração com o ecossistema da fabricação digital, participando desde a fundação do laboratório até o trabalho diário mantendo as unidades funcionando.

A terceira geração é a geração composta por alunos e ex-alunos do laboratório GREA 3D, graduados a partir de 2018 em diante. É possível observar

que o contato com as técnicas de fabricação digital, com o tempo, foi sendo incluído na formação acadêmica dos estudantes de graduação, por meio de diversas iniciativas como monitoria, desenvolvimento de trabalho de conclusão de curso, projetos de extensão, projetos de iniciação científica, workshops, entre outros. Percebe-se através dos relatos um movimento de inclusão dessas técnicas de fabricação digital como parte da metodologia e/ou didática dos cursos, que foram paulatinamente transformando o laboratório em uma ferramenta poderosa na construção do conhecimento tecnológico.

Segundo a pesquisa de Herrera et al. (2015) acerca do cenário de implementação de laboratórios de fabricação digital na América do Sul, no contexto acadêmico podemos classificar essa ação em três momentos. O primeiro momento é caracterizado pela organização de laboratórios de fabricação digital na área de arquitetura, resultante de pesquisas e intercâmbios de professores no exterior, principalmente nos Estados Unidos, Espanha e Inglaterra. Neste ponto, podemos exemplificar este primeiro momento com a trajetória da professora Gabriela Celani, fundadora do LAPAC/UNICAMP, que em sua entrevista apontou como fator decisivo para sua atuação com fabricação digital a realização do seu doutorado no Instituto de Tecnologia de Massachusetts - MIT, nos Estados Unidos.

O segundo momento é marcado pelo surgimento de laboratórios montados pela iniciativa institucional ou pessoal de professores do campo, não sendo consequência direta de intercâmbios no exterior e sim de referências regionais e internacionais, este último através de rede de contatos (HERRERA et al., 2015). É o exemplo que pode ser aplicado às trajetórias das professoras Regiane Pupo, fundadora da rede Pronto 3D, e Leticia Mendes, fundadora do GREA 3D/UFPE. Ambas mencionam em suas entrevistas que o doutorado com a professora Gabriela Celani foi um fator decisivo para seus envolvimento com a carreira na área da fabricação digital.

O terceiro momento, contemporâneo, é identificado pelo surgimento de núcleos internos às regiões a partir da formação de professores, pesquisadores e profissionais arquitetos, e visualizamos também a colaboração neste processo, a profissionais de design, “nativos digitais” que tem colaborado na fundação de laboratórios em academias de pesquisa e ensino, ou em escritórios que trabalham com tecnologias digitais de produção (HERRERA et al., 2015).

Podemos associar esse contexto à terceira geração de entrevistadas formada pelas arquitetas Isabella Eloy, Cristina Matsunaga, Carla Marzo e a estudante Alice Gomes. Ainda que nenhuma delas tenha seguido implementando laboratórios de fabricação digital, como descreve os autores, por motivos claros como estarem no início de suas carreiras, essas agentes têm uma formação que permitiu o acesso a tecnologias de fabricação digital dentro de suas universidades de origem. O que aponta para uma mudança no contexto da apropriação tecnológica, que vem sendo integrada no currículos dos cursos universitários. Isabella Eloy e Cristina Matsunaga ressaltam que os seus envolvimento com o laboratório GREA 3D estão diretamente ligados às suas trajetórias na área da fabricação digital.

3.3 REDES DE APOIO

O presente subtópico aborda questões sobre a rede de apoio familiar dos entrevistados e suas dificuldades para ascensão profissional na área. Aqui, serão discutidos o papel da família no incentivo da carreira desses profissionais e como se dá o entendimento dessas jornadas por pessoas que não são da área. A apresentação dos dados está organizada de modo a favorecer a reflexão sobre a influência das relações entre gênero e geração que são correntes na sociedade mais ampla, dentro da sistemática interna das atividades do laboratório GREA 3D.

A primeira entrevistada, Gabriela Celani, aponta que sua família acredita que ela trabalha e se dedica demais. Ela completa dizendo que: *“O apoio seria muito importante, mas independente de ter ou não, eu escolhi seguir em frente”*. Sua família entende de forma geral o que é o seu trabalho e já aconteceu situações onde a professora levou uma impressora 3D para sua casa. Sobre dificuldades de ascensão profissional na área, Celani acredita que não passou por nenhuma dificuldade. Ela aponta que sente que existe uma “preferência” por destinar cargos administrativos para homens e cargos de assessoria para mulheres, numa reflexão sobre cargos de prestígio maior serem designados ao público masculino. Ela continua a reflexão dizendo que, de maneira geral, tudo que está relacionado a ganhar mais dinheiro é destinado aos homens.

A segunda entrevistada, professora Regiane Pupo, afirma que tem incentivo por parte de sua família. Ela lembra da sua infância no barracão do seu avô praticando pintura e outras atividades manuais. Pupo considera que toda sua família é *“maker”*, no que diz respeito ao interesse e desenvolvimento de atividades

manuais, criação e reparo de artefatos. Sua família tem consciência do seu trabalho e os próprios artefatos produzidos e espalhados por sua casa não deixam de negar. Quando perguntado sobre as dificuldades de ascensão na área por ser mulher, Regiane acredita que não sofreu nenhum tipo de barreira.

A terceira entrevistada, professora Leticia Mendes, narra que possui o apoio familiar, onde sua mãe acha interessante o trabalho desenvolvido pelo laboratório e seu marido, além de incentivá-la, já participou de projetos de extensão no GREA 3D. Leticia acredita que diferentes gerações possuem diferentes entendimentos sobre seu trabalho com tecnologia. Sua mãe, por exemplo, entende o objetivo da impressora a laser, porém seu marido entende também o potencial que essas tecnologias oferecem, os impactos que causam e os projetos que o laboratório GREA 3D desenvolve. Sobre sua ascensão na área, Leticia considera que não sofreu dificuldade por ser mulher: ela aponta que teve uma ascensão rápida no caminho entre mestrado e doutorado e acredita que teve muita sorte de estar nessa etapa da sua trajetória em contato com as professoras Celani e Pupo. Ao longo da sua trajetória acadêmica, ela menciona também que notou um tratamento diferenciado por parte de outros doutorandos que trabalhavam com ela no laboratório por ser mulher ocupando esse espaço.

A quarta entrevistada, a professora Auta Laurentino, conta que possui o apoio de sua família, em especial da sua família núcleo, composta por marido e filha, que se incentivam muito. Ela conta que o entendimento sobre o que se trata seu trabalho depende da geração com quem se conversa. As gerações mais novas possuem uma consciência maior sobre o trabalho que ela vem realizando, enquanto as mais velhas têm o entendimento geral de que ela estudou muito. Atualmente, suas sobrinhas já valorizam fortemente seu trabalho. Auta acredita que não enfrentou nenhuma dificuldade na sua ascensão profissional por ser mulher na área e abre um questionamento ao dizer que teve “sorte” ou intimidou (possíveis reações e abordagens antagônicas, competitivas ou agressivas) por sua postura de “brava”.

O quinto entrevistado, professor Pedro Aléssio afirma que tem o incentivo de sua família em relação ao seu trabalho e que sempre é estimulado por eles. Segundo o entrevistado, sua família entende bem sua atuação tanto na parte de trabalho com games quanto na oficina com o maquinário de fabricação digital. Pedro frisa que todo mundo conhece a “moda *maker*” e “*a prática revela na hora que o negócio é de outro mundo*” se referindo a capacidade de entendimento do

funcionamento das técnicas de fabricação digital quando se observa o processo de materialização dos artefatos.

O sexto entrevistado, professor Sadi Seabra acredita que a família tem dificuldades em entender a dinâmica de trabalho de um pesquisador. Ele afirma que sempre teve apoio por parte de sua família, porém às vezes acontecem desentendimentos em relação à rotina de trabalho. O professor lembra também que seu recente projeto de produção de equipamentos de proteção individual para o combate à pandemia do COVID-19 trouxe um maior entendimento para a sua família sobre a prática do seu trabalho. Sadi revela que não encontrou dificuldades de ascensão na área e que o grande impasse no trabalho é a falta de investimento.

A sétima entrevistada, a arquiteta Carla Marzo reconhece que possui o apoio da sua família e que isso é fundamental para sua carreira profissional. Ela afirma que seu trabalho atual que envolve tecnologias, como o sistema BIM - *Building Information Modeling*, em português Modelagem de Informação da Construção, possui um reconhecimento maior do que os projetos que desenvolvia como arquiteta autônoma. Essa afirmação evidencia além da utilidade propriamente dita, o valor simbólico da tecnologia. A fala é bem expressiva do cenário de compreensão das tecnologias digitais em um momento bem recente de um pouco antes, mas sobretudo durante e após o quadro pandêmico. A entrevistada acredita que sua família entende seu trabalho com tecnologia mais de uma forma abstrata, onde ela sempre tenta fazer paralelos com outros campos de atuação para facilitar o entendimento, que nem sempre é alcançado. Sobre as dificuldades de ascensão na área por ser mulher, Carla acredita que nunca percebeu nenhum obstáculo, porém deixa claro que nunca tentou trabalhar apenas na área de tecnologia.

A oitava entrevistada, a doutoranda Isabella Eloy reconhece que tem o apoio e incentivo da sua família na sua carreira profissional. Isabella reitera que possui uma irmã arquiteta e dois irmãos programadores, e seus pais sempre os estimularam a seguirem as carreiras profissionais que quisessem. Ela afirma que isso é muito importante para ela e para a construção da sua carreira. Através de suas pesquisas sobre gênero, Isabella reflete que essa rede de apoio é muito importante e se sente privilegiada em termos de estar presente em um ambiente familiar com condições psicológicas, financeiras e sociais favoráveis ao desenvolvimento de seus estudos. A entrevistada pontua que na apresentação do seu trabalho de conclusão do curso de arquitetura e urbanismo, sua família não

estava entendendo o assunto, porém estavam presentes apoiando. Ela acredita que seu núcleo familiar entende que seu trabalho envolve tecnologia e arquitetura, e aproveitando que seus irmão começaram a cursar ciências da computação, ela tenta explicar que é uma mistura dos dois.

Quando questionada sobre dificuldades de ascensão profissional na área por ser mulher, a entrevistada narra que obviamente percebe que em alguns momentos de suas atividades de formação, a quantidade de mulheres nesses ambientes é extremamente menor. Em um trabalho realizado no ano passado, ela conta que era a única mulher na equipe composta por cinco pessoas. Ela afirma que ainda não teve nenhum obstáculo, porém também não possui tanta experiência na área.

A nona entrevistada, a arquiteta Cristina Matsunaga afirma que seus pais sempre a deixaram livre para fazer as escolhas profissionais, porém após um tempo surgiram questionamentos como “Porque você não escolheu medicina? Porque você não escolheu Tecnologia da Informação?”. Cristina reitera em sua fala que seus pais sempre lhe incentivaram e que nunca foram um obstáculo para a sua jornada. Um aspecto interessante de seu discurso é quando Matsunaga cita que o problema que possui quando se trata de tecnologia aplicada é que não se consegue estabelecer um diálogo direto com pessoas leigas no tema. Ela ressalta que chega em um estágio onde as pessoas que não são da área não conseguem entender o nível de abstração que tem na tecnologia e para que isso serve. Ela exemplifica contando que não consegue explicar o seu trabalho para a sua avó por exemplo.

Cristina cita que seus pais até hoje não entendem bem o propósito do seu trabalho de conclusão do curso, que aborda parametrização e codificação. Fica evidente que o diálogo entre gerações mais distantes em torno de temas tecnológicos, entre eles os relativos às tecnologias digitais, vai se complicando. Isso se estende também para os conhecimentos mais complexos de diversos campos científicos, inclusive as discussões sobre gênero nas ciências sociais, a própria genética como ramo mais recente da biologia, entre outros.

Sobre dificuldades de ascensão profissional na área por ser mulher, Matsunaga aponta que se sente um pouco intimidada, pois quando vai a simpósios e cursos normalmente as mulheres são minoria tanto como participantes quanto docentes à frente dessas iniciativas. A entrevistada relata que no último curso na área em que participou tinha a presença de uma docente mulher à frente da iniciativa, e que são momentos como esse, de representatividade, que ela precisa

para se espelhar, e de certa forma se reconhecer pertencente àqueles lugares. Outra dificuldade apontada foi a presença de discursos com “*mansplaining*” (do inglês: *man* = homem, e *splaining* = a forma informal do verbo *explain*, que significa explicar) que é a prática machista implementada por certos homens (ou mesmo por mulheres com visão pouco elaborada das relações de gênero ou de gerações) de tentar explicar às mulheres algo que elas já sabem, ou visões parciais e comprometidas com o sexismo, dos problemas enfrentados.

A décima entrevistada, a graduanda Alice Gomes afirma contar com o apoio da sua família e reflete que isso é estimulante para a sua carreira. Ela conta também que dentre os trabalhos desenvolvidos, sua família entende bem a modelagem tridimensional. Sobre as dificuldades de ascensão na área por ser mulher, Alice, que ainda está no início da graduação, reflete que foi impactante perceber que tem poucas mulheres na área. Ela afirma que já tinha noção de que dentro dessa área de tecnologia havia mais homens, mas que a vivência dessa situação na prática é diferente. Em suas palavras: “*Se relacionar com mulheres parte de outro lugar*”, fala que nos parece já estar dotada de uma vivência de gênero diferenciada, própria da sua geração, mas também da sua experiência no Centro de Artes e Comunicação.

Esses dados nos trazem a análise de que no tópico sobre o apoio familiar nota-se um suporte positivo por parte das famílias, porém certa dificuldade de entendimento por parte das gerações mais antigas/leigos sobre essa tecnologia aplicada. No tópico discriminação, os relatos das gerações mais novas trazem clara a consciência de estarem trabalhando em uma área onde há uma sub-representação feminina, mas isso não parece intimidar as entrevistadas, que se mostram fortes na defesa de seus espaços profissionais. Cris Matsunaga relata também perceber a prática de “*mansplaining*” em ambientes de simpósios e cursos sobre tecnologia. As entrevistas mostram que à medida que as gerações passam, as mulheres ficam mais conscientes das violências simbólicas que sofrem nesses ambientes, que hoje tem nomes específicos. A noção de representatividade e sua importância também tem sido mais acentuada com o tempo. Hoje, as pessoas se dão conta que representatividade realmente importa, seja ela em quaisquer âmbitos.

3.4 DESAFIOS E ESPERANÇAS

Na parte das entrevistas em que tratamos dos “Desafios e Esperanças” os entrevistados foram questionados sobre suas visões acerca do futuro da área em

relação a equidade de gênero. De maneira geral, todas as mulheres entrevistadas se consideram feministas. Isso de acordo com o conceito pessoal de cada uma delas sobre o que é ser feminista. Os relatos abaixo estão relacionados com a pergunta sobre como os entrevistados (mulheres e homens) enxergam os maiores desafios da inserção feminina nos campos tecnológicos daqui para a frente.

A professora Gabriela Celani acredita que ainda existem certas suposições atreladas às atividades que mulheres devam fazer. Ela pontua que ainda existem suposições sociais, de forma geral para sociedade. Como por exemplo, atribuir a tarefa de dedicar mais tempo para cuidar dos pais idosos.

Regiane Pupo considera que o maior desafio para a inserção feminina na área ainda é a abertura. Essa percepção retoma a importância de abrir esses espaços e criar iniciativas para estimular a inserção e também o mantimento das mulheres nesses cursos tecnológicos.

Já a professora Leticia Mendes não tem um olhar muito otimista sobre as mudanças que vêm ocorrendo. Ela afirma que mesmo que esteja se discutindo sobre as iniciativas para a inserção feminina nessas áreas, ainda observa muito machismo atrelado a esses espaços. Leticia julga que não vai ser fácil, e completa dizendo que a esperança está em promover ações para atrair meninas, e que cada vez que tem mais meninas no laboratório isso lhe dá mais esperança. Leticia cita que assim como ela, que se sente fruto do trabalho da professora Gabriela Celani e Regiane Pupo, outras alunas também se interessam por desenvolver laboratórios de fabricação digital.

Na perspectiva da professora Auta Laurentino, um dos maiores desafios para as mulheres na área tecnológica é terem condições de começar e terminar seus estudos, diante de desafios como conciliar a vida prática com estudos, cuidados com a família, deveres domésticos, gravidez, entre outros.

O professor Pedro Aléssio acredita que os obstáculos a serem superados pelas mulheres na tecnologia consistem em uma questão cultural. Ainda existe a necessidade de superar as imposições da sociedade através de ações contraculturais, de mostrar constantemente que as mulheres podem ocupar esses espaços tecnológicos. O desafio é ter sempre os ambientes de tecnologia rodeados de meninas. A proposição técnica e teórica é igual para todo mundo; a cultura que engloba esses lugares é o que precisa dar abertura para as mulheres e ideias

criativas. Pedro tem a percepção de que as meninas são mais colaboradoras nas atividades desenvolvidas e os meninos mais competitivos.

No entendimento do professor Sadi Seabra, o ponto chave dos próximos passos deve incluir projetos de incentivo. Ele afirma que “precisamos criar nesses espaços (tecnológicos) um ambiente em que a mulher se sinta pertencente.” Sadi constata também que no ambiente *maker* tem a questão dos meninos tomarem a frente de atividades relacionadas à manipulação e restauro de máquinas. Ele percebe também que algumas vezes as meninas, dentro dessa situação, nem tentam exercer essas atividades.

A arquiteta Carla Marzo acredita que o principal desafio para as mulheres que constroem carreiras na área de tecnologia é ganhar espaço no mercado de trabalho. Carla pontua que a parte do curso e ambiente profissional da computação ainda é muito hegemonicamente masculina. Carla conta que vê com ótimas perspectivas os movimentos de inserção de mulheres na área de programação, e sempre procura participar deles. Não só pela área da programação em si, mas porque ela acredita que a programação vai estar em todos os âmbitos em um futuro próximo e, dessa forma, vai servir para outras áreas profissionais também. A arquiteta observa que gênero não importa para essa profissão; sendo assim, esse aprendizado em programação traz a oportunidade necessária para as profissionais da área mostrarem seu potencial.

A doutoranda Isabella Eloy tem uma visão mais sistemática sobre a origem do problema que enfrentamos hoje nas barreiras que as mulheres enfrentam nas áreas tecnológicas. Isabella aponta a necessidade de mudar a estrutura dos algoritmos dos sistemas que estão estruturando a nossa sociedade. A arquiteta ressalta a falta de neutralidade dessas ferramentas, desses processos científicos e da crença cega na tecnologia. Ela segue o raciocínio traçando três pontos a serem seguidos nesta busca: 1. Reconhecer a falta de neutralidade das ferramentas tecnológicas; 2. Indagar o que pode fazer para as bases dos algoritmos serem modificadas; 3. Trazer mais representatividade para as mulheres, e também para outros grupos sub-representados como pessoas com necessidades especiais.

A arquiteta Cristina Matsunaga acredita que o principal desafio para as gerações futuras é fazer com que as meninas enxerguem as carreiras tecnológicas como uma possibilidade. Dessa forma, evitando que elas cresçam se afastando dos campos da Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, também conhecida como

STEAM (STEAM é um acrônimo na língua inglesa para “*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*”) marcados pela hegemonia masculina.

A graduanda Alice Gomes ressaltou uma percepção sobre uma característica que considera sutil nos ambientes *maker*. Alice infere que o universo *maker* propaga um ecossistema desprendido de preconceitos e que essa imagem construída passa a ideia de que uma situação de machismo não pode ocorrer nesses lugares. Ela pontua que é preciso reconhecer que ainda há muita coisa para melhorar nas dinâmicas de trabalho nesses espaços tecnológicos. A entrevistada completa dizendo: “*Quando não se reconhece que tem essas questões, fica ainda mais difícil de tratar*”. Esta fala traz a lógica de análise de reconhecer que tem um problema para então se seguir buscando uma solução. Alice acredita que a tendência é que mais mulheres ocupem esses espaços de tecnologia, e finaliza seu discurso informando que fica esperançosa ao saber de iniciativas para a integração das meninas nas práticas tecnológicas que estão surgindo.

4 A VISÃO SOBRE O DESIGN NO LABORATÓRIO

Neste capítulo apresentaremos um delineamento da estrutura e dinâmica de trabalho do laboratório de fabricação digital GREA 3D - UFPE coordenado pela professora Leticia Mendes, juntamente com os docentes Auta Laurentino, Sadi Seabra e Pedro Aléssio.

Em seguida traremos um aprofundamento na discussão sobre o design nesse ambiente tecnológico com reflexões sobre os projetos priorizados pelo laboratório GREA 3D - UFPE. A proposta é refletir sobre a ideia de gendramento nos projetos de pesquisa e produtos tecnológicos eleitos pelo laboratório através das contribuições metodológicas trazidas pela autora Londa Schiebinger (2014) sobre análise de sexo e gênero na produção científica.

4.1 O PAPEL DO LABORATÓRIO DE FABRICAÇÃO DIGITAL NA CONSOLIDAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE O TEMA

Diante das potencialidades das ferramentas de produção digital no mercado e também como instrumento pedagógico, fica claro a importância do ambiente acadêmico quanto ao proporcionar oportunidades de aproximação com essas tecnologias através das experiências didáticas. A implementação dos laboratórios de fabricação digital são pontos-chave nesse movimento de apropriação tecnológica, contribuindo para as atividades de ensino, pesquisa e extensão. Além disso, os laboratórios abraçam a multiplicidade dos aparatos tecnológicos em suas atividades, promovendo espaços de troca de conhecimentos de diversas áreas.

O laboratório GREA 3D, foco deste capítulo, está vinculado ao Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Este departamento é responsável por disciplinas que trabalham com Geometria Gráfica e representação gráfica de projetos (MENDES; LAURENTINO; SEABRA FILHO; ALESSIO, 2020), sendo, assim, provedor de ofertas de componentes curriculares de cursos como Arquitetura e Urbanismo, Engenharias, Química industrial, Licenciatura em Matemática, Licenciatura em Expressão Gráfica, entre outros.

Segundo as entrevistas realizadas com os coordenadores do GREA, o laboratório produz artefatos de diversas naturezas para os cursos os quais atende. Para o curso de Arquitetura e Urbanismo são produzidas maquetes, modelos e

protótipos para estudos volumétricos; em disciplinas parceiras com o curso de Design são fabricadas miniaturas de bonecos, quebra-cabeças, artefatos de joalheria e outros produtos; no conjunto das Engenharias, o laboratório produz peças navais, entre outras especialidades e já desenvolveu robôs junto com a equipe de Robótica Maracatronics. Dentre outros projetos, durante a pandemia do COVID-19, o GREA 3D voltou seus esforços para a produção de peças para respiradores mecânicos e máscaras de proteção facial do tipo *Face Shield*. Neste momento, o laboratório passou da sua proposta de experimentação para a seriação de um produto final em prol da sociedade, considerando o contexto da crise sanitária. Mais detalhes deste projeto serão discutidos no tópico a seguir.

O laboratório conta com um maquinário diversificado que trabalha com tecnologias como: Impressão 3D, Corte e gravação à laser, Digitalização de objetos tridimensionais, Fresagem CNC de médio porte, Termoformagem, Plotter de recorte, Injetora de plástico, Impressora de resina e cortadora de vinil. Os coordenadores têm interesse em adquirir novas máquinas como prensas e extrusoras¹² para incrementar e otimizar seus projetos e experimentos. A professora Leticia Mendes aponta os projetos do GREA 3D submetidos a editais como fator principal que determina o investimento nessas tecnologias. Ela explica que os recursos arrecadados em projetos com agências de fomento são investidos em novas tecnologias que fazem parte da metodologia do projeto contemplado ou, em outros casos, quando o recurso não está diretamente associado a um projeto, os coordenadores se reúnem para identificar qual a tecnologia que se faz relevante ao laboratório e que o mesmo ainda não possui, para então investir.

A professora Leticia também pontua que no momento gostaria de adquirir um braço robótico para o laboratório, fato que os autores Sperling et al (2015) indicam como próximo passo na evolução dos laboratórios de fabricação digital na América Latina, segundo seu trabalho de mapeamento de laboratórios de fabricação digital orientados para Arquitetura e Urbanismo na América do Sul. De acordo Sperling et al (2015), essa etapa vem seguindo a tendência já existente em algumas escolas de arquitetura americanas e européias. Ainda sobre os aspectos decisivos no investimento em novas tecnologias, os professores Auta Laurentino e Sadi Seabra

¹² A Extrusora é um equipamento muito utilizado na indústria do plástico na fabricação de produtos contínuos como filmes, perfis, tubos, monofilamentos, entre outros. Além da produção de material granulado novo e reciclado (PLÁSTICO VIRTUAL, 2022).

citam a importância de emendas parlamentares no processo de implementação e investimento no laboratório.

No que diz respeito à materialidade dos ensaios promovidos pelo GREA 3D, a coordenadora Auta Laurentino destaca que o espaço é muito aberto à experimentação, como já indica o próprio nome do citado equipamento. Em termos de materiais, nas modelagens trabalha-se com diversos tipos de papéis como papelão e paraná, EVA, acrílico, acetato, napa, filamento plástico, compensado de madeira, entre outros (Imagem 8).

Imagem 8 - Laboratório GREA3D localizado na UFPE, Recife.



Fonte: Site Laboratório GREA 3D (2022).

Segundo a coordenadora Leticia Mendes, a divisão de trabalhos no laboratório vai de acordo com o perfil dos professores; sendo as tarefas, dessa forma, direcionadas em coerência com o que cada professor vem pesquisando. No que diz respeito ao acesso às tecnologias, o aluno que estiver atrelado a alguma disciplina em parceria com o GREA 3D, ou a algum projeto vinculado a um dos professores, pode manipular o maquinário se souber, ou até mesmo aprender a manipulá-lo com a ajuda dos monitores do laboratório.

4.2 OS PROJETOS PRIORIZADOS PELO GREA 3D

Com base na compreensão do modelo de análise estabelecido por Londa Schiebinger (2014) discutidos no capítulo 2, levantamos os seguintes questionamentos relacionados a gênero sobre os projetos priorizados pelo laboratório GREA 3D trabalhados a seguir: **(a) Repensando as prioridades de**

pesquisa: para quem o projeto é destinado?; b) Repensando os modelos de referência: de onde vem o padrão a ser desenvolvido?; (c) A ideia que abarca o projeto tem gendramento ou não?. O laboratório Grupo de Experimentação em Artefatos 3D - GREA 3D, implementado em 2016, é associado ao Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal de Pernambuco, responsável por disciplinas sobre Representação Gráfica de projetos de diversas áreas e Geometria Gráfica. A implementação do laboratório foi possível graças aos recursos recebidos via emenda parlamentar da deputada federal Luciana Santos para a aquisição de equipamentos, junto com o apoio de agências de fomento, sendo elas a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (Proexc) e Pró-Reitoria para Assuntos de Pesquisa e Pós-Graduação (Propesq) (UFPE, 2017).

As atividades desenvolvidas no laboratório são voltadas à graduação e exclusivamente para fins acadêmicos, onde o espaço serve como uma ferramenta metodológica para ensino, pesquisa e extensão na universidade. Um dos objetivos do lugar é proporcionar melhorias e atualização no currículo dos cursos, possibilitando a aproximação dos alunos com essas ferramentas de produção digital durante suas formações acadêmicas, inserindo a tecnologia nas suas trajetórias pela graduação (MENDES; LAURENTINO; SEABRA FILHO; ALESSIO, 2020).

Nas atividades voltadas para o ensino, através de algumas disciplinas planejadas para serem executadas com a parceria do GREA 3D, os alunos têm a oportunidade de experimentar e se apropriar das tecnologias digitais de prototipagem rápida e fabricação digital, e também a representação tridimensional aplicadas a projetos. Dentre as disciplinas que já foram realizadas em parceria com o laboratório estão: Tópicos em Desenho de Robótica, Tópicos em Computação Gráfica, Representação Gráfica para Engenharias e Desenho aplicado ao Design (MENDES; LAURENTINO; SEABRA FILHO; ALESSIO, 2020).

O laboratório também promove atividades de Pesquisa e Extensão que impulsionam a diversidade de atuações e parcerias, enriquecendo as experiências didáticas dos alunos e docentes. Essas atividades demonstram na prática o potencial das ferramentas digitais em diferentes áreas de conhecimento, dando ênfase ao seu caráter multidisciplinar. As atividades de Extensão já realizadas envolvem diferentes propostas, como por exemplo: Curso de Jóias com a designer pernambucana Cris Lemos da marca CIS Jóias, Curso de Impressão 3D com

objetivo de capacitar o público-alvo interno e externo à UFPE, Projeto de Extensão Protótipo Pilar com o desenvolvimento de oficinas artísticas junto com as crianças e adolescentes da Comunidade do Pilar, Recife.

Como atividades de Pesquisa desenvolvidas segundo levantamento produzido por Mendes et al (2020), podemos citar o Workshop de Modelagem Paramétrica e prototipagem rápida que se constituiu como uma das etapas do projeto de pesquisa intitulado “O Uso da Modelagem Paramétrica e prototipagem rápida no ensino de Expressão Gráfica”, e a pesquisa “Personalização de Habitação de Interesse Social (HIS) no Brasil” que buscou explorar métodos construtivos mais eficientes e sustentáveis no desenvolvimento de projetos habitacionais (MENDES; LAURENTINO; SEABRA FILHO; ALESSIO, 2020).

No contexto apresentado, fica claro como as técnicas de fabricação digital transitam por diversas áreas de conhecimento, e auxiliam o desenvolvimento de projetos em cursos como Arquitetura, Design, Engenharias ou outras áreas fora do Centro de Artes e Comunicação - CAC, criando um ambiente interdisciplinar no laboratório, onde a troca de conhecimento é estimulada e compõe a ideologia do lugar.

A partir do material empírico colhido sobre o laboratório durante as entrevistas realizadas com os coordenadores do GREAD 3D, foram escolhidos dois projetos para serem discutidos nessa pesquisa, sendo eles: 1. O projeto “A Fabricação Digital no combate à Covid-19”; 2. O projeto “A arte manual e digital na produção de artefatos artesanais de Pernambuco” em parceria com a ASSOCIAPE - Associação dos Artesãos de Pernambuco. Diante dos diversos trabalhos realizados pelo laboratório, esses dois em específico foram citados nas entrevistas com os coordenadores como projetos em destaque que mais contribuíram para a sociedade e/ou que mais gostaram de participar.

Segundo a professora Leticia Mendes, dentre os projetos de maior destaque do laboratório no aspecto social está o projeto Hygia, de produção de escudos faciais para o combate à pandemia do covid 19. Outro projeto destacado por Leticia é a parceria do laboratório no projeto com a Associape, junto com as artesãs de Pernambuco. Ao ser perguntado se o laboratório dispunha de algum projeto/trabalho que avance mais na perspectiva de gênero, a coordenadora conta que atualmente está sendo organizada uma iniciativa para promover oficinas de fabricação digital apenas para meninas, na faixa etária de 15 a 25 anos. O público alvo deste projeto

terá foco totalmente feminino visando incentivar e despertar o interesse das meninas a ingressarem nas carreiras tecnológicas.

A professora aponta que essa preocupação do laboratório é recente, e que o foco que está tendo agora para as questões de gênero vem boa parte da realização dessa pesquisa, que teve impacto trazendo essa discussão para o laboratório. A entrevistada ainda ressalta que consegue enxergar que a maior inserção de alunos no GREA 3D são de meninos. Na entrevista com o coordenador Sadi Seabra, o entrevistado destaca também o projeto Hygia de combate ao COVID-19, como projeto que mais contribuiu para a sociedade e/ou gostou de participar.

Tendo delimitado esses dois projetos desenvolvidos pelo laboratório para serem analisados, os tópicos a seguir apresentam uma visão crítica das iniciativas trazendo a discussão sobre o gendramento das propostas, seguindo os pensamentos da autora Londa Schiebinger (2014) sobre métodos de análise de sexo e gênero.

4.2.1 “A Fabricação Digital no combate à Covid-19”

O projeto de extensão intitulado “A Fabricação Digital no combate à Covid-19” foi executado pelo Departamento de Expressão Gráfica - DEG do Centro de Artes e Comunicação - CAC da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. O projeto, realizado em 2020, concentrou os esforços do laboratório GREA 3D para a produção de escudos faciais, através das tecnologias de fabricação digital, para a proteção dos indivíduos contra o vírus SARS-CoV-2 (novo coronavírus). Essa ação uniu a fabricação digital e o design a serviço da sociedade na luta contra a crise sanitária que se instalou a nível global sem precedentes.

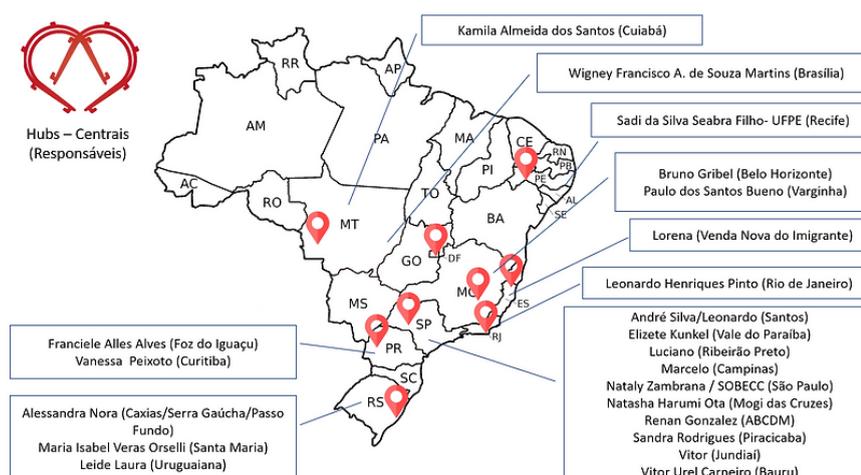
A pandemia do Covid-19 afetou de forma profunda a sociedade em escala global e trouxe consequências severas também para a indústria. Em meados de 2020, logo no início da crise sanitária, o setor responsável pela fabricação de Equipamentos de Proteção Individual - EPI's, não conseguiu suprir a demanda não planejada que surgiu por máscaras, uma vez que esse elemento se tornou essencial para a proteção contra o contágio do vírus que se propaga via espirro, tosse, gotículas respiratórias ou contato com superfícies contaminadas (BRASIL, 2021b). Além da necessidade de máscaras, outros artefatos também entraram em escassez como os respiradores mecânicos e as válvulas Venturi - válvula que se interliga à

máscara facial do paciente para fornecer oxigênio e que precisa ser trocada a cada oito horas para garantir seu uso correto (ESTADÃO, 2020).

Dessa forma, para ajudar a suprir essa grande demanda, uma rede de colaboração foi criada dentro do Movimento *Maker* durante a pandemia e contou com a ajuda de voluntários de diversas áreas para a produção e distribuição emergencial desses artefatos essenciais no combate à pandemia utilizando técnicas de fabricação digital, em destaque a manufatura aditiva como a impressão 3D. Sendo assim, o objetivo do projeto “A Fabricação Digital no combate à Covid-19” liderado pelo laboratório GREA 3D foi produzir escudos faciais para serem doados aos profissionais de saúde do estado de Pernambuco e também para os profissionais dos serviços essenciais (SEABRA FILHO et al, 2021).

Segundo SEABRA FILHO et al (2021), foi utilizado como modelo de referência o Projeto Hígia, projeto social sem fins lucrativos de atuação nacional, que além de desenvolver as versões da máscara/escudo facial, articulou também uma rede de ação *maker* com o objetivo de ampliar a iniciativa e aumentar o número de artefatos produzidos. Sendo assim, o Laboratório GREA 3D integrou essa ação coordenando o projeto em Pernambuco através da chefia do coordenador Sadi Seabra (Imagem 9).

Imagem 9 - Responsáveis pelo Projeto Hígia espalhados pelo Brasil.



Fonte: Site Projeto Hígia (2022).

O Projeto Hígia é uma iniciativa nacional desenvolvida por um grupo de voluntários civis voltada para a produção e distribuição de protetores faciais através

da impressão 3D para hospitais e profissionais da saúde que atuam no combate à COVID-19 (PROJETO HÍGIA, 2020). De acordo com SEABRA FILHO et al (2021), no início da colaboração do laboratório GREA 3D com o projeto Hígia PE, as expectativas giravam em torno de conseguir produzir cerca de 2.000 escudos faciais. Porém, com o aumento da demanda causada pelo agravamento da pandemia e também, felizmente, o aumento do apoio recebido, foram produzidos 5.305 protetores faciais entre o período de março a setembro de 2020, um dos momentos mais críticos da pandemia.

Na sua entrevista para essa pesquisa, o coordenador Sadi conta que esse projeto foi seu primeiro projeto “grande” sob sua responsabilidade, anteriormente ele colaborava com o projeto de outros professores. Ele afirma que, em uma visão geral, o projeto de combate à COVID-19 conseguiu cooperar com mais de 30 mil impactos sociais, chegando até a produzir peças que reativaram 7 leitos de UTI.

O entrevistado aponta que esse projeto trouxe impacto para o laboratório pois conseguiu um bom recurso para sua atuação e produziu muito para a sociedade. A equipe do projeto foi formada por 35 integrantes no total, sendo eles: 8 professores de instituições federais (Universidade Federal de Pernambuco - UFPE e Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE); 4 servidores federais; 9 graduandos da UFPE e 4 voluntários externos (SEABRA FILHO et al, 2021).

Nesse movimento de atendimento à comunidade externa da UFPE, o projeto contou com a participação e cooperação de parceiros fundamentais para a realização da iniciativa, dentre eles destacam-se o apoio da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Associação dos Docentes da UFPE (Adufepe), Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da UFPE (Fade-UFPE), Sindicato dos Servidores Públicos Federais no Estado de Pernambuco (Sindsep), Projeto Hígia Nacional, Robôcin (Grupo de pesquisa em robótica do Centro de Informática da UFPE), Instituto Clio e o Ministério Público do Trabalho (MPT). Além do laboratório GREA 3D, onde se situou a parte principal de montagem e logística do projeto, a ação contou com o auxílio dos laboratórios LaCA2I (Laboratório de Concepção e Análise de Artefatos Inteligentes do Departamento de Design da UFPE) e o Life UFRPE (Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores do Departamento de Matemática da UFRPE).

Nas estratégias de análise de sexo e gênero trazidas pela autora Londa Schiebinger (2014), uma delas alerta sobre a importância de **repensar as**

prioridades da pesquisa. Trazendo esse fator para o projeto estudado, observamos que essas iniciativas de combate a pandemia deixaram claras as alianças buscadas pelos interessados nas causas sociais coletivas, fazendo uso das ferramentas de fabricação digital como instrumento que pode ajudar na transformação social. O laboratório envolvido na ação, cujo foco estava fixado no desenvolvimento exclusivo de atividades vinculadas à universidade, passou por um processo de remanejamento de prioridades, voltando o foco da produção para uma demanda social que extrapola os limites da comunidade acadêmica.

Dentro da lógica de distribuição dos artefatos produzidos no laboratório, foram priorizadas unidades hospitalares e de saúde pública do estado de Pernambuco, secretarias de saúde municipais e outras instituições associadas ao combate à COVID-19 (SEABRA FILHO et al, 2021). Naquele momento da pandemia (maio a setembro), o mais urgente a se fazer era proteger quem estava na linha de frente do combate ao novo coronavírus e os profissionais dos serviços essenciais. Dessa forma, identificamos que a iniciativa se preocupou com a sociedade, num âmbito geral, seguindo as prioridades impostas pelo estágio da crise sanitária, sem nenhuma distinção de gênero em suas prioridades de pesquisa.

Observa-se também que esse tipo de iniciativa evoca um resgate do aspecto social e coletivista do design através das ações de combate à pandemia. Aspecto esse que muitas vezes vem sendo deixado de lado nas práticas contemporâneas dentro de uma lógica mercadológica a ser seguida. As propostas de enfrentamento à COVID-19 se voltaram para uma perspectiva coletivista e inclusiva, contando com a ajuda de destaque da comunidade *maker*.

O projeto “A Fabricação Digital no combate à Covid-19” foi fruto do interesse em auxiliar a comunidade protagonizando processos colaborativos em cada uma de suas etapas. Não se pode deixar de pontuar que, enquanto a comunidade não media esforços para combater a pandemia, o governo tomava decisões equivocadas e espalhava inverdades sobre a gravidade da doença e contágio. Sendo assim, os esforços que o laboratório direcionou para esse enfrentamento se torna ainda mais imponente dentro de uma lógica onde alguns líderes que deveriam estar a todos postos nesse embate contra a disseminação do novo coronavírus, estavam tomando atitudes na direção contrária e influenciando grandes massas a seguir o mesmo caminho errôneo e, muitas vezes, mortal.

Um segundo aspecto trazido por Schiebinger (2014) na análise de sexo e gênero é a necessidade de **repensar os modelos de referência**. Esse tópico enfatiza a urgência por questionar o padrão estabelecido como modelo no fazer tecnocientífico. Durante os esforços para o combate à pandemia, vários modelos de protetores faciais foram projetados e concebidos. Em 2020, diante da urgência por protetores faciais para evitar contágio do coronavírus, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, flexibilizou a produção de EPIs segundo a Resolução RCD nº 356, de 23 de março de 2020 que declara:

Art. 2º A fabricação e importação de máscaras cirúrgicas, respiradores particulados N95, PFF2 ou equivalentes, óculos de proteção, protetores faciais (*Face Shield*), vestimentas hospitalares descartáveis (aventais/capotes impermeáveis e não impermeáveis), gorros e propés, válvulas, circuitos e conexões respiratórias para uso em serviços de saúde ficam excepcional e temporariamente dispensadas de Autorização de Funcionamento de Empresa, da notificação à Anvisa, bem como de outras autorizações sanitárias. (ANVISA, 2020).

Essa resolução permitiu que as iniciativas independentes de combate à pandemia no Brasil pudessem produzir artefatos e distribuí-los em um curto período de tempo. Em meio a crise, Josef Prusa, fundador da *Prusa Research*, em apenas três dias projetou, prototipou, validou e iniciou a produção de escudos faciais batizados de *Prusa PRO Face Shield* (Imagem 10) (GOEHRKE, 2020). O modelo desenvolvido obteve aprovação do Ministério da Saúde tcheco e seu design se espalhou pela internet, sendo reproduzido em todo o mundo através do seu projeto com design aberto¹³.

¹³ Atualmente, uma grande quantidade de projetos têm adotado o conceito de Design Aberto, do inglês “*Open Design*” que propõe a filosofia da liberdade de uso, modificação, estudo e projetos secundários derivados de um projeto original. O termo deriva do conceito de Código Aberto, do inglês “*Open Source*”, que é um dos conceitos mais populares e adotados nos contextos *maker* (HALVERSON; SHERIDON, 2018). A ideia do Design Aberto é associada à democratização dos processos de projeto, promovendo uma maior capacidade de customização e inovação, permitindo assim que os criadores se sintam livres para compartilhar suas criações sem maiores restrições.

Imagem 10 - Modelo de escudo facial Prusa *PRO Face Shield*.



Fonte: Site PRUSA 3D (2022).

O modelo utilizado pelo Projeto Hígia é um equipamento de proteção individual fabricado através da impressão 3D e demanda baixo custo e tempo de produção. O artefato é produzido através da combinação de duas técnicas de fabricação digital: a aditiva e a subtrativa. A tecnologia aditiva diz respeito à elaboração das hastes impressas através da impressora 3D e a subtrativa refere-se ao corte a laser utilizado para a produção das viseiras transparentes da máscara (Imagens 11 e 12). A haste impressa do escudo facial seguiu o modelo definido pelo Projeto Hígia e essa escolha foi pautada nos seguintes motivos: a) o modelo de haste já havia sido validado em hospitais de São Paulo e Rio de Janeiro; b) o dispositivo apresentava uma impressão mais rápida comparado a outros modelos disponíveis; c) pelo Projeto Hígia oferecer apoio em diversas frentes (SEABRA FILHO et al, 2021).

Imagem 11 - Máscara do tipo *escudo facial* desenvolvida pelo Projeto Hígia.



Imagem 12 - Máscara do tipo *escudo facial* desenvolvida pelo Projeto Hígia.



Fonte: Site Projeto Hígia (2022).

Observa-se que o artefato produzido tem como objetivo atender a sociedade de maneira ampla, protegendo o maior número de pessoas possíveis. A presença do elástico na parte posterior permite e prevê uma adaptação ao tamanho da cabeça do usuário (Imagem 13). Em virtude da urgência na necessidade dos artefatos, o mais viável foi a elaboração e produção de um único modelo de escudo facial, sem variações de tamanho ou estrutura (Imagem 14). Isso, no entanto, não excluiu a possibilidade de atualização e melhorias que as máscaras de proteção sofreram ao longo desse período crítico, visando nesse contexto entregar a melhor performance de ergonomia e viabilidade para esse tempo de crise.

Imagem 13 - Manual de montagem do escudo facial do Projeto Hígia.



Fonte: Site Projeto Hígia (2022).

Imagem 14 - Hastes produzidas pelo Projeto Hígia - PE.



Fonte: Instagram Projeto Hígia PE (2022).

Diante desse contexto, retornamos à questão: Existe a ideia do gendramento no projeto “A Fabricação Digital no combate à Covid-19”? A conclusão que observamos é que não há ideia de gendramento nessa iniciativa, uma vez que a intenção é proteger a comunidade da contaminação pelo novo coronavírus sem nenhuma distinção de gênero, contando com a produção de um artefato que se adapta aos usuários. O que percebemos aqui é uma mobilização rápida e capaz de trazer um grande impacto positivo na sociedade, que se materializou com maior destaque em tempos de crise sanitária mundial. Nesse exemplo, a fabricação digital agiu como uma ferramenta transformadora, que junto com os atores sociais interessados, apoio de instituições e voluntários, conseguiu atender a demandas sociais urgentes para o bem estar coletivo.

4.2.2 “A arte manual e digital na produção de artefatos artesanais de Pernambuco”

O projeto de extensão intitulado “A arte manual e digital na produção de artefatos artesanais de Pernambuco” é uma parceria da Universidade Federal de Pernambuco com a Associação dos Artesãos de Pernambuco – ASSOCIAPE, comandado pela professora Auta Laurentino, coordenadora do laboratório GREA 3D. O objetivo central da iniciativa é promover uma experiência prático-pedagógica, criando uma interação entre discentes e professores da graduação em Expressão Gráfica e os artesãos da ASSOCIAPE, na produção de artefatos como régua e gabaritos utilizando conhecimentos de geometria, softwares vetoriais e técnicas de fabricação digital no laboratório GREA 3D. Esses moldes desenvolvidos servem de apoio para

os artesãos no desenvolvimento de seus artefatos em materiais como madeira, papel, tecido, entre outros (LAURENTINO; MACEDO; SOUZA, 2020).

O projeto realiza a ação de extensão através do formato de oficina prática, usando uma metodologia participativa. Aqui, trataremos com mais detalhes da “Oficina Tecnológica” que aconteceu em maio de 2018 com o intuito de produzir régua e gabaritos para um grupo de artesãs da ASSOCIAPE. A equipe do projeto contou com a cooperação de quatro alunos do curso de graduação em Licenciatura em Expressão Gráfica, e que também já haviam sido ou ainda atuavam como monitores do laboratório GREA 3D.

A equipe acadêmica iniciou a ação participando de encontros mensais na ASSOCIAPE, onde puderam entrar em contato com o universo das artesãs e auxiliar, ao mesmo tempo que se integravam ao ambiente, a concepção dos artefatos do ponto de vista do design de produto, melhoria do processo produtivo e outras questões pertinentes (LAURENTINO; MACEDO; SOUZA, 2020). Em uma segunda etapa, foram promovidos encontros e reuniões no laboratório GREA 3D, onde docentes, discentes e artesãs colocaram em prática a proposta do projeto. Nesse momento, os alunos eram responsáveis por executar os desenhos das propostas levantadas nos encontros, aplicando conhecimento prévio em geometria, computação e fabricação digital. Os autores Laurentino, Macedo e Souza (2020) descrevem que no processo de produção dos artefatos (régua e gabaritos), toda a equipe foi envolvida, incluindo as artesãs (Imagens 15 e 16).

Imagem 15 - Encontros do projeto no laboratório GREA 3D e gabarito sendo produzido no corte à laser.



Imagem 16 - Encontros do projeto no laboratório GREA 3D e gabarito sendo produzido no corte à laser.



Fonte: 2º Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão E-book (2020)

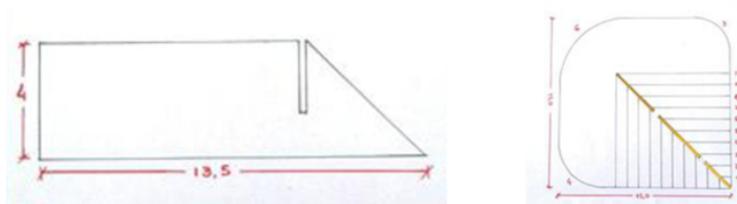
Destacamos que o projeto impulsiona um movimento de disseminação de conhecimento sobre as tecnologias de fabricação digital para fora da comunidade acadêmica. Ao fazer a ponte com as artesãs da ASSOCIAPE nesse projeto de extensão, a iniciativa conecta o saber tradicional com as ferramentas contemporâneas de fabricação digital (LAURENTINO; MACEDO; SOUZA, 2020). Acrescentamos que esse projeto também expressa preocupação em devolver conhecimento para a sociedade, nesse caso para um nicho que talvez estivesse distante dessa tecnologia, por trabalhar com a artesanaria na sua forma mais tradicional. Lembrando que a fabricação digital também está vinculada com atividades manuais e materialidades, apontamos que o projeto ajudou a trazer uma resposta tecnológica sem prejudicar o comprometimento das artesãs com a produção tradicional.

No modelo metodológico de análise de sexo e gênero na ciência e engenharias trazido por Londa Schiebinger (2014), **repensar a prioridade da pesquisa** leva ao seguinte questionamento: “A quem esse projeto atende?”. Essa pergunta nos leva a procurar pelos primeiros passos da iniciativa, observando os motivos por trás da ação. De acordo com Laurentino, Macedo e Souza (2020), a iniciativa junto a ASSOCIAPE é um projeto de extensão que completa todas as áreas priorizadas pelos programas e projetos vinculados ao Departamento de Expressão Gráfica da UFPE, sendo elas: geometria, tecnologia e desenvolvimento social. Assim sendo, o projeto preenche as lacunas dos interesses privilegiados pela instituição, tornando mais viável sua execução.

No que diz respeito ao direcionamento do que seriam as atividades do projeto, a proposta derivou de uma necessidade trazida pelas próprias artesãs que expuseram o carência de réguas e gabaritos feitos com materiais mais rígidos pois, frequentemente os modelos feitos com papel ou papelão se desgastavam ou provocavam acidentes (LAURENTINO; MACEDO; SOUZA, 2020). Esse diálogo se tornou possível graças à presença dos representantes acadêmicos nas reuniões mensais promovidas pela associação, onde são discutidos processos produtivos, criativos e estratégias de inovação para o artesanato (LAURENTINO; MACEDO; SOUZA, 2020). Sendo assim, observamos a atuação, mesmo que involuntária, dos interesses dos próprios pesquisadores que se dispunham a manter esse relacionamento de proximidade com a associação.

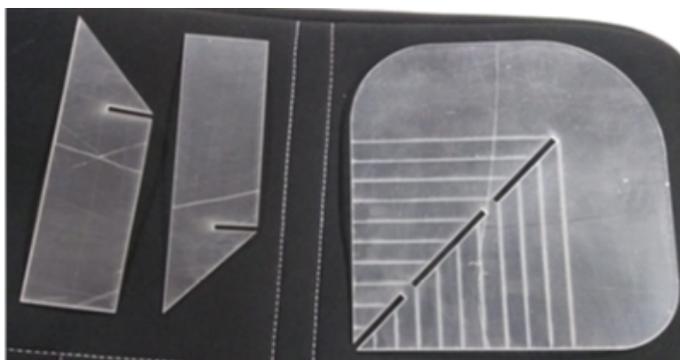
O segundo método de análise de sexo e gênero trazido por Schiebinger (2014) apresenta a tática de **repensar os modelos de referência** usados nos projetos. Neste caso, os modelos de referência das régulas e gabaritos utilizados para a produção foram trazidos pelas próprias artesãs. A partir do esboço do artefato fornecido pelas profissionais, os produtos foram desenvolvidos através da técnica de corte à laser (Imagens 17 e 18).

Imagens 17 - Esboços em papel dos artefatos e régulas produzidas através do corte à laser.



Fonte: 2º Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão E-book (2020)

Imagem 18 - Esboços em papel dos artefatos e régulas produzidas através do corte à laser.



Fonte: 2º Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão E-book (2020)

Segundo as artesãs, as régulas e gabaritos fabricados no decorrer da “Oficina Tecnológica” em acrílico melhoraram o processo produtivo dos artesanatos (LAURENTINO; MACEDO; SOUZA, 2020). Essa validação é resultado do processo de desenvolvimento colaborativo aplicado na iniciativa, cujas agentes interessadas puderam acompanhar e participar de todas as etapas do artefato. Ao questionamento sobre a existência ou não do gendramento do projeto, observamos que a princípio não há a ideia explícita de gendramento dessa iniciativa porém, aparenta ter um viés inconsciente de gênero ao atender um público, mesmo que

sem restrições de gênero, majoritariamente feminino reflexo da configuração da própria associação (LAURENTINO, 2016).

Consideramos que a proposta do projeto “A arte manual e digital na produção de artefatos artesanais de Pernambuco” parte de uma perspectiva coletivista e inclusiva, unindo um público habituado com o fazer tradicional à prática com ferramentas tecnológicas contemporâneas de fabricação digital. O pensamento crítico nas decisões tomadas pelo laboratório sobre os projetos priorizados, como esse exemplo, promove o uso das tecnologias de fabricação digital a serviço de pesquisas com caráter democratizante. Esse exemplo prático ilustra o objetivo principal que a autora Flávia Ballerini (2018) traz em seu texto sobre o relacionamento entre fabricação digital e arquitetura, na intenção de impedir que essas inovações tecnológicas nas universidades se tornem apenas mais um ferramental tecnológico, sem explorar sua capacidade de inovação social.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa dissertação de mestrado assumiu como objetivo projetar discussões sobre gênero no campo do design e tecnologia, mais especificamente na área de fabricação digital, através de uma análise das trajetórias de agentes de destaque que vivenciam laboratórios de fabricação digital em universidades brasileiras. Também trazemos uma argumentação sobre a intenção dos projetos priorizados nessas unidades tecnológicas, usando o laboratório GREA 3D, da Universidade Federal de Pernambuco, como estudo de caso.

Para tal, o levantamento inicial sobre o tema destacou nomes importantes na área que guiaram a escolha das docentes a serem entrevistadas para o trabalho empírico. O recorte da pesquisa abrangeu docentes coordenadores de três laboratórios universitários brasileiros legatários na área de fabricação digital, sendo eles localizados nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste. Foram incluídos também na rodada das entrevistas alunos e egressos do laboratório GREA 3D, que compuseram o quadro de entrevistados com o objetivo de revelar as dinâmicas do espaço.

A fundamentação teórica do trabalho é feita a partir do levantamento sobre a relação das mulheres e o espaço laboral, dando ênfase aos dados sobre a sub representação feminina nas áreas de STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics*). Por se tratar de uma temática muito contemporânea, percebemos uma escassez de documentos que refletissem sobre o espaço das mulheres dentro do recorte da fabricação digital. Os dados levantados reforçam o argumento que não é a falta de educação ou instrução que impossibilitam as mulheres de ocupar cargos nesses redutos tecnológicos. **A longa história da proibição legal do acesso das mulheres às instituições científicas foi escorada em elaboradas ideologias de gênero. Essas exclusões e ideologias criaram pontos cegos na ciência (SCHIEBINGER 2014, p.101).** A exclusão horizontal (certas áreas de conhecimento) e a exclusão vertical (cargos de prestígio) que operam na esfera laboral são provocadas por obstáculos palpáveis e também invisíveis (fenômeno conhecido como *Teto de Vidro*) de um sistema estruturalmente preconceituoso que visa afastar as mulheres desse domínio.

A investigação sobre origem e desenvolvimento dos laboratórios de fabricação digital evidencia que as mulheres têm ganhado destaque nesse ambiente liderando iniciativas prestigiosas e dedicadas à produção científica de textos sobre o tema. Essa análise também deixa claro que essas protagonistas têm se preocupado em contribuir para o ecossistema da fabricação digital produzindo e compartilhando conhecimento sobre o tema.

Os questionamentos levantados no objetivo da pesquisa foram compreendidos através da metodologia proposta de revisão da literatura pertinente ao universo da pesquisa, seguido de coleta de dados por meio de entrevistas semi-estruturadas com interlocutores chave para o entendimento do funcionamento de laboratórios legatários de fabricação digital universitários brasileiros. A pesquisa busca entender o processo de trajetória dos entrevistados e a consequente rede de disseminação criada que tem se espalhado pelo Brasil. Além disso, nos questionamos se há o aspecto de gendramento nos projetos priorizados por esses laboratórios, em específico o laboratório GREA 3D tomado como estudo de caso no último capítulo, utilizando as contribuições metodológicas de Londa Schiebinger (2014) sobre o método de análise de sexo e gênero na ciência e tecnologia.

Das trajetórias, destacamos que as protagonistas do estudo se apresentam como agentes de resistência e transformação dentro do campo onde atuam: o espaço tecnológico que lhes é constantemente negado. Acreditamos na importância do registro do protagonismo feminino em carreiras de prestígio, dada a necessidade de trazer visibilidade à atuação próspera de mulheres que movem-se em instituições onde a dominação masculina opera, para além da história das mulheres resumidas em suas lutas e dores (PERROT, 2007). Na análise, entendemos que a primeira geração de entrevistadas foram pioneiras com iniciativas próprias para montar laboratórios, trazendo o conhecimento do exterior e aplicando em suas respectivas universidades no Brasil. Uma segunda geração de profissionais foi formada em contato com esses laboratórios pioneiros, conhecendo sobre as técnicas de fabricação digital no desenvolvimento de suas dissertações e teses e posteriormente dando origem a novos laboratórios universitários. A terceira geração reflete alunos que já têm contato com a fabricação digital durante a graduação, através dos laboratórios implementados, cujas coordenadoras exercem um papel importante de inspiração e representatividade para meninas que querem seguir carreiras tecnológicas. Concluímos que as mulheres que estão em posições de prestígio

dentro desses laboratórios se preocupam em disseminar o conhecimento sobre o tema, criando uma rede de conexões, e contagiando outras meninas a persistirem na carreira em tecnologia.

Sobre os projetos priorizados pelo laboratório GREA 3D, apontamos que são exemplos de comprometimento com o coletivo e social, que merecem ser destacados dentro do contexto da manipulação das tecnologias de fabricação digital dentro da academia. O método de análise de sexo e gênero de Schiebinger (2014), foi utilizado aplicando a ideia de: **(1) repensar as prioridades da pesquisa; (2) repensar os modelos de referência e (3) questionar se há gendramento na proposta**, o que auxiliou na investigação sobre as intenções dos projetos. O projeto **“A Fabricação Digital no combate à Covid-19”** faz um resgate à atuação do design voltado às demandas coletivas, aspecto que às vezes é deixado de lado em algumas práticas contemporâneas. Não identificamos gendramento na proposta uma vez que o objetivo é a produção de escudos faciais para a sociedade poder se proteger da contaminação pelo coronavírus. O projeto **“A arte manual e digital na produção de artefatos artesanais de Pernambuco”** evidencia uma intenção inclusiva de compartilhamento de conhecimento de fabricação digital com um grupo de artesãs que trabalham com a materialidade de artefatos no seu processo mais tradicional. Acreditamos que exista um viés de gênero inconsciente na intenção do sujeito da pesquisa, as artesãs da ASSOCIAPE, por parte da escolha do projeto pelos coordenadores.

Ressaltamos a importância das políticas científicas e agências de fomento que têm o poder de moldar e direcionar pesquisas através de seus editais (SCHIEBINGER, 2014). No momento político atual em que vivemos, de planejamento de desmonte da educação, o laboratório GREA 3D conseguiu manter suas atividades e projetos sociais com caráter transformador. Londa Schiebinger (2014) evidencia que incluir a análise de sexo e gênero na pesquisa e nas inovações tecnológicas é um aspecto essencial na colaboração para o avanço da ciência e da tecnologia.

Por fim, a análise levantada salienta a relevância da atuação das mulheres protagonistas desse setor, que cooperam para a alimentação de uma rede de conhecimento para o empoderamento feminino, criando raízes em diferentes regiões do Brasil. Além disso, observa-se também que as suas próprias atuações e trajetórias dessas profissionais servem de representatividade, valor simbólico,

incentivando outras meninas a vislumbrarem e acreditarem na possibilidade de trilhar a carreira tecnológica. Como enfatiza a autora Londa Schiebinger (2014, p.102), “integrar a análise de gênero nas pesquisas gera criatividade ao introduzir novas perspectivas, formular novas perguntas e abrir novas áreas para pesquisa”.

Nossa pesquisa foi apresentada parcialmente no **I Seminário de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Design 2021 - Design [em fronteira]**, e também no congresso internacional **Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital - SIGRADI 2021 Designing Possibilities**. Nessas apresentações de artigo, foi possível discutir e levantar questões sobre a proposta que foram trabalhadas na sequência do desenvolvimento da pesquisa.

Acerca das projeções futuras e desdobramentos dessa pesquisa, apresentamos duas iniciativas vinculadas ao laboratório GREA 3D que estão sendo planejadas para execução: (1) O projeto de extensão “**GREA Para Meninas**” que visa a realização de workshops sobre fabricação digital apenas para meninas, na faixa etária de 15 a 25 anos, com o objetivo de aproximá-las a essas ferramentas digitais, disseminando conhecimento na área e despertando o interesse; (2) A proposta “**Futura Makers: A fabricação digital como ferramenta para incentivar o protagonismo feminino nas áreas STEAM (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática)**” para submissão ao Edital FACEPE Nº 07/2022: Cientistas Inovadoras 2022, com o objetivo de incentivar e fortalecer o protagonismo feminino, através de palestras e workshops sobre fabricação digital.

Por fim, esperamos que a dissertação traga contribuições para a construção dos estudos de gênero e ciência no país, e colabore para o incentivo de meninas que pensam em seguir carreira na área. Desejamos que as próximas gerações possam desfrutar da liberdade de escolha de área de conhecimento para suas trajetórias sem maiores obstáculos de viés de gênero, e que enxerguem a fabricação digital como uma ferramenta de transformação social, através do pensamento crítico.

REFERÊNCIAS

ADICHIE, Chimamanda Ngozi. Freedom to write lecture. C-SPAN, 10 mai 2015. Disponível em:

<<https://www.c-span.org/video/?326002-1/chimamanda-ngozi-adichie-freedom-write-lecture>>

. Acesso em: 10 jan 2021.

ABOUT THE FAB FOUNDATION. Fab Foundation, 2020. Disponível em <<https://fabfoundation.org/about/>>. Acesso em: 13 Ago. 2020.

ALMEIDA, Tânia Mara C. de e BANDEIRA. Lourdes. **Políticas públicas destinadas ao combate da violência contra as mulheres – por uma perspectiva feminista, de gênero e de direitos humanos**. In: BANDEIRA, Lourdes & ALMEIDA, Tânia Mara et. Ali. (ogs.). Violência contra as mulheres: a experiência de capacitação das DEAMs da Região Centro-Oeste. Brasília, Cadernos AGENDE, No. 5, dez/2004.

ARELLANO, M. Sobre o deslocamento do corpo na arquitetura: o Modulador de Le Corbusier. Archdaily, 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/911962/sobre-o-deslocamento-do-corpo-na-arquitetura-o-modulador-de-le-corbusier>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

AUTODESK. Cadista ou Projetista?. 2022. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/solutions/cad-manager#:~:text=Cadista%20ou%20desenhista%20cadista%20%C3%A9,portugu%C3%AAs%20Desenho%20Auxiliado%20por%20Computador.>>>. Acesso em: 23 mai. 2022.

BALLERINI, Flávia. **Fabricação digital e arquitetura: para além da superespecialização dos arquitetos em direção à colaboração**. PIXO-Revista de Arquitetura, Cidade e Contemporaneidade, v. 2, n. 5, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/pixo/article/view/13646/8872>>. Acesso em: 11 mar. 2021.

BRASIL. Governo Federal. **Políticas Públicas para as Mulheres**. Secretaria de Políticas para as Mulheres. Brasil, 2012.

BRASIL. Governo Federal. **Secretaria de Políticas para as Mulheres**. Brasil, 2019.

BRASIL. Governo Federal. **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. Brasil, 2021a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Como é transmitido?**. Brasil, 2021b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC n. 356, de 23 de março de 2020. Dispõe, de forma extraordinária e temporária, sobre os

requisitos para a fabricação, importação e aquisição de dispositivos médicos identificados como prioritários para uso em serviços de saúde, em virtude da emergência de saúde pública internacional relacionada ao SARS-CoV-2. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 5, 23 mar. 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-356-de-23-de-marco-de-2020-249317437>>. Acesso em: 25 Jun. 2022.

CADA Impressão Conta. e-NABLE, 2022. Disponível em: <<http://e-nablebrasil.org/wp/cadaimpressaoconta/>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

CADA IMPRESSÃO CONTA PE. **Campanha de produção maker de EPIs através da fabricação digital**. Pernambuco. 30 mar. 2020. Instagram: @cada_impressao_conta_pe. Disponível em: <https://www.instagram.com/cada_impressao_conta_pe/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

CARNEIRO, Luziberto. **Teto de vidro: Um estudo sobre os fatores deste fenômeno no Brasil sob a percepção das mulheres gestoras**. 2018. 1 recurso online (107 p.). Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Programa de Pós Graduação em Administração, Rio Grande, RS. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/7886/Disserta%20Luziberto%20Carneiro.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

Covid-19: Impressoras 3D fabricam equipamentos de respiração na Itália. **Estadão**, 2020. Disponível em: <<https://summitsaude.estadao.com.br/tecnologia/covid-19-impressoras-3d-fabricam-equipamentos-de-respiracao-na-italia/>>. Acesso em: 16 Jun. 2022.

CUNHA, Aura Celeste Santana. **Do digital ao material: Uma investigação teórico especulativa sobre o raciocínio visual e as heurísticas da materialidade nos laboratórios de fabricação digital Pronto 3D**. 2019. 1 recurso online (169 p.). Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Centro de Artes e Comunicação. Programa de Pós Graduação em Design, Recife, PE. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/39368/1/TESE%20Aura%20Celeste%20Santana%20Cunha.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

DOYLE, S.; FOREHAND, L.; SENSKE, N. **Computational Feminism: Searching for Cyborgs**. In: Proceedings of the 2017 Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA) Conference, 2041 Duff Ave., 232-237. Disponível em: <http://papers.cumincad.org/data/works/att/acadia17_232.pdf>. Acesso em: 11 out. 2020.

FAB ACADEMY. **Fab Academy**, 2022. Disponível em: <<https://fabacademy.org/>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

FACEPE. Edital Cientistas Inovadoras. Brasil, 2022.

FEENBERG, Andrew. A. Ten Paradoxes of Technology - Simon Fraser University. 2011. Disponível em <<https://www.sfu.ca/~andrewf/paradoxes.pdf>> Acesso em 15 mai 2022.

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

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, E. P. **Technofeminism de Judy Wajcman** [reseña en línea]. 2007. UOC Papers. N.º 5. Disponível em: <http://www.uoc.edu/uocpapers/5/dt/esp/gil.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2021.

GOEHRKE, S. **Making Made Right: This Czech company guides global 3D printing pandemic response**. Forbes, 2020. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/sarahgoehrke/2020/03/28/making-made-right-this-czech-company-guides-global-3-d-printing-pandemic-response/?sh=8f2b4f3624b8>> Acesso em: 21 Jun. 2022.

GREA3D. **Grupo de Experimentos em Artefatos 3D**. Disponível em: <<http://grea3d.expressaografica.pro.br/>> Acesso em: 08 Jan. 2021.

GRUPO DE EXPERIMENTOS EM ARTEFATOS 3D INAUGURA LABORATÓRIO DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA. **UFPE**, 2017. Disponível em: <https://www.ufpe.br/agencia/noticias/-/asset_publisher/dlhi8nsrz4hK/content/grupo-de-experimentos-em-artefatos-3d-inaugura-laboratorio-de-prototipagem-rapida/40615>. Acesso em: 15 Jun. 2022.

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

HERRERA, Pablo C.; CAYCHO, Vaneza; VALENZUELA, Macarena. (2021). Women in the Fab Lab ecosystem (2008-2021). From Fab Academy to the Fab Lab Research Conferences. Proceedings of the Fab 16 Research Papers Stream, 271–280. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5169858>

HERRERA, Pablo C.; SPERLING, David M.; CELANI, Gabriela; SCHEEREN, Rodrigo. Fabricação digital na América do Sul: um mapeamento de linhas de ação a partir da arquitetura e urbanismo, p. 119-125 . In: . São Paulo: Blucher, 2015.

HUBBARD, R.. Prefácio. In J. Rothschild, *Machina ex dea: Feminist perspectives*. 1983. on technology. (pp. VII-VIII). Pergamon Press.

IBGE. (2019). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 08 ago. 2021.

IBGE. Estatísticas de Gênero - Indicadores sociais das mulheres no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

JAVA. O que é a Tecnologia JAVA e porque preciso dela?. Disponível em: <https://www.java.com/pt-BR/download/help/whatis_java.html#:~:text=Java%20%C3%A9%20uma%20linguagem%20de,%C3%A9%20r%C3%A1pido%2C%20seguro%20e%20confi%C3%A1vel.>. Acesso em: 03 mar. 2022.

KERGOAT, D. **Le rapport social de sexe – De la reproduction des rapports sociaux à leur subversion**. In: *Les rapports sociaux de sexe*, Actuel Marx, Paris: Universitaires de France, n. 30, p. 85-100, 2001.

LAURENTINO, Auta Luciana. IDeA: um modelo de gestão do design aplicado à produção de artefatos artesanais. Departamento de Design, UFPE. Recife, 2016. Tese de doutorado.

LAURENTINO, A. L.; MACEDO, Y. S. M.; SOUZA, S. J. D.. **Artesanato e Tecnologia: Réguas e gabaritos para auxílio na produção de artefatos**. In: Auta Luciana Laurentino; Ênio Laprovitera da Motta. (org.). 2º Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão do Centro de Artes e Comunicação. A cultura do CAC: O ensino, a pesquisa e a nossa extensão. 01ed. Recife: eBook, 2020. *E-book*. v.1, p. 183-196. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/documents/40615/846207/eBook+2+ConCAC+%28Final%29.pdf/6821b1be-c6ff-4145-aceb-daab6b44d227>>. Acesso em: 22 jun. 2022

LIMA, B. S. **O labirinto de cristal: as trajetórias das cientistas na Física**. Revista Estudos Feministas [online]. 2013, v. 21, n. 3, p. 883-903. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-026X2013000300007>>. Acesso em: 12 jun. 2022

_____. **Políticas de equidade em gênero e ciências no Brasil: avanços e desafios**. 2017. 1 recurso online (307 p.). Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/322609>>. Acesso em: 20 set. 2020.

LIMA, B. S.; LOPES, M, M.; DA COSTA, M. C.. Programa Mulher e Ciência: breve análise sobre a política de equidade de gênero nas ciências, no Brasil. **Revista Gênero**, 2016.

LIMA, K. M. P.; FERREIRA, T. C. B.; ARAÚJO, K. M.; "Designers do Movimento Maker no Combate ao COVID-19: análise de iniciativas em Pernambuco", p. 746-759 . In: **Anais do Colóquio Internacional de Design 2020**. São Paulo: Blucher, 2020.

MACÊDO, J. P. et al. **Políticas públicas e questões de gênero**. Interfaces Críticas. Campina Grande, v.1, n.1, p.1-10, Jan.-Jun., 2014. Disponível em: <<https://www5.pucsp.br/nexin/artigos/download/politicas-publicas-e-questoes-de-genero.pdf>> Acesso em: 15 jun. 2021.

MEC. (2022) Pronatec. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/pronatec>> Acesso em: 10 jan. 2021.

MENDES, L.; LAURENTINO, A.; SEABRA FILHO, S.; ALÉSSIO, P. **Laboratório Grupo de Experimentação em Artefatos 3D: experiências de ENSINO, PESQUISA e EXTENSÃO**. Revista Geometria Gráfica / Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Recife, v. 4, n. 2, p. 60-76, Out. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/geometriagrafica/issue/viewFile/3123/353>>. Acesso em 09 Mar. 2022.

MEC. (2019). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep). **Censo da Educação Superior 2019**. Brasília: Inep. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2020/Apresentacao_Censo_da_Educacao_Superior_2019.pdf> Acesso em 20 mai. 2021.

MORETTI, I. Fim do Pronatec: Governo Federal lança o Mediotec. **Via Carreira**, 2020. Disponível em: <<https://viacarreira.com/fim-do-pronatec-governo-lanca-o-mediotec/>>. Acesso em: 12 mai. 2021.

NASCIMENTO, S.; PÓLVORA, A. **Maker cultures and the prospects for technological action**. Science and engineering ethics, v. 24, n. 3, p. 927-946, 2018.

PERROT, M. (2007). **Minha História das Mulheres**. Tradução de Ângela M. S. Corrêa. São Paulo: Contexto.

PLÁSTICO VIRTUAL. Como funciona uma extrusora para plástico?. Disponível em: <<https://plasticovirtual.com.br/como-funciona-uma-extrusora-para-plastico/>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

PROJETO HÍGIA. **Protetores faciais por impressão 3D para hospitais em combate à COVID-19**. Disponível em: <<https://www.projeto higia.com.br/>> Acesso em: 08 jun. 2022.

PONTES, Denyse; DAMASCENO, Patrícia. As políticas públicas para mulheres no brasil: avanços, conquistas e desafios contemporâneos. **Seminário Internacional Fazendo Gênero**, v. 11, p. 1-11, 2017. Disponível em: <http://www.en.wwc2017.eventos.dype.com.br/resources/anais/1498660593_ARQUIVO_artigomundodasmulheres.pdf> Acesso em: 18 jun. 2021.

PRUSA. 3D Printed face shields for medics and professionals. Disponível em: <https://www.prusa3d.com/page/covid-19_379/>. Acesso em: 10 mai. 2022.

PRONTO 3D. Pronto 3D Florianópolis. Disponível em: <https://web.facebook.com/Pronto3d/?_rdc=1&_rdr> Acesso em: 08 jan. 2021.

RAPKIEWICZ, C. E. **Informática: domínio masculino?**. In: Cadernos Pagu (10), 1998, p. 169-200.

ROMBACH, Melina. **Trabalho, Mulheres, Tecnologia e Políticas públicas: Um diálogo possível?**. Seminário Internacional Fazendo Gênero 10 (Anais Eletrônicos). Florianópolis, 2013.

SCHIEBINGER, L.. Expandindo o kit de ferramentas agnotológicas: Métodos de Análise de Sexo e Gênero. In: *Revista Feminismos*, v.2, n.3. 2014.

SEABRA FILHO, S. S.; CORREIA, W. F. M.; DANTAS, N. B.; CARDOSO, V. G.; RIBEIRO, T. C.. MATERIALIZAÇÃO DIGITAL x COVID-19: uma experiência de produção colaborativa de escudos faciais em laboratório maker. In: Oussama Naouar; Adriano Dias de Andrade. (Org.). *Enfrentamento à COVID-19: ações da Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da UFPE*. 1ed. Recife: Editora UFPE, 2021, v.1, p. 65-90.

SILVA, L.; SOUZA, R. Ambiente Maker e sua cultura. **Revista VIA**. Santa Catarina, v. 8. p. 5-14. Mar., 2020.

UNITED NATIONS. **The World's Women 2020: Trends and Statistics**. Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais (DESA). 2020. Disponível em: <<https://worlds-women-2020-data-undesa.hub.arcgis.com/apps/women-and-men-in-the-labor-force/explore>> Acesso em: 14 mai. 2021

What is Fab Academy?. **Fab Academy**, 2022. Disponível em: <<http://fabacademy.org/archives/2015/eu/students/hogcarspel.henk/what-is-fab-academy.html>>. Acesso em: 15 mai. 2021.

WORLD ECONOMIC FORUM (2021). **Global Gender Gap Report 2021**. Geneva: World Economic Forum. Disponível em: <https://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2021.pdf> Acesso em: 22 mai. 2021.

APÊNDICE A - PROTOCOLO DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

1. Trajetórias de mulheres na Tecnologia e disseminação de conhecimento

1.1 Escolaridade

- 1- Como sua formação acadêmica contribuiu para sua atuação em tecnologia?
- 2- Possui alguma formação específica em tecnologia?
- 3- Onde você aprendeu as técnicas de fabricação necessárias?
- 4- Além do laboratório, você participa/coordena algum grupo (de pesquisa/discussão/iniciativas) sobre FD? Qual?
- 5- Qual objetivo de participar dessa rede?

1.2 Reconhecimento da Família

- 6- Você tem incentivo e/ou reconhecimento por parte da família em relação a sua trajetória profissional?
- 7- O quanto isso é importante para você e sua carreira?
- 8- Como sua família entende o trabalho que você faz? Que consequências advêm desse entendimento por parte da sua família? (pais, cônjuges, filhos)

1.3 Ascensão profissional

- 9- Você encontra/encontrou dificuldades na ascensão profissional por ser mulher nesta área?
- 10- Qual a sua posição na hierarquia do grupo de trabalho/empresa?
- 11- Que outras posições existem no contexto deste trabalho e que perfil de profissional as ocupa? Fale um pouco sobre.
- 12- Você encontra/encontrou dificuldades para assumir esta posição?
- 13- Existem outras posições que você almeja no contexto do seu trabalho? Qual? E Porque?

1.4 A formação da “árvore” de novas profissionais

- 14- Quais profissionais (mulheres) voltados para ensino/pesquisa seu trabalho formou? O que fazem hoje?
- 15- Como você vê sua contribuição para formação de profissionais em contextos diferentes da universidade?
- 16- Quem seguiu fundando laboratórios de tecnologia?

2. O papel dos laboratórios de fabricação digital na consolidação do conhecimento sobre o tema

2.1 A prática produtiva

- 17- Qual a sua função no processo de produção?
- 18- Que tipos de produtos o laboratório produz?
- 19- Qual matéria prima você trabalha?
- 20- Há quantos anos você trabalha no laboratório?
- 21- Como funciona a divisão de trabalhos no laboratório?
- 22- Como você define a intenção dos produtos/projetos priorizados?

2.2 Capital tecnológico

- 23- Das tecnologias digitais a seguir, quais o laboratório utiliza?
 - () Impressão 3D
 - () Corte e gravação a laser
 - () Digitalização de objetos tridimensionais
 - () Fresagem CNC
 - () Termoformagem (*Vacuum Forming*)
 - () Outros: _____
- 24- Como é realizado o acesso à tecnologia?
- 25- Qual o principal fator que determina o investimento nessas tecnologias?

2.3 Bem estar e sucesso

- 26- Como se traduziria para você ter bem-estar no ambiente de trabalho?
- 27- O que significa para você ter sucesso no ambiente de trabalho?
- 28- Qual a motivação/interesses que a levou a atuar no campo da tecnologia?
- 29- Há dificuldades nessa atuação?

2.4 Ações para a ascensão de outras mulheres

- 30- Como você vê a atuação/desempenho das mulheres nesse setor?
- 31- Você conhece ações que promovem a ascensão profissional de mulheres na área?
[Se sim, quais as atividades nessas iniciativas que mais te interessam?]
- 32- Você trabalha com outras mulheres ou, de alguma forma, para outras mulheres em sua atividade junto ao laboratório?

2.5 Reconhecimento por mérito

- 33- Você já enfrentou problemas para ser reconhecida pelo mérito de seu trabalho?

34- Você considera que o ambiente profissional na sua empresa/grupo de trabalho é competitivo? E porque?

2.6 Participação nos processos decisórios

35- Como você descreveria a sua participação nos processos decisórios do laboratório?

36- Em algum momento enfrentou barreiras ao tomar espaço nas tomadas de decisão?

37- Que aspecto de sua formação você julga que foi ou é importante para atuar no laboratório?

2.7 Projetos

38- Qual projeto realizado por você no GREA você destacaria como o que mais gostou/contribuiu para a sociedade? E qual menos gostou e porque?

39- Você tem algum projeto que trabalhe/avance mais na perspectiva de gênero?

3. Desafios e esperanças

40- Você se considera feminista?

41- Quais os maiores desafios que você enxerga na inserção feminina nos campos tecnológicos daqui pra frente?