



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

RAFAEL RATTES LIMA ROCHA DE AGUIAR

Desenvolvendo Interfaces Ubíquas:
estratégias para designer-docente

RECIFE, 2023

RAFAEL RATTES LIMA ROCHA DE AGUIAR

Desenvolvendo Interfaces Ubíquas:
estratégias para designer-docente

Tese submetida ao programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), como requisito para a obtenção do grau de doutor em Design.

Orientador: Prof. Dr. PhD. Leonardo Augusto Gomez Castillo.

Área de concentração: Planejamento e Contextualização de Artefatos

RECIFE, 2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Aguiar, Rafael Rattes Lima Rocha de.

Desenvolvendo Interfaces Ubíquas: estratégias para designer-docente /
Rafael Rattes Lima Rocha de Aguiar. - Recife, 2023.
227 p : il., tab.

Orientador(a): Leonardo Augusto Gomez Castillo

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e
Comunicação, Programa de Pós-Graduação em Design, 2023.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Interfaces Ubíquas do Usuário. 2. Computação Ubíqua. 3. Processo de
design. 4. Metadesign. I. Castillo, Leonardo Augusto Gomez . (Orientação).
II. Título.

700 CDD (22.ed.)

RAFAEL RATTES LIMA ROCHA DE AGUIAR

**"DESENVOLVENDO INTERFACES UBÍQUAS: ESTRATÉGIAS PARA
DESIGNER-DOCENTE"**

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Design da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Doutor em Design.

Aprovada em: 19/10/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ney de Brito Dantas (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

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

Prof. Dr. Natal Anacleto Chicca Junior (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Marcia Regina Diehl (Examinadora Externa)
Faculdades Integradas de Taquara

Prof^a. Dr^a. Helda Oliveira Barros (Examinadora Externa)
Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife

Dedico às pessoas estudantes que estiveram comigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, Painho, Mainha, Saninho, Carol e agora Paulinho. Sempre me deram apoio e suporte em todos os momentos na minha carreira profissional e acadêmica.

Agradeço profundamente à minha companheira de jornada nesta existência. Nay, é você quem me faz abrir o sorriso e cerrar os olhos todos os dias, permitindo que os momentos se tornem leves e seguros. Ainda mais, em um momento que nos dedicamos a atar mais forte os nossos laços e nos envolver em novas jornadas, unidos.

Agradeço especialmente ao meu orientador Leonardo Castillo, pois foi com sua humildade, paciência e indulgência que me fez chegar até aqui. Obrigado por confiar e me fazer acreditar.

Agradeço a todos os amigos e amigas que me apoiaram constantemente nesse projeto e proporcionaram momentos de contentamento. Obrigado pela força.

Agradeço aos trabalhadores e trabalhadoras da UFPE e da instituição de ensino superior a qual atuo como designer e docente, pela sua dedicação e empenho em desempenhar a manutenção dos espaços e proporcionar pela sua força de trabalho a possibilidade de ter me permitido chegar até aqui.

Agradeço em especial às professoras e professores, da classe trabalhadora ao qual pertenço, pois foram pelos caminhos, portas ou janelas desenhadas na essência da minha experiência, que me permitiu galgar patamares na conjuntura social atual e ter oportunidades antes inimagináveis.

Por fim, agradeço aos meus alunos e alunas que me proporcionaram momentos de extasia e de grandes aprendizados que jamais deixarei escapar do meu íntimo. Vocês foram meus novos professores e novas professoras.

Muito obrigado!

***“Quem ensina aprende ao ensinar e
quem aprende ensina ao aprender”***

Paulo Freire (2023, p.25)

RESUMO

A presente pesquisa se insere na área das Interfaces Ubíquas do Usuário (UUI), que se relaciona em específico com proposições para a Computação Ubíqua. Em virtude da possibilidade de contribuição nessas duas áreas, este trabalho tem sua intenção em contribuir de forma direta para o campo do Design, a partir da proposição de um modelo para o desenvolvimento de interfaces ubíquas, sendo considerado o ambiente de sala de aula como campo selecionado para as experimentações. Neste sentido, nesta tese foram realizadas revisões bibliográficas para definição dos fundamentos teóricos e teve como principal abordagem metodológica a pesquisa-ação, apoiando-se na condição de *designer-docente*, fruto de uma perspectiva do metadesign como base estruturante para a aplicação de processos. A coleta de dados pertinentes às aplicações da pesquisa-ação foram realizadas numa janela de tempo de três anos seguidos de 2020 a 2023, considerando um total de seis ciclos aplicados e tratando do *planejamento*, da *implementação* e da *coleta de fatos relevantes* para o desenvolvimento da estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas no curso de bacharelado em Design de uma instituição de ensino referência na cidade de Recife-PE. Dentro do recorte temporal, foram coletados os dados em três turmas inseridas no contexto da pandemia do COVID-19 e outras três turmas no contexto presencial. Como resultado, foi possível observar que fatores como colaboração entre atores, sensibilização dos conhecimentos do design de interação, sensibilização dos espaços de convivência e reconhecimento das potencialidades para atuação, entendimento das modalidades dos seres humanos e compreensão das nuances das categorias de interfaces, pensamento voltado ao processo de artefatos físicos e digitais, definem o desenvolvimento de interfaces ubíquas.

Palavras-chave: Interfaces Ubíquas do Usuário; Computação Ubíqua; Processo de design; Metadesign

ABSTRACT

This research falls within the area of Ubiquitous User Interfaces (UUI), which is specifically related to propositions for Ubiquitous Computing. Due to the possibility of contributing to these two areas, this work intends to contribute directly to the field of Design, by proposing a model for the development of ubiquitous interfaces, considering the classroom environment as a field selected for the experiments. In this sense, in this thesis bibliographical reviews were carried out to define the theoretical foundations and its main methodological approach was action research, based on the role of *designer-teacher*, the result of a metadesign perspective as a structuring basis for the application of processes. The collection of data pertinent to the applications of action research was carried out in a time window of three consecutive years from 2020 to 2023, considering a total of six cycles applied and dealing with *planning*, *implementation* and *collection of facts relevant* to the development of the structure of the Ubiquitous Interface Design discipline in the bachelor's degree course in Design at a reference educational institution in the city of Recife-PE. Within the time frame, data were collected in three classes inserted in the context of the COVID-19 pandemic and another three classes in the face-to-face context. As a result, it was possible to observe that factors such as collaboration between actors, awareness of interaction design knowledge, awareness of living spaces and recognition of potential for action, understanding of human beings' modalities and understanding of the nuances of interface categories, thinking focused to the process of physical and digital artifacts, define the development of ubiquitous interfaces.

Keywords: Ubiquitous User Interfaces; Ubiquitous computing; Design process; Metadesign

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Tamanhos de computadores baseados em Weiser (1991) e exemplos recentes_____	31
Figura 2: EchoShow 8 da Amazon apresentando notificações de entrega_____	34
Figura 3: Contextualização de como funciona a loja Amazon Go_____	37
Figura 4: A relação do papel docente, do papel designer e do discente no contexto de sala de aula_____	55
Figura 5: Representação do processo da pesquisa-ação em espiral cíclica_____	69
Figura 6: Primeira estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas_____	78
Figura 7: Estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas para turma 2020.2_____	83
Figura 8: Infográfico da relação entre stakeholders e dispositivos_____	90
Figura 9: Exemplo da interface gráfica do projeto Rippo_____	91
Figura 10: Protótipo do bracelete em baixa fidelidade por impressão 3D e papel_____	94
Figura 11: Frames do vídeo prototyping do projeto Diabits_____	95
Figura 12: Nuvem de palavras resultante do feedback da turma 2020.2_____	97
Figura 13: Estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas para turma 2021.1_____	99
Figura 14: Exemplo de linha do tempo dos rituais matinais_____	100
Figura 15: Exemplo de um vídeo desenvolvido por um discente_____	102
Figura 16: Board do Tiles IoT Toolkit_____	104
Figura 17: Ilustração de interação com Acorda-e_____	107
Figura 18: Exemplo de interface móvel do projeto Acorda-e_____	107
Figura 19: Exemplo de storyboard para contextualização do projeto_____	110
Figura 20: Nuvem de palavras coletadas com o feedback da turma 2021.1_____	114
Figura 21: Estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas para turma 2021.2_____	116
Figura 22: Apresentação do projeto Yume_____	118
Figura 23: Apresentação de funcionalidades da aplicação móvel do Yume_____	119
Figura 24: Apresentação do conceito Yume_____	120
Figura 25: Renderização desenvolvida pela equipe do do Yume_____	121
Figura 26: Assistente virtual Lympia incorporado à smartwatches_____	122
Figura 27: Assistente virtual Lympia incorporado a espelhos_____	123
Figura 28: Assistente virtual Lympia incorporado a suporte de bancada para produtos de cuidados com a pele_____	124
Figura 29: Espelho inteligente Lympia_____	125
Figura 30: Nuvem de palavras resultante do feedback da turma 2021.2_____	128
Figura 31: Estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas para turma 2022.1_____	130
Figura 32: O projeto LUMI_____	132
Figura 33: Espelho Inteligente LUMI_____	133
Figura 34: LUMI incorporado a smartwatch_____	134
Figura 35: Simulação da página da LUMI como produto_____	135
Figura 36: Desenvolvimento do conceito LUMI_____	136
Figura 37: Realização de testes reais com televisores_____	137
Figura 38: O projeto K-Aid_____	138
Figura 39: Projeto K-Aid inserido no ambiente de cozinha_____	139
Figura 40: Interações com o dispositivo K-Aid por meio do toque na tela_____	140
Figura 41: Interações com o dispositivo K-Aid por meio de comando de voz_____	141
Figura 42: Nuvem de palavras resultante do feedback da turma 2022.1_____	144
Figura 43: Estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas para turma 2022.2_____	146

Figura 44: Protótipos desenvolvidos pela equipe do projeto TerraAsfalto_____	149
Figura 45: Uso de impressora 3D para confecção de peças em miniaturas para os protótipos desenvolvidos pela equipe do projeto TerraAsfalto_____	149
Figura 46: Cidade no tabuleiro do projeto Terrasfalto_____	150
Figura 47: Contextualização do conceito da proposta do projeto TerraAsfalto por meio de storyboard desenvolvido pela equipe_____	151
Figura 48: O projeto Adubi_____	152
Figura 49: Ideação do projeto Adubi_____	154
Figura 50: Modelagem tridimensional Adubi_____	155
Figura 51: Possibilidades identificadas a partir da modelagem tridimensional Adubi_____	156
Figura 52: Fabricação digital do protótipo Adubi_____	158
Figura 53: Aplicação móvel dedicada para smartphones Adubi_____	159
Figura 54: O projeto Fervo_____	160
Figura 55: Apresentação do projeto Fervo_____	161
Figura 56: Apresentação da proposta de solução do projeto Fervo_____	162
Figura 57: Primeiro contato da pessoa turista com a a solução móvel Fervo_____	163
Figura 58: Segundo contato da pessoa turista com a a solução móvel Fervo_____	164
Figura 59: Uso do óculos de realidade aumentada e integração de smartwatch com a solução móvel Fervo_____	165
Figura 60: Interação da pessoa turista com lambe-lambes no projeto Fervo_____	166
Figura 61: Simulação da visualização de vídeo por óculos de realidade aumentada_____	167
Figura 62: Brindes colecionáveis disponíveis após realização da rota do frevo_____	168
Figura 63: Nuvem de palavras resultante do feedback da turma 2022.2_____	171
Figura 64: Estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas para turma 2023.1_____	174
Figura 65: Registro fotográfico do projeto Baque Mestre_____	177
Figura 66: Principais fontes de inspiração para o projeto Baque Mestre_____	178
Figura 67: Volumetria e proposição de artefato físico para o projeto Baque Mestre_____	179
Figura 68: Modelagem tridimensional do artefato físico do projeto Baque Mestre_____	180
Figura 69: Uso de artefatos físicos das integrantes da equipe para viabilizar a verificação das características da solução proposta pelo projeto Baque Mestre_____	181
Figura 70: Materiais utilizados pela equipe do projeto Baque Mestre para prototipação da solução_____	183
Figura 71: Aplicativo móvel proposto pela equipe do projeto Baque Mestre_____	184
Figura 72: Feedback visual disponível no aplicativo Baque Mestre_____	185
Figura 73: O projeto Recitour_____	186
Figura 74: Exemplo de interface gráfica para dispositivo móvel do projeto Recitour_____	187
Figura 75: Registro fotográfico do projeto Recitour_____	189
Figura 76: Primeiro modelo de totem ideado pela equipe_____	190
Figura 77: Desenhos iniciais da proposta em papel em quadro branco com pilto_____	191
Figura 78: Impressão 3D em escala do artefato físico ReciTour_____	193
Figura 79: Protótipo do personagem do projeto ReciTour_____	194
Figura 80: Preparação do modelo em software e peças do modelo cortados à laser_____	195
Figura 81: Montagem da volumetria do produto do projeto ReciTour_____	196
Figura 82: Inserção da aparência do personagem e tablet ao protótipo do produto do projeto ReciTour_____	197
Figura 83: Ativação do sistema por meio de sensor de presença e início da interação com o personagem do ReciTour_____	198
Figura 84: Nuvem de palavras resultante do feedback da turma 2023.1_____	202

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: 10 Regras-chave para o design de UUI proposto por Quigley (2010)	42
Tabela 2: Métricas de Usabilidade para UUI propostas por Quigley (2010)	44
Tabela 3: Estratégia metodológica da pesquisa	62
Tabela 4: Base para definição do processo da pesquisa-ação	74
Tabela 5: Caracterização da etapa Entendimento	206
Tabela 6: Caracterização da etapa Desenvolvimento	208
Tabela 7: Caracterização da etapa Avaliação	210

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

GUI - *Graphical User Interface*

NUI - *Natural User Interface*

VUI - *Voice User Interface*

UUI - *Ubiquitous User Interface*

Ubicomp - *Ubiquitous Computing*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
OBJETIVO GERAL	21
ESPECÍFICOS	22
CONTRIBUIÇÃO E RELEVÂNCIA DA PESQUISA PARA O CAMPO DO DESIGN	22
ESTRUTURA DA TESE	23
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA PROPOSTA	25
1.1. COMPUTAÇÃO UBÍQUA E A DISTRIBUIÇÃO DAS INTERFACES	26
1.2. INTERFACES UBÍQUAS DO USUÁRIO (UUI)	32
1.2.1. Regras e Métricas de usabilidade para UUI	41
1.2.2. Categorias de interfaces	46
1.3. METADESIGN E O (META)DESIGNER-DOCENTE	51
1.3.1. Aspectos do Metadesign para a concretude	58
2. METODOLOGIA DA PESQUISA	61
2.1. MOMENTO 1 - ELABORAÇÃO TEÓRICA DESTA TESE	63
2.2. MOMENTO 2 - PESQUISA-AÇÃO COMO ABORDAGEM	63
2.3. MOMENTO 3 - SOBRE O CAMPO	79
3. EXPERIMENTOS - AULAS REMOTAS E AULAS PRESENCIAIS	82
3.1. AULAS REMOTAS SÍNCRONAS	82
3.2. EXPERIMENTO #01 TURMA 2020.2	83
3.2.1. Resultados do experimento #01	88
3.2.2. Rippo	89
3.2.3. Diabits	92
3.2.4. Considerações e aprendizados	95
3.3. EXPERIMENTO #02 TURMA 2021.1	98
3.3.1. Acorda-e	105
3.3.2. Scanner + AppWatch	108

3.3.3. Considerações e aprendizados	110
3.4. EXPERIMENTO #03 TURMA 2021.2	114
3.4.1. Yume	117
3.4.2. Lympia	121
3.4.3. Considerações e aprendizados	126
3.5. AULAS PRESENCIAIS	129
3.6. EXPERIMENTO #04 TURMA 2022.1	129
3.6.1. Lumi	132
3.6.2. K-aid	138
3.6.3. Considerações e lições aprendidas	142
3.7. EXPERIMENTO #05 TURMA 2022.2	145
3.7.1. Terrasfalto	148
3.7.2. Adubi	152
3.7.3. Projeto Fervo	160
3.7.4. Considerações e lições aprendidas	169
3.8. EXPERIMENTO #06 TURMA 2023.1	172
3.8.1. Baque Mestre	176
3.8.2. Recitour	186
3.8.3. Considerações e lições aprendidas	200
3.9. MODELO PROPOSTO PARA DESENVOLVIMENTO DE INTERFACES UBÍQUAS	203
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	214
REFERÊNCIAS	219
APÊNDICE	224
APÊNDICE A - ATIVIDADE DE RITUAIS MATINAIS	224
APÊNDICE B: EXEMPLO DE LINHA DO TEMPO DOS RITUAIS MATINAIS	226

INTRODUÇÃO

Alguma vez já parou para pensar quantos computadores utilizamos ao longo de um dia? Talvez, a resposta seja dada pensando em computadores da forma mais coloquial que temos no nosso dia a dia, ou seja, o equivalente a computadores de mesa (*desktops*) ou *notebooks* (também conhecidos como *laptops*). O curioso é que provavelmente você utiliza muito mais o próprio celular (*smartphone*) por dia, do que o computador (*notebook*, por exemplo). Mas, talvez, solicita informações para um assistente virtual ou mesmo adiciona itens numa lista de compras, passa por portarias que utilizem o reconhecimento facial, paga a conta de um bar com um *smartwatch*, entre inúmeros outros possíveis exemplos. E isso ocorre de uma maneira tão natural e incorporada nas nossas rotinas, que não ficamos refletindo constantemente sobre esses fenômenos - ainda bem!

Ampliando o contexto, imagine ter que pensar sobre todas as coisas que nos rodeiam a cada instante, todos os objetos que usamos nos nossos rituais matinais, nos espaços de trabalho, de estudo ou qualquer lugar que frequentamos. Em contrapartida, utilizamos os artefatos e os ambientes em um estado de consciência que os coloca em segundo plano, não nos importamos diretamente com as coisas, muito embora temos a expectativa de que funcionem. Caso contrário, prontamente iremos trazer para o centro das nossas atenções o problema e, em conjunto, o artefato, tentando identificar o que causa a quebra da experiência esperada.

Trago aqui meu ponto: nos relacionamos com os computadores pelos meios que promovem o seu uso (interfaces) e não essencialmente com os computadores em si. Ressalto essa reflexão, pois durante décadas, mais precisamente por volta do início dos anos 1990, surge uma proposição visionária sobre a nossa relação com os computadores, que perdura ainda hoje e traz muitas reflexões, especialmente nas áreas que se relacionam diretamente com a Ciência da Computação. Pensar a possibilidade de ter diversos computadores distribuídos nos ambientes que frequentamos, podendo utilizá-los com a mesma naturalidade que damos aos objetos do nosso dia a dia, sendo assistidos constantemente sem notar a sua presença e sem precisar ter uma atenção direta a todo instante, somente quando precisamos. A isto, Mark Weiser cientista da Xerox PARC chamou de **Computação**

Ubíqua num célebre artigo intitulado *"The computer for 21st century"* em 1991. E, junto com John Seely Brown em 1995, traz a característica de uma **tecnologia calma** com o artigo *"Designing Calm Technology"* (Weiser & Brown, 1997).

A visão de Weiser envolvia a criação de ambientes enriquecidos com dispositivos de computação distribuídos que estariam interconectados e sensíveis ao contexto. Esses dispositivos estariam presentes em nossos ambientes físicos, tornando-se quase invisíveis, mas estariam constantemente disponíveis para fornecer informações relevantes e serviços sob demanda. Ele chamou esses dispositivos de "computadores ubíquos" e enfatizou que eles não seriam computadores pessoais tradicionais, mas sim dispositivos discretos e especializados, incorporados em objetos do dia a dia, como eletrodomésticos, mobiliário e até mesmo roupas.

Mark Weiser revolucionou a maneira como pensamos sobre a tecnologia da informação ao introduzir o conceito de computação ubíqua. Sua visão de um mundo em que a tecnologia está presente de forma invisível em nossos ambientes físicos influenciou profundamente o desenvolvimento de dispositivos inteligentes e sistemas de IoT (Internet das Coisas) que estamos testemunhando hoje.

Considerando a computação ubíqua como objeto de estudo, nota-se uma grande ocorrência em pesquisas e publicações científicas dedicadas ao ensino e entendimento do desenvolvimento, abordagens e métodos para este campo. O que ocorre, entretanto, é que ao falar de computadores, estamos também falando de interação e interfaces, e como consequência, temos o campo do Design inserido nesse contexto. Mais ainda, tendo em vista a relação que os computadores ou dispositivos se encontram no nosso dia a dia, temos de forma ampla o aspecto do Design de Produto, do Design de Interação e do Design de Interfaces inserido em seu desenvolvimento e, portanto, é preciso que as pessoas designers estejam habilitadas, tenham conhecimento e passado por um processo de aprendizado. Mas, quanto às pesquisas e publicações científicas neste contexto, relacionando o Design (como campo) e Design de Interfaces com Computação Ubíqua e Educação, observa-se que há uma quantidade ínfima.

Para exemplificar, ao realizar uma busca na base de dados *Web of Science* considerando "todos os campos" para cada palavra-chave resultando na *string* de

busca (*"Design" and "Interface design" and "Ubiquitous Computing" and "Education"*) foi possível obter o resultado de 04 (quatro!) publicações. Nenhuma dessas publicações tinha uma relação direta com a intenção de entender qual o estado da arte na relação entre essas áreas. O mesmo problema ocorre em outras bases nacionais ou internacionais. Contudo, outras tentativas foram realizadas com as seguintes *strings* de busca:

- (*"Design" and "Ubiquitous User Interface" and "Ubiquitous Computing"*) - obtendo 07 (sete) resultados;
- (*"User Interface Design" and "Ubiquitous Interface Design" and "Ubiquitous Computing" and "Education"*) - obtendo 02 (dois) resultados;
- (*"Design" and "Ubiquitous User Interface" and "Ubiquitous Computing" and "Education"*) - obtendo 0 (zero) resultados;
- (*"Design" and "Ubiquitous User Interface" and "Ubiquitous Computing" and "Teaching"*) - obtendo 0 (zero) resultados;

No entanto, há pesquisas que podem ser consideradas tangenciais ao design, mas ajudam a entender como as reflexões sobre o ensino na área de Interação Humano-Computador (IHC) trazem a possibilidade de compreender os tópicos considerados essenciais para o ensino dessa área. O trabalho de Churchill, Bowsert & Preece (2013) aponta que existem diferenças nas prioridades e interesses dos participantes de acordo com o idioma e a cultura, apontando nos resultados que pessoas participantes da pesquisa e são de países de língua inglesa valorizam métodos de pesquisa qualitativa e abordagens, enquanto os de língua portuguesa destacam o design de interação e os de língua chinesa preferem o design e desenvolvimento de computação móvel. Fato curioso, é revelado que há divergências entre profissionais da indústria e acadêmicos em relação aos tópicos mais importantes. Enquanto os profissionais da indústria valorizam temas como gestão de mudanças e desenvolvimento de produtos, os acadêmicos dão mais importância à computação ubíqua. Portanto, podemos aprender com a pesquisa que destaca a importância de uma abordagem multidisciplinar na educação em HCI, com

a necessidade de colaboração entre academia e indústria. Os resultados sugerem que os estudantes devem entender as diferenças entre esses dois mundos para melhor informar suas escolhas de carreira.

Quando se trata do ensino na Computação Ubíqua, aponta-se para a pesquisa de Peixoto *et al.* (2020) com uma amostragem de 16 universidades ao redor do mundo, em que discute o uso de simulações baseadas em sensores de smartphones para ensinar conceitos de computação ubíqua. Os autores relatam que as simulações podem ser uma abordagem eficaz para ensinar esses conceitos, permitindo que os alunos experimentem e visualizem os conceitos em ação. Os alunos relataram que as simulações ajudaram a melhorar sua compreensão dos conceitos de computação ubíqua e tornaram as aulas mais interessantes e envolventes. Os tópicos mais desafiadores para ensinar e aprender em computação ubíqua foram identificados como consciência de contexto (*context-awareness*) e plataformas *middleware*. Os autores sugerem que o uso de simulações baseadas em sensores de smartphones pode ser uma abordagem promissora para o ensino de computação ubíqua, mas mais pesquisas são necessárias para avaliar sua eficácia em diferentes contextos educacionais e com diferentes públicos-alvo.

Muito embora o conceito da Computação Ubíqua tenha uma consolidação no meio acadêmico como um espaço propenso ao debate, é comum encontrar outras nomenclaturas que sugerem semelhanças contextuais e projetuais fora desse espaço. Considero que isso possa contribuir para uma pulverização do conhecimento e impactar substancialmente outras áreas, como o Design por exemplo, uma vez que não se insere diretamente no campo da Ciência da Computação, mas é uma área correlata e contribui fortemente para ele. Ronzani (2008) trata da batalha de conceitos entre a computação ubíqua, a computação pervasiva e a inteligência ambiental, e como esses conceitos competiram entre si na mídia, a partir de uma análise de conteúdo de artigos de jornais em inglês escritos na América do Norte e na Europa. Em resumo, é mostrado que, embora haja diferenças conceituais entre esses termos, elas são marginais e, na prática, os conceitos são descritos pelos mesmos atributos.

Apesar dos esforços de compreender tais conceitos, se faz necessário ter uma concepção mais ética e responsável diante a possibilidade de distribuir computadores nos ambientes. Alguns outros conceitos surgem em meio a esse paradigma tecnológico, com Internet das Coisas (IoT), Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA), Inteligência Artificial (IA), Robótica Afetiva, *Vehicle-to-Vehicle* (V2V), *Vehicle-to-Everything* (V2X) e, em larga escala, Cidades Inteligentes (*SmartCities*). Pensando que todos os ambientes estarão repletos de dispositivos e computadores prontos para assistir os seres humanos, observa-se a necessidade de pensar a segurança e a privacidade, principalmente. Além disso, perceber que as tecnologias computacionais presentes no meio urbano, por exemplo, não estão distantes das discussões políticas e sociais, e mais, podem causar impactos negativos ou positivos, podendo fomentar a vigência de estruturas econômicas e políticas que em certa medida agredem a liberdade e a democracia (Morozov & Bria, 2019). Devemos estar preparando para essa realidade as pessoas designers, na tentativa de fomentar o senso crítico e o posicionamento coerente com a premissa do Design que é trazer qualidade de vida para as pessoas, entendendo os processos e meios para alcançar tal finalidade.

É curioso notar que os espaços previstos para essa condição de preparo, são dados a partir de cursos que auxiliam no desenvolvimento intelectual, técnico, social e econômico. Quando se trata de cursos voltados para o design de interfaces ubíquas do usuário (do inglês, *Ubiquitous User Interface* - UUI), proponho a provocação de realizar uma busca no Google e verificar as possibilidades no contexto nacional, principalmente. Da mesma forma, verificar os cursos propostos para a Computação Ubíqua. Veremos que há uma grande dificuldade em identificar espaços dedicados para esse propósito no contexto no Design, muito embora há um cenário de larga possibilidade de atuação, onde já se experimenta, em certa medida na atualidade, o paradigma da Computação Ubíqua com os diversos dispositivos presentes nas nossas residências, ambientes de ensino e aprendizado, de trabalho e, até mesmo, no meio urbano.

Neste contexto, saliento que a Educação, enquanto ciência, com suas características e consequências não fazem parte das discussões deste trabalho.

Não tenho a pretensão de adentrar nesse campo, muito embora esteja associado, pois o local da pesquisa realizada para esta tese se trata de uma sala de aula. Assim sendo, minha intenção é compreender esse ambiente como um espaço de experimentação do *processo do processo*, tal qual enfatiza o Metadesign em conformidade com Vassão (2010), derivado de uma revisão bibliográfica para esta pesquisa. Portanto, surge a pergunta do problema: Como propor a configuração do desenvolvimento de interfaces ubíquas considerando o espaço de sala de aula como experimento de processo, a partir da condição de docente e designer, tendo a colaboração do corpo docente e discente de uma instituição de ensino superior?

Assim, torna-se evidente a necessidade de uma intervenção em resposta a este contexto, que por sua natureza se caracteriza como uma pesquisa de caráter exploratório. Para abordar esse desafio, adotei a metodologia de pesquisa-ação, buscando compreender as complexas dinâmicas que orientam o desenvolvimento de Interfaces Ubíquas sob a perspectiva do Design, particularmente no contexto da sala de aula.

Este estudo foi conduzido em uma instituição de ensino superior localizada em Recife, Pernambuco, que oferece um curso de bacharelado em Design. O período de investigação abrangeu os anos de 2020 a 2023 e englobou um total de seis turmas. Minha participação como docente foi centrada em uma disciplina com duração de 60 horas, intitulada "Design de Interfaces Ubíquas". Durante esse período, adquiri conhecimentos e insights valiosos que me proporcionaram a identificação de abordagens e estratégias capazes de gerar resultados significativos. Este processo de aprendizado me permitiu conceber um modelo para o desenvolvimento de Interfaces Ubíquas, especialmente direcionado a designers que também atuam como professores (designers-docentes).

Dessa forma, apresento em seguida os objetivos da presente pesquisa:

OBJETIVO GERAL

- Propor um modelo de desenvolvimento de interfaces ubíquas no contexto de sala de aula.

ESPECÍFICOS

- ▶ Investigar o processo de desenvolvimento de interfaces ubíquas, sob a ótica do metadesign, dentro do contexto de sala de aula (remoto e presencial);
- ▶ Compreender as atribuições do designer/docente e analisar seu papel e seus produtos dentro do contexto de sala de aula;
- ▶ Observar a relação dos estudantes da graduação com o atual paradigma do desenvolvimento de interfaces ubíquas;
- ▶ Identificar o estado da arte, desafios técnicos e teóricos, do conhecimento contextual da computação ubíqua e das interfaces ubíquas.

CONTRIBUIÇÃO E RELEVÂNCIA DA PESQUISA PARA O CAMPO DO DESIGN

A presente pesquisa busca trazer uma contribuição e relevância significativas para o campo do Design, especificamente no contexto das Interfaces Ubíquas (UUI). Como primeiro ponto, aponto para **identificação de uma lacuna de conhecimento**, uma vez que há uma dificuldade em identificar espaços dedicados ao ensino de Interfaces Ubíquas no contexto do Design, apesar do potencial significativo dessa área. Isso destaca uma lacuna de conhecimento e prática que a pesquisa procura abordar.

Outro elemento fundamental é a **exploração de um novo paradigma**, tendo em vista que a pesquisa se concentra na computação ubíqua e suas aplicações no contexto de design. Isso é relevante dado que a computação ubíqua é um paradigma emergente que está cada vez mais presente em nossas vidas, e sua integração com o design de interfaces é uma área de pesquisa e desenvolvimento em crescimento.

Quanto ao aspecto metodológico, uma vez que a **metodologia de pesquisa-ação** demonstra um compromisso em buscar soluções práticas e aplicáveis para os desafios identificados, ocasionando o aprendizado ao longo do

processo. Isso pode beneficiar tanto a academia quanto a prática profissional, promovendo a colaboração e a aplicação direta dos resultados. Como também, traz à tona **ênfase na sala de aula como ambiente de experimentação**, uma vez que a pesquisa se concentra em usar a sala de aula para o desenvolvimento de Interfaces Ubíquas. Isso é inovador e relevante, pois considera tais espaços como um campo de aplicação e exploração dessa tecnologia emergente.

Sobretudo, quando se tem um **modelo para designers-docentes**, tendo em vista que a pesquisa proporcionou desenvolver um modelo específico para designers que também atuam como professores (designers-docentes). Isso é relevante porque reconhece as necessidades específicas desse grupo e oferece orientações práticas para integrar eficazmente as Interfaces Ubíquas no contexto de sala de aula ou espaços para experimentação. Portanto, há uma característica de **aplicabilidade prática**, pois os resultados da pesquisa têm potencial para impactar diretamente a prática de designers e professores que desejam integrar Interfaces Ubíquas em suas abordagens pedagógicas, bem como em projetos de design.

Portanto, essa pesquisa contribui para preencher uma lacuna de conhecimento, explora novos paradigmas tecnológicos e oferece orientações práticas para profissionais que desejam se envolver com Interfaces Ubíquas no campo do Design, especialmente no contexto da sala de aula.

ESTRUTURA DA TESE

Nesta seção, apresentaremos a estrutura da tese, destacando como os diferentes capítulos e seções estão organizados para atender aos objetivos da pesquisa. Cada parte da tese desempenha um papel específico na construção do argumento e na apresentação das descobertas. Portanto, ao longo desta seção, forneceremos uma visão panorâmica dos principais tópicos que serão abordados, esclarecendo como eles se relacionam e contribuem para a abordagem geral da pesquisa.

No **primeiro capítulo**, tem como objetivo apresentar os principais fundamentos teóricos que são essenciais para a pesquisa em questão. Ele aborda

temas como Computação Ubíqua, Interfaces Ubíquas e Metadesign, com o propósito de cumprir o objetivo geral do trabalho e esclarecer os limites teóricos que fundamentam esta tese. O capítulo está organizado em três seções principais:

(I) Computação Ubíqua e a distribuição das Interfaces: Esta seção aborda a Computação Ubíqua e sua relação com a distribuição das Interfaces. Explora como a tecnologia se tornou ubíqua em nossas vidas cotidianas e como as Interfaces Ubíquas desempenham um papel crucial nesse cenário;

(II) Multimodalidade e Interação: Aqui, a pesquisa examina o conceito de multimodalidade e como ele se relaciona com a interação entre humanos e sistemas computacionais. Isso é fundamental para entender como as Interfaces Ubíquas podem ser projetadas levando em consideração diferentes formas de interação;

(III) Metadesign e o (meta)designer-docente: Esta seção introduz o conceito de Metadesign e explora seu papel no contexto do designer-docente. Examina como os designers que também são professores podem desempenhar um papel importante na concepção e desenvolvimento de Interfaces Ubíquas em ambientes educacionais.

Isso ajuda a contextualizar o trabalho e fornece uma compreensão sólida dos princípios subjacentes que orientam a investigação.

No **segundo capítulo**, apresento as definições e descrições das etapas conforme a abordagem metodológica adotada para a pesquisa. Delineando os elementos que contribuíram para a coleta de dados com a prática da abordagem da pesquisa-ação, principalmente.

No **terceiro capítulo**, discuto os resultados obtidos ao longo da pesquisa-ação realizada de 2020 a 2023. O objetivo principal desta investigação era desenvolver um modelo para interfaces ubíquas em ambiente de sala de aula. Neste capítulo, apresento o resultado central deste estudo, que é a proposta de um modelo para o desenvolvimento de interfaces ubíquas no ambiente de sala de aula, resultado do aprendizado adquirido durante a pesquisa-ação.

No **último capítulo**, concluo a tese, refletindo sobre todo o percurso da pesquisa, destacando áreas para futuros estudos e pontuando as contribuições que este trabalho oferece tanto para a academia quanto para profissionais e acadêmicos no campo do Design.

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA PROPOSTA

Este capítulo se dedica a apresentar os principais fundamentos teóricos que atravessam a presente pesquisa. Aqui serão encontrados temas relacionados, principalmente, à Computação Ubíqua, Interfaces Ubíquas e Metadesign. Tendo como foco a perspectiva de atender ao objetivo geral do trabalho e favorecer o entendimento dos limites teóricos que tornam esta tese concreta.

O capítulo está estruturado da seguinte maneira:

- ▶ Computação Ubíqua e a distribuição das Interfaces
- ▶ Multimodalidade e Interação
- ▶ Metadesign e o (meta)designer-docente

1.1. COMPUTAÇÃO UBÍQUA E A DISTRIBUIÇÃO DAS INTERFACES

“As tecnologias mais profundas são aquelas que desaparecem. Elas se entrelaçam na vida cotidiana até serem indistinguíveis dela.”

Mark Weiser (1991, p.94, tradução livre)

À primeira vista, quando se fala em Computação Ubíqua¹ e, mais especificamente, em Interfaces Ubíquas, o termo **ubíqua** pode ocasionar uma certa estranheza. Muitas vezes, não nos deparamos com essa palavra em nosso cotidiano, embora a sua definição traga uma conexão com o estado da arte atual do uso de computadores. Segundo o dicionário Michaelis, o adjetivo *ubíquo* tem por definição “Que está ou pode estar em toda parte ao mesmo tempo; onipresente.” (Ubíquo, 2023). Nesse contexto, quando pensamos sobre Computação Ubíqua, percebemos a relação de computadores dispersos ou distribuídos em um ambiente que não torna a sua existência evidente para o usuário diante o contexto de uso. Há, portanto, um grande desafio em desenvolver soluções para que essa tecnologia venha a se entrelaçar em nossas vidas e se tornarem indistinguíveis, principalmente, quanto a interação por meio de interfaces.

Weiser argumentou que a computação do século 20 estava centrada em torno dos computadores pessoais, que eram dispositivos isolados com os quais as pessoas interagem de forma explícita. No entanto, ele previu uma mudança fundamental nesse paradigma, onde os computadores desapareceriam da vista, incorporando-se ao ambiente ao nosso redor. Por exemplo, podemos ter vários computadores espalhados em um ambiente, mas a sua presença não é percebida de maneira direta, como afirma Weiser (1991) os computadores desaparecem em segundo plano, e isso significa ser uma característica específica do ser humano e não da tecnologia. Ou seja, o aprendizado do uso, a relação com as tecnologias se tornam tão eficientes que não despertam a consciência das pessoas. O autor traz em seu argumento alguns teóricos que cunharam termos capazes de designar essa característica, tais como: Herb Simon, cientista da computação, chama de *compilação*; Michael Polanyi, filósofo, chama de *dimensão tácita*; TK Gibson, psicólogo, chama de *invariantes visuais*; Georg Gadamer e Martin Heidegger,

¹ É comum encontrar em publicações da área a abreviação do termo em inglês *Ubiquitous Computing* como *UbiComp*.

filósofos, chamam de *o horizonte* e *o pronto para usar*; e por fim, John Seely Brown, cientista da computação, chama de *periferia* (WEISER, 1991,p.94).

Para este trabalho, considero o uso do termo **periferia**, por três razões: (I) a primeira por John Seely Brown ser contemporâneo e parceiro de Mark Weiser na Xerox PARC, tendo publicações em conjunto e uma aproximação com as discussões propostas a partir do objeto de estudo em comum deles; (II) a segunda, por perceber que é um termo recorrente em outros textos sobre a Computação Ubíqua, mas principalmente para esta tese, se encontra também em uma das principais referências para o contexto das Interfaces Ubíquas do Usuário (*UUI - Ubiquitous User Interface*), tratado por Aaron Quigley (2010); (III) e a terceira, pela facilidade de associação que a palavra tem com elementos do cotidiano e, não menos importante mas sem ter um aprofundamento de relevância para esta tese, por uma subjetividade e associação direta no âmbito social em me identificar como periférico na escala da cidade, como também, por pertencer a um país que se encontra na periferia conforme Bonsiepe (2011).

Observamos aqui uma das premissas fundamentais para a computação ubíqua. Há inúmeros exemplos que podemos citar para criar uma associação com o cenário que Weiser visualizou e, por analogia, realizar semelhanças com outros elementos que já conhecemos e usufruímos em nosso dia a dia, como é o caso da eletricidade. Por exemplo, raramente nos preocupamos em verificar se há eletricidade fluindo nas paredes de nossas residências ou ambientes que frequentamos, uma vez que notamos a existência da eletricidade pelo funcionamento de outros objetos e, portanto, essa tecnologia não vem ao centro de nossa atenção, mantemos a tecnologia na periferia da consciência. Não ficamos a todo instante nos perguntando de onde vem a eletricidade ou como ela está presente nos espaços, simplesmente a utilizamos sem uma atenção ativa.

No contexto da computação ubíqua, Weiser (1991) aponta que a finalidade é que naturalmente coloquemos esse tipo de tecnologia em **segundo plano** nos **ambientes naturais dos seres humanos**. A diferença é que, enquanto a eletricidade é uma tecnologia que não demanda nossa atenção constante e a utilizamos de forma indireta, na computação ubíqua, precisamos lidar diretamente com tecnologias que envolvem capacidade de processamento computacional, ou seja, estaremos

realizando nossas atividades corriqueiras lidando com aplicações (*softwares*), dispositivos (*hardwares*) espalhados no ambiente e sistemas mantendo a percepção da atuação dos computadores na periferia.

Nesse quesito, Weiser (1994) amplia o glossário e faz uma analogia com ferramentas, defendendo a característica da **invisibilidade** que deve estar presente no contexto dos computadores, principalmente em seu uso. Como uma boa ferramenta, ele cita os óculos como tal, pois através deles observamos o mundo, não os óculos em si. Para Weiser, se trata de um critério que está inserido no contexto de uso, não em tornar a materialidade da ferramenta invisível.

Considerando o conceito de espaço e computadores distribuídos, conforme introduzido por Weiser, percebemos que atualmente há uma certa facilidade em perceber a integração de diversos computadores em nossos ambientes. Não se trata apenas de possuir vários dispositivos individuais, como *notebooks*, *smartphones*, *wearables*, assistentes virtuais e *tablets*, mas sim de perceber esses dispositivos como parte de um sistema unificado, sem a necessidade de observá-los de forma constante. Esses computadores atuam eficientemente nas atividades que desenvolvemos, e, assim, passamos a não precisar nos dedicar constantemente a eles.

Por outro lado, é importante buscar entender as consequências da premissa de que os computadores estarão espalhados pelo ambiente, pois levanta algumas questões. Por exemplo, onde eles estarão localizados? Quais objetos ou espaços conterão esses computadores? Quantos computadores serão necessários em nossas residências ou nos locais que frequentamos? Isso envolve o paradigma da Computação Ubíqua, uma vez que os computadores atuais, como *smartphones*, apresentam suas aplicações e frequentemente geram notificações, atualizações e outras demandas que requerem ação por parte dos usuários.

Nesse contexto, Quigley (2010, p.240) traz à tona uma possível problemática proveniente do foco com a interação diante o paradigma da Computação Ubíqua (se mal concebida), onde menciona que “se cada objeto físico em nossa casa exigir atenção, alertas, atualizações e configurações, da mesma forma que nossos computadores pessoais atuais, rapidamente nos sobrecarregaríamos.” Portanto, é fundamental que esses computadores, ao estarem distribuídos nos espaços,

possuam a capacidade de suportar as diversas dinâmicas dos usuários durante o seu uso, sem perturbá-los ou impactar suas atividades cotidianas.

Logo, pensando no desenvolvimento de interfaces que é o foco deste trabalho e se teremos computadores espalhados nos ambientes dos seres humanos, capazes de informar e auxiliar as pessoas, em algum momento teremos a necessidade de um contato com esses dispositivos, assim, esse contato se dá a partir de uma interface, eis então um questionamento: como identificar e interagir com essas interfaces se elas devem estar na periferia e invisíveis?

Uma possível resposta é dada por outro aspecto fundamental e, evidente, no contexto da Computação Ubíqua, ou pelo menos nos pressupostos para sua existência. Trata-se da necessidade de que essa tecnologia seja considerada como uma **tecnologia calma**, termo encontrado na publicação de Mark Weiser e John Seely Brown em 1995 (Weiser & Brown, 1997). Paradoxalmente, surge no intuito de propor que enquanto estamos sintonizados com mais informações, menos atenção deve ser dado a elas. Isto quer dizer que uma tecnologia calma é aquela que é projetada com o entendimento de como a tecnologia chama a atenção dos usuários, o momento em que é preciso sair da periferia e entrar no centro das atenções (e vice-versa).

Weiser e Brown (1997) argumentam que a computação ubíqua permite que as pessoas se concentrem mais em suas tarefas e menos na interação com a tecnologia. Eles acreditavam que, à medida que a tecnologia se tornasse mais integrada e invisível, ela deixaria de ser uma distração e se tornaria uma ferramenta eficaz para melhorar nossas vidas.

Adentrando no aspecto do Design, Case (2016) aponta a importância de considerar os princípios do design eficaz e da Tecnologia Calma ao desenvolver novas tecnologias, buscando permitir que os usuários alcancem seus objetivos com facilidade e com o mínimo de esforço mental. Para tal, a autora sugere oito princípios (CASE, p.16-17):

- I. A tecnologia deve exigir a menor quantidade possível de atenção.
- II. A tecnologia deve informar e criar calma.
- III. A tecnologia deve aproveitar a periferia.

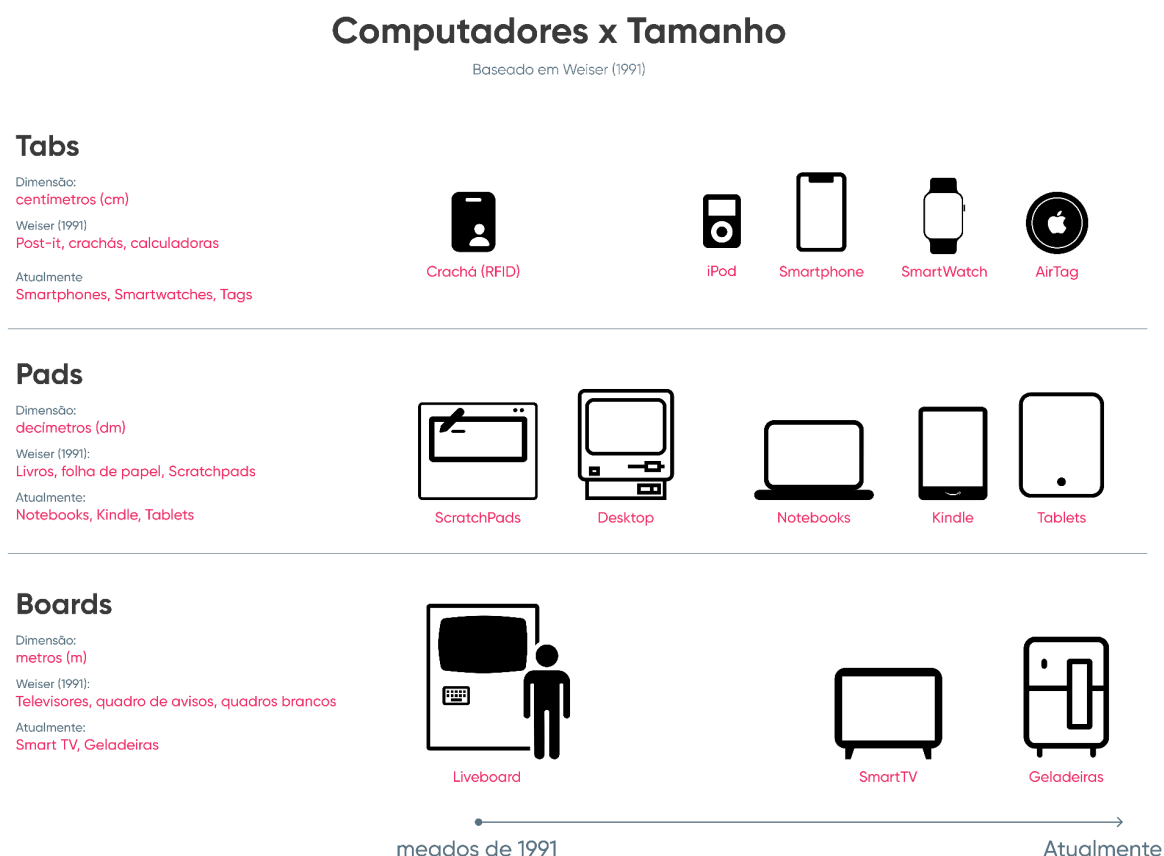
- IV. A tecnologia deve amplificar o melhor da tecnologia e o melhor da humanidade.
- V. A tecnologia pode comunicar, mas não precisa falar.
- VI. A tecnologia deve funcionar mesmo quando falha.
- VII. A quantidade certa de tecnologia é o mínimo necessário para resolver o problema.
- VIII. A tecnologia deve respeitar as normas sociais.

Em resumo, não são regras rígidas, e sua aplicação pode variar de acordo com o produto ou serviço em questão. Não é necessário que todos os oito princípios sejam adotados em todos os projetos de tecnologia, e a relevância deles pode ser determinada pelo contexto. Contudo, à medida que nos dirigimos para um futuro com ambientes e situações imprevisíveis, a aplicação desses princípios pode beneficiar uma variedade crescente de categorias de produtos. Ter esses princípios em mente durante as fases iniciais do design pode ajudar a minimizar os desafios de usabilidade quando os produtos são lançados (CASE, 2016).

Quando se trata de pensar a materialidade dos computadores, como artefatos, Weiser (1991) propõe três categorias de dispositivos: *tabs*, *pads* e *boards*. Para ele, a ubiquidade dos computadores também se manifestará em uma variedade de tamanhos, cada um projetado para uma finalidade específica, tendo dispositivos em dimensões que variam de: (I) ***tabs***, polegadas ou centímetros, semelhantes a notas *Post-It*; (II) ***pads***, máquinas com dimensões em pés ou decímetros semelhantes a livros ou revistas; (III) e ***boards***, telas em tamanho equivalente a metros, como lousas ou quadro de avisos. No entanto, é possível observar que essa proposta visualizada por Weiser se atualizou e avançou ao longo do tempo. Esse avanço é representado por alguns artefatos relevantes no curso da história, tais como: computadores *desktop*, *notebooks*, *Macintosh*, *iPod*, *iPhone* e *iPad* da Apple, o *Kindle* da Amazon, a variedade de *Smart TVs* e telas em *LED* que estão em todos os locais atualmente e, mais recentemente, só para citar um exemplo, geladeiras propostas por empresas como Samsung ou LG com computadores embarcados permitindo interações com telas e comandos de voz. Assim, a Figura 1 faz um

resumo objetivo da relação entre os computadores pontuados por Weiser em seu artigo de 1991, suas características em tamanho e uns poucos modelos que demonstram a evolução desses computadores até os dias mais recentes, corroborando com a proposição do paradigma da Computação Ubíqua.

Figura 1: Tamanhos de computadores baseados em Weiser (1991) e exemplos recentes



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Entendendo, portanto, que esse contexto de desenvolvimento tecnológico carrega em si a condição de repensar como os computadores devem incorporar a qualidade da periferia, assim como a necessidade de se caracterizarem como tecnologia calma para interagir com os usuários, surge a questão de como pensar o Design, conseqüentemente, as interfaces para esses computadores quando os projetamos de forma que os usuários não possam visualizá-los diretamente, ou

melhor, como poderão sair e voltar para periferia, naturalizando seu uso e, a partir disto, criando novos contextos de interação.

1.2. INTERFACES UBÍQUAS DO USUÁRIO (UUI)

“A capacidade de fornecer entradas e saídas naturais de um sistema que lhe permite permanecer na periferia é, portanto, o desafio central no design da UUI.”

Aaron Quigley (2010, p.238, tradução livre)

Aaron Quigley (2010) aborda o tema das interfaces no contexto da Computação Ubíqua em seu capítulo dedicado à transição das Interfaces Gráficas do Usuário (GUI) para as Interfaces Ubíquas do Usuário (UUI). Vale salientar que se trata de um dos únicos autores que assume o termo Interfaces Ubíquas do Usuário como objeto de estudo, muito embora outros tratem de forma tangencial, mas não direcionam suas pesquisas para a formalização do termo. Sobretudo, o que se encontra em abundância é a relação da interface do usuário para a Computação Ubíqua (em inglês, *user interfaces for ubiquitous computing*).

Quigley destaca que a Computação Ubíqua representa um novo **paradigma tecnológico**, isto posto, considero que se faz necessário observar atentamente o papel do designer nos contextos que envolvem a presença de novos sensores, o desenvolvimento de novos *hardwares*, *softwares* e, conseqüentemente, a criação de novos produtos e artefatos. Esses produtos (aqui também se inserem os computadores no contexto da Ubicomp) têm a capacidade de possibilitar interações diferentes das que conhecemos até então, ainda mais quando se considera a multimodalidade (sobre isso, veremos mais adiante), pois segundo Quigley (2010, p.241, tradução livre), “o desafio não é fornecer o *mouse* e o teclado da próxima geração, mas sim fazer com que a coleção de entradas e saídas opere de maneira fluida e contínua.” Além disso, esse paradigma tecnológico está centrado no próprio artefato e nas conseqüências da tecnologia computacional.

Observa-se também uma nova perspectiva de **acesso a informações**, uma vez que sensores em espaços e dispositivos de processamento computacional permitem captar informações que anteriormente passavam despercebidas (Quigley,

2010). Isso proporciona uma nova forma de perceber e interagir com o ambiente ao nosso redor, redefinindo nossos relacionamentos e a maneira como lidamos com nossos dados pessoais.

Essas características impactam não apenas na maneira como **remodelamos nossos relacionamentos** sociais, com familiares e amigos, mas também como nos relacionamos com o meio ambiente. Coletar e visualizar dados sobre o uso de energia em uma residência, o consumo de água em um restaurante ou a produção de resíduos orgânicos são alguns exemplos que se tornam viáveis atualmente, possibilitando uma tomada de decisão mais informada e responsável, levando em conta que o usuário deve interagir com essas informações de forma natural, exercendo suas tarefas cotidianas sem precisar tirar o foco da atividade realizada para visualizar os computadores que o assistem.

Nesse contexto, a Internet das Coisas desempenha um papel crucial, proporcionando um novo contexto de vida e uso de dispositivos, bem como uma nova forma de habitar esses ambientes. Por outro lado, um dos maiores desafios é a compreensão da forma como o ser humano interage com artefatos e com outros seres humanos, quais são as modalidades possíveis para uma proposição do **design da interação** diante o novo paradigma.

No contexto da computação ubíqua e, por consequência, o surgimento das interfaces ubíquas (UII) como um reflexo em atendimento a essa demanda tecnológica, multimodal e sensorial, faço a ressalva de que não há como estabelecer especificamente o que é uma interface ubíqua. Trata-se de uma rede complexa de conhecimentos presentes nos mais variados campos que envolvem a pesquisa e o desenvolvimento de um design. Design este, associado com o pensamento das Ciências da Computação, Engenharia de *Hardware*, Engenharia de *Software*, Inteligência Artificial, Engenharia dos Materiais, Design de Produto, Design de Artefatos Digitais, Design de Interfaces, Design da Interação, entre tantos outros tópicos que podem resultar em artefatos físicos com tecnologias computacionais embarcadas, derivando artefatos digitais. Em suma, como Quigley (2010) sugere, *hardware*, *software*, sistemas e serviços estruturam o que é necessário para o desenvolvimento das Interfaces Ubíquas, considerando a miríade de possibilidades para entradas e saídas de sistema de acordo com o avanço tecnológico.

Mesmo quando as interfaces são suscetíveis a gestos ou quando os sistemas de sensoriamento reconhecem movimentos das pessoas em um determinado ambiente, observa-se que esse tipo de interfaces no contexto da ubiquidade, seguem uma base tradicional das interfaces gráficas com *feedbacks*, componentes, entre outros elementos, mas vão além do tipo de dispositivo específico para tais ações e passam a apoiar nossas atividades, especialmente aquelas que atualmente não tem o suporte da computação, como defendido por Quigley (2010).

De outra forma, como aponta Park & Alderman (2018) que a partir das sensações ou sistemas sensoriais e dos exemplos tratando a relação artefatos e ambientes - como o guarda-chuva e a chuva - sabemos lidar com o mundo ao nosso redor e como utilizar os artefatos a nosso favor (guarda-chuva) a partir dos sistemas sensoriais (escutar o som da chuva do lado de fora da casa). Já em outros contextos, ampliando nossos sentidos, a tecnologia nos assiste permitindo entender quando alguém chega na porta da frente da nossa casa ou quando recebemos uma encomenda em casa e a Alexa (de um EchoShow 8) nos informa por áudio e por tela (Figura 2). Assim, faço a relação com a defesa que Quigley (2010) traz com a tradição da GUI para a UUI com, por exemplo, a visão do ser humano, muito presente no contexto das interfaces gráficas (GUI) se fazem presentes e os recursos existentes nesse modelo de design, se perpetua ao longo do desenvolvimento de novas formas de interação e ampliação das percepções dos seres humanos.

Figura 2: EchoShow 8 da Amazon apresentando notificações de entrega



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Isso ocorre principalmente porque a possibilidade de distribuir essas interfaces é bastante evidente e já está presente em nosso dia a dia. Muitas vezes, nos deparamos com espaços onde telas estão funcionando independentemente, e não precisamos interagir diretamente com elas, mas elas estão lá, distribuídas e na periferia, proporcionando uma sensação de sistema único. Por exemplo, aeroportos frequentemente apresentam telas que exibem os horários de voos, mostrando claramente essa ideia de ubiquidade de uma categoria de interfaces.

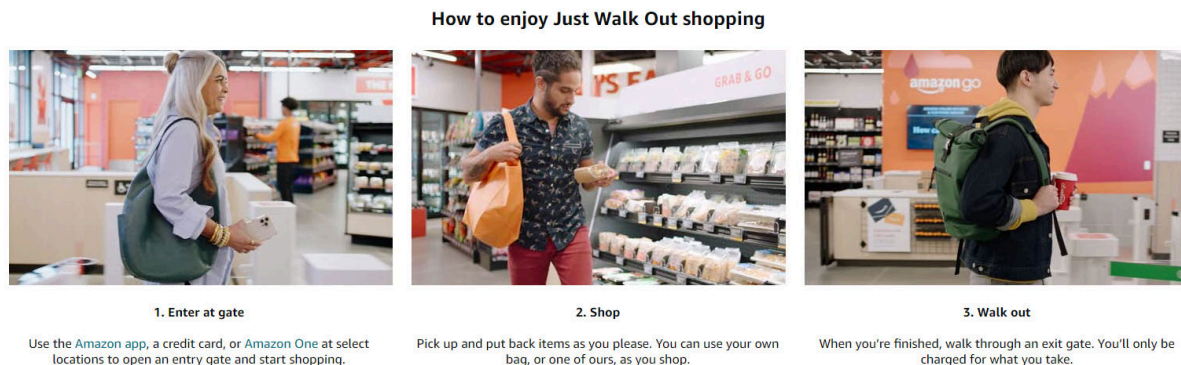
Quando se trata das capacidades do ser humano e sua relação com as interfaces, devemos estar atentos para as suas **modalidades** e os **modos** existentes nos dispositivos, conforme sugere Park & Alderman (2018). E, portanto, argumentam sobre a interconexão entre os tipos de informações sensoriais que percebemos, nossa interpretação dessas informações e as ações e decisões resultantes. Os autores mencionam o desenvolvimento de padrões sensoriais ao longo da vida, chamados de modalidades ou esquema sensório-motor, que são categorizados por nossos sentidos principais, como visão, audição e tato. Quando utilizamos esses sentidos em conjunto, isso é conhecido como **multimodalidade**. Essas modalidades desempenham um papel crucial em como utilizamos informações sensoriais para orientar nossos comportamentos. Nota-se que a compreensão das modalidades continua a evoluir, especialmente em cenários de rápido avanço tecnológico, nos quais constantemente surgem novas formas de capturar as ações dos seres humanos.

Por meio da multimodalidade, a interação com uma variedade de dispositivos é agora uma realidade. Esses dispositivos utilizam diferentes canais de interação, chamados de modos, que são adaptados para tipos específicos de informações físicas. Park & Alderman (2018) destacam que a experiência do usuário sempre esteve presente no contexto das interfaces multimodais, no entanto, atualmente há uma grande diversidade dos seus tipos, com a voz, toque, sensação tátil e gestos. Como consequência, produtos inovadores estão sendo incorporados em diversos ambientes, como residências, veículos, locais de trabalho e áreas urbanas, possibilitando que os dispositivos aceitem várias formas de interação humana como entrada e ofereçam uma vasta gama de respostas como retorno (Park & Alderman, 2018).

Portanto, ter a compreensão contextual da forma como os seres humanos devem interagir com os dispositivos, e esses por sua vez, ter os modos adequados para respostas às tarefas do usuário, somado a uma integração entre eles, auxiliam na condução do entendimento de como as interfaces ubíquas se distribuem e compõem os ambientes diante desse novo paradigma. Essa distribuição de dispositivos torna o suporte às atividades da vida um elemento fundamental no comportamento das pessoas. Por se considerar uma ampla gama de opções de interação, compreende-se que não existe mais uma única forma exclusiva de interagir com os dispositivos. Como já ocorre atualmente, além da interação por toque em uma tela, outras dinâmicas de interação com diferentes dispositivos estão disponíveis. Isso significa superar as interações do *desktop*, *notebooks* e, até mesmo *smartphones*, para melhorar a forma como interagimos com aplicações e suscitar novas modalidades e modos ocasionando novos comportamentos e contextos de uso.

Um ponto importante a ser destacado é o papel das interfaces ubíquas na geração de dados ou conhecimento sobre os usuários. A **identidade dos usuários** pode deixar de ser algo isolado, como uma identidade física em uma carteira de identidade (mesmo sendo uma aplicação móvel), para se tornar algo mais amplo e presente nos espaços que frequentamos. Quigley (2010) e Weiser (1991) já vinham sugerindo que os ambientes terão a capacidade de identificar os usuários, e, dependendo dos dispositivos presentes nesses espaços, podem se adaptar às diferentes necessidades, preferências e intenções dos usuários, caracterizadas por modelos que se ajustam a essas necessidades e interesses. Atualmente um exemplo notório para esse contexto é a loja Amazon Go (Figura 3).

Figura 3: Contextualização de como funciona a loja Amazon Go



Fonte: amazon.com (2022)

A Amazon Go é uma cadeia de supermercados operada pela Amazon e o diferencial dessas lojas é a tecnologia de compra sem caixa, uma tecnologia chamada de *Just Walk Out*, que elimina a necessidade de passar pelo processo de pagamento tradicional, ou seja, nas lojas não existem caixas de pagamento tradicionais. Isso significa que os clientes não precisam passar seus itens por um caixa e pagar com dinheiro ou cartão. A Amazon utiliza em sua tecnologia sensores, câmeras para visão computacional, redes neurais e aprendizado de máquina, para rastrear os produtos que os clientes pegam das prateleiras e os adicionam automaticamente ao carrinho virtual. Ao acessar a loja, cada cliente pode escanear a palma da mão ou utilizar um *QR Code* gerado no aplicativo móvel em um leitor na entrada, permitindo seu reconhecimento e possuindo um carrinho virtual associado à sua conta Amazon. Quando os clientes terminam de fazer suas compras, podem simplesmente sair da loja. A Amazon cobra automaticamente os itens do carrinho virtual da conta do cliente e recebem um recibo eletrônico em seu aplicativo Amazon após a saída da loja, detalhando os itens adquiridos e o valor total gasto.

Esse tipo de solução condiz com a proposição das Interfaces Ubíquas, uma vez que, distribui as interfaces de tal modo que todo o espaço se torna parte de um sistema computacional, inserido num contexto de interação que tem repercussão direta nele e, principalmente, o entendimento claro do que ocorre. As informações coletadas pela tecnologia *Just Walk Out*, mediante o uso do ambiente pelos usuários, saem da periferia (ou invisibilidade) a partir do momento que os usuários buscam

ativamente interagir com a aplicação móvel para informar o que está no carrinho. Caso não façam isso, ela permanece invisível.

O sistema apresenta um elemento fundamental para a existência das Interfaces diante o paradigma da Computação Ubíqua: a **consciência de contexto** (*context-awareness*). Ou seja, como a capacidade de um programa se adaptar de acordo com o contexto em que está sendo executado, especialmente na área de computação ubíqua, uma vez que sistemas de reconhecimento de contexto se ajustam com base em vários fatores, incluindo localização, pessoas próximas, dispositivos disponíveis e mudanças ao longo do tempo. Isso permite que esses sistemas examinem o ambiente de computação e respondam às alterações nele (Schilit et al., 1994; Tanter et al., 2006).

O exemplo da Amazon Go permite a reflexão de como o contexto da computação ubíqua favorece o desenvolvimento das interfaces ubíquas e ambos dão suporte às atividades da vida cotidiana considerando as modalidades no contexto de uso. Principalmente, quando se nota que na maioria dos espaços que habitamos, ainda não há um nível suficiente de sensoriamento fornecendo suporte computacional para o entendimento das informações em nossas atividades diárias. Por outro lado, em escala menor, há atualmente uma grande adoção de dispositivos e sistemas computacionais, como *smartwatches*, que se relacionam principalmente com aplicativos móveis para *smartphones (tabs)* ou *tablets (pads)*. Eles oferecem uma nova compreensão do contexto em que o usuário está inserido, permitindo uma coleta de informações antes não obtidas, ocasionando uma compreensão mais aprofundada sobre o corpo, mobilidade e diversas outras reações a diferentes movimentos e atividades físicas ao longo do tempo.

Outro dado e conhecimento que as interfaces ubíquas podem promover estão relacionados ao tempo e aos dados temporais, conforme Quigley (2010). O tempo, como a hora do dia, já não possui a mesma característica de antes, pois pode desencadear diferentes interações e ações em um ambiente dentro do contexto da Computação Ubíqua. Um exemplo simples e atual são as lâmpadas *Wi-Fi*, que podem ser configuradas por aplicação e ligam ao pôr do sol com base nos dados da localização do usuário fornecido a partir da conexão com a *internet*. Aqui, observa-se que a simples ação de ligar uma lâmpada pode ser realizada, por no mínimo, três

caminhos: (I) acionar o interruptor tradicional; (II) acionar por aplicação móvel; (III) ter configurado na aplicação para acionar de acordo com o horário do pôr-do-sol. Essas três formas de interagir com o artefato, induz a distribuição da interface e traduz as modalidades do ser humano (na I e II), como também, a infraestrutura dos ambientes (no exemplo, com a internet e energia), ocasionando a participação deste no processo de uso.

Portanto, concordo com Quigley (2010) quando trata que a relação entre dados e conhecimentos em interfaces ubíquas tem forte impacto nos aspectos ambientais e sociais. Em suma, no aspecto ambiental as informações presentes, seja ambiente interno ou externo, seja em escala residencial ou global, elementos como temperatura, umidade, ruído sonoro, hora do dia e tantos outros, influenciam a ativação de dispositivos e permitem interações diversas a depender do contexto, dando margem para diversos modos de sistemas. Já no aspecto social, o entendimento do espaço e das pessoas afeta como os ambientes se adaptam e como as interações ocorrem. Portanto, a consciência de contexto é fundamental para que os sistemas se ajustem às necessidades dos usuários em qualquer que seja o ambiente. Vale salientar que para sua concretização, fundamentalmente considera-se que a **infraestrutura e os recursos** destes ambientes provém as capacidades de funcionamento das soluções tecnológicas.

A essência das interfaces ubíquas reside na comunicação contínua entre dispositivos, independentemente de sua localização ou finalidade. Portanto, é crucial considerar a disponibilidade de recursos essenciais, como conectividade de rede e infraestrutura básica, para sustentar essa interconexão. A conectividade é a espinha dorsal das interfaces ubíquas. A capacidade dos dispositivos de se comunicarem entre si, seja por meio de *Wi-Fi*, Zigbee 3.0 ou outros protocolos de comunicação, é fundamental para a funcionalidade dessas interfaces. Uma distribuição de computadores, por exemplo, requer uma conectividade robusta para garantir a transmissão eficiente de dados e informações.

Além disso, a infraestrutura básica, como eletricidade e servidores confiáveis, é um pré-requisito para manter a continuidade das operações das interfaces

ubíquas. Interrupções na energia ou falhas de servidores podem resultar em perda de dados e experiências negativas do usuário.

Portanto, a viabilidade e eficácia das interfaces ubíquas dependem diretamente da disponibilidade e do bom funcionamento dos recursos essenciais, incluindo conectividade, infraestrutura e protocolos de comunicação. Esses elementos são cruciais para garantir que as operações ocorram sem interrupções, promovendo uma experiência de usuário positiva e eficaz em todos os contextos de uso. Portanto, ao projetar e implementar interfaces ubíquas, é fundamental considerar cuidadosamente os recursos necessários para alcançar o sucesso e a satisfação do usuário.

Quando se trata do elemento da computação, Quigley (2010) destaca a **memória**, uma vez que desempenha um papel de suma importância na infraestrutura que sustenta as interfaces ubíquas. A habilidade de manipular dados e conhecimento é central para o funcionamento dessas interfaces, tornando imprescindível que a infraestrutura inclua recursos de memória apropriados para gerenciar as operações de dados e conhecimento, garantindo, assim, uma experiência eficaz e fluida para os usuários.

Portanto, quando inserido no planejamento de interfaces ubíquas do usuário (UI) diante alguma especificidade de contexto de uso inserido da computação ubíqua, Quigley (2010) aponta que podem surgir cinco questões fundamentais diante a proposta:

1. A primeira questão busca entender se as tecnologias atuais são sofisticadas o suficiente para proporcionar uma experiência computacional realista e estética aprimorada para os usuários. Isso inclui considerar se o hardware, o software e a infraestrutura disponíveis atualmente são adequados para atender às necessidades dessas interfaces.
2. A segunda questão diz respeito às metáforas e recursos usados nas interfaces ubíquas. Como os designers e desenvolvedores devem pensar sobre as entradas e saídas dos sistemas? Quais são os substantivos, verbos e gramáticas que caracterizam essas interfaces?

Como elas podem ser projetadas de forma a se associar naturalmente com a forma como os usuários interagem com outros dispositivos ou pessoas?

3. A terceira questão fundamental aborda se as soluções propostas realmente ajudam as pessoas a resolver problemas reais ou a realizar tarefas cotidianas. Muitos dos cenários usados para motivar as tecnologias da Computação Ubíqua são aspirações de necessidades e desejos futuros. É importante avaliar o quão bem essas soluções se alinham com as necessidades atuais dos usuários.
4. A quarta questão fundamental diz respeito aos custos ou despesas gerais envolvidos na adoção generalizada desses conceitos pelos consumidores. É importante considerar a economia por trás das soluções da Computação Ubíqua e entender se ela é sólida o suficiente para permitir a adoção em larga escala.
5. Por fim, a quinta questão fundamental questiona como as interfaces ubíquas esperam que os usuários interajam com elas, uma vez que a presença da computação nos artefatos e ambientes deve ser imperceptível. Isso está relacionado à questão da Invisibilidade (WEISER, 1994), uma característica central das interfaces ubíquas. Como as interfaces podem fornecer entradas e saídas naturais que permitam que os sistemas permaneçam na periferia da atenção dos usuários? Isso representa um desafio fundamental no design dessas interfaces.

1.2.1. Regras e Métricas de usabilidade para UUI

Há uma grande contribuição para o design de Interfaces Ubíquas com relevância quanto ao entendimento dos conceitos que devem fazer parte do repertório de uma equipe enquanto participa de um projeto foi desenvolvido por Aaron Quigley (2010, p.245) como as “10 regras-chave para o design de UUI”.

O autor menciona que em um determinado contexto ou conjunto de regras, cada regra se refere a um aspecto da experiência humana (como manter a felicidade

e evitar interrupções no fluxo cognitivo) ou a uma exigência fundamental do sistema para garantir facilidade de uso (como a ausência de manuais e a capacidade de desfazer ações facilmente). Em outras palavras, essas regras são projetadas para melhorar a experiência do usuário e a funcionalidade do sistema, levando em consideração aspectos humanos e requisitos práticos. Na tabela 1 verifica-se o contexto das 10 regras:

Tabela 1: 10 Regras-chave para o design de UUI proposto por Quigley (2010)

#	Regra	Significado
1	Felicidade	A interação com uma nova interface de usuário deve ser intuitiva e fácil, não exigindo que os usuários adquiram novas habilidades técnicas ou tenham que aprender comandos complicados para utilizá-la
2	Distrações	Projetar interfaces que não sobrecarreguem os usuários com demandas excessivas de atenção, reconhecendo que a falta de atenção é a situação mais comum, e não a exceção.
3	Fluxo Cognitivo	Com a presença de tecnologia onipresente, o sistema deve ser projetado de forma a não distrair o usuário e permitir que ele mantenha sua concentração na tarefa atual.
4	Manual	A UUI deve ser tão amigável e autoexplicativa que os usuários possam confiar em sua experiência anterior e em seu entendimento intuitivo ao lidar com a interface, sem a necessidade de se aprofundar em um manual extenso ou aprender comandos complexos
5	Transparência	A UUI deve ser clara e informativa o suficiente para que os usuários não tenham que lembrar detalhes complicados ou ficar acompanhando o que está acontecendo na aplicação o tempo todo.
6	Modos	Evitar o uso de "modos" em um sistema, uma vez que por "modos" se refere a estados ou configurações especiais em que o sistema se encontra e que podem não ser imediatamente evidentes para o usuário. É importante manter a consistência na resposta do sistema às entradas dos usuários
7	Medo da Interação	Fornecer aos usuários uma maneira fácil de desfazer ações em uma UUI. Se refere ao medo que os usuários podem sentir ao interagir com a UUI, particularmente quando não têm certeza do que acontecerá após uma ação.

8	Notificações	Capacidade de incorporar feedback ou notificações ao usuário de maneira integrada e contextual durante as interações com o ambiente físico. O feedback não precisa ser apenas exibido em uma tela ou de maneira isolada, mas pode ser incorporado de forma natural e em camadas nas interações do usuário com o ambiente real.
9	Calmante	As UUI devem ser capazes de proporcionar uma experiência de usuário calmante, ou seja, tranquila e harmoniosa. As interfaces devem ser capazes de suportar ações situacionais, devem se adaptar e responder às ações do usuário de forma contextual, levando em consideração o que está acontecendo no momento. Além disso, as interfaces devem depender de uma ampla variedade de entradas e sentidos humanos.
10	Configuração padrão	As UUI devem oferecer configurações padrão que melhorem a experiência do usuário, tornando-a mais conveniente e alinhada com as preferências do usuário, com base no conhecimento do sistema sobre o contexto e as características do usuário.

Fonte: Baseado em Quigley (2010)

Quigley (2010) enfatiza a importância de projetar interfaces ubíquas de usuário (UUI) que sejam intuitivas e simples de usar, sem a necessidade de os usuários aprenderem novas habilidades ou comandos complexos. Essa abordagem visa tornar a interação do usuário mais direta e eficiente. Além disso, o autor destaca a importância de evitar distrações nas UIs, reconhecendo que a inatenção é comum e que os sistemas devem permitir que os usuários mantenham o foco nas tarefas.

Em um contexto de sistemas de computação ubíqua, é ressaltada a importância de não sobrecarregar os usuários com a presença constante da tecnologia, permitindo que eles mantenham o foco nas tarefas em vez de serem distraídos pela tecnologia que os rodeia. Além disso, Quigley (2010) enfatiza que as UUI devem ser projetadas de forma a não exigir que os usuários leiam manuais extensos para aprender a usá-las. As interfaces devem ser autoexplicativas, aproveitando as habilidades e conhecimentos prévios dos usuários.

Transparência é outro aspecto relevante, sugerindo que as UUI devem ser projetadas para que os usuários não precisem acompanhar mentalmente o estado da aplicação. As informações devem ser visíveis e fáceis de entender. O autor também alerta contra a criação de modos de operação complicados, onde a resposta do sistema varia dependendo de estados ocultos, defendendo a

manutenção de uma resposta consistente às entradas dos usuários. E mais, destaca a importância de oferecer aos usuários a capacidade de desfazer ações facilmente, para evitar o medo de interagir e cometer erros irreversíveis. O feedback e as notificações aos usuários devem ser integrados de forma contextual nas interações com o ambiente físico, proporcionando uma experiência mais natural.

Por fim, enfatiza que as UIs devem ser projetadas para serem tranquilas e adaptáveis, levando em consideração a diversidade de interações humanas, bem como fazendo uso inteligente do conhecimento do sistema para fornecer configurações padrão que atendam às necessidades e preferências dos usuários. Esses princípios visam melhorar a usabilidade e a experiência do usuário nas interfaces de usuário.

Essas características desempenham um papel fundamental no processo de design de artefatos físicos e digitais, orientando o pensamento de design e estabelecendo uma base de requisitos projetuais de acordo com as 10 regras-chave propostas por Quigley (2010). No entanto, sua relevância se estende além das regras, pois também foi desenvolvido métricas que são benéficas ao desenvolver UUI.

O autor apresenta uma série de medidas de usabilidade que podem ser aplicadas para avaliar o quão eficaz é uma Interface Ubíqua do Usuário (UUI). Estas medidas englobam conceitos como **Brevidade, Expressividade, Facilidade de Uso, Transparência, Descoberta, Invisibilidade e Capacidade de Programação**. É proposto que essas medidas possam ser quantificadas por meio de diversos indicadores, tais como tempo de uso, nível de atenção do usuário, gestos realizados, toques na tela, entre outros. O propósito principal dessas medidas é assegurar que a UUI seja de fácil utilização e capaz de atender às necessidades do usuário de maneira satisfatória. Logo, a tabela 2 apresenta as “Métricas de Usabilidade para UUI”:

Tabela 2: Métricas de Usabilidade para UUI propostas por Quigley (2010)

#	Métrica	Significado
1	Concisão	Um usuário pode realizar uma tarefa com sucesso usando um número mínimo de ações simples em um curto período de

		tempo. Isso implica que a UUI é eficiente e não exige um esforço excessivo por parte do usuário para alcançar seus objetivos.
2	Expressividade	Capacidade da UUI de responder de maneira consistente e previsível a combinações de ações que o usuário realiza, mesmo que essas combinações não tenham sido antecipadas ou planejadas previamente pelo sistema. É flexível o suficiente para reconhecer e lidar com diferentes sequências de ações dos usuários de forma coerente.
3	Facilidade	Refere-se à quantidade de conhecimento ou habilidades que um usuário precisa adquirir ou lembrar para começar a usar a interface com eficácia.
4	Transparência	Refere-se à quantidade de informações que um usuário precisa lembrar ou acompanhar sobre o estado de uma tarefa ou problema enquanto utiliza a interface. Relacionada à capacidade da interface de fornecer informações de maneira clara e visível, de modo que os usuários não precisem memorizar detalhes complexos ou acompanhar constantemente o estado do problema.
5	Descoberta	Trata da facilidade com que um usuário pode compreender e formar um modelo mental das funcionalidades da interface. A UUI deve ser projetada de forma a permitir que os usuários descubram e compreendam suas funcionalidades de maneira eficiente, sem esforço excessivo ou confusão.
6	Invisibilidade	Trata do quão intrusiva ou perceptível é a interface em sua interação com o usuário. A UUI deve ser projetada de forma a não ser excessivamente visível ou invasiva quando isso não é necessário. Em vez disso, ela deve ser capaz de inferir, deduzir ou esperar pelos dados necessários sem sobrecarregar o usuário com informações ou interações desnecessárias.
7	Programabilidade	A UUI pode ser configurada ou programada para executar tarefas específicas de forma repetitiva, automatizada ou integrada a outras partes de um sistema maior. Permite que os usuários personalizem a UUI para atender às suas necessidades específicas ou a integrem em sistemas mais complexos.

Fonte: Baseado em Quigley (2010)

Com base nas métricas discutidas por Quigley (2010) em relação a Interfaces Ubíquas, a conclusão que podemos tirar é que a eficácia de uma UUI depende de vários fatores. Esses fatores incluem a concisão da interface, ou seja, a capacidade de realizar tarefas de forma eficiente com um mínimo de ações; a expressividade,

que se refere à capacidade de a UUI responder de forma consistente a diferentes ações dos usuários; a facilidade de uso, que envolve o quão intuitiva a interface é para iniciantes; a transparência, que diz respeito à clareza das informações apresentadas pela UUI; a descoberta, que avalia a facilidade de entender as funcionalidades da interface; a invisibilidade, que se relaciona com o quão discreta a interface é em suas interações; e a programabilidade, que envolve a capacidade de configurar a UUI para tarefas específicas ou integração em sistemas maiores.

A conclusão geral é que uma UUI eficaz deve ser projetada de forma a ser intuitiva, eficiente, flexível e discreta, de modo a proporcionar uma experiência do usuário satisfatória e atender às necessidades dos usuários em uma variedade de contextos. Essas métricas servem como diretrizes para avaliar e aprimorar a qualidade das interfaces que compõem o contexto da Computação Ubíqua.

1.2.2. Categorias de interfaces

Pensar a proposição do design de interfaces ubíquas requer o entendimento dos tipos de interfaces estabelecidos nas áreas correlatas ao seu desenvolvimento. Entendendo que a distribuição dos computadores ou dispositivos podem estabelecer modos específicos de recepção de entradas no sistema, isto implica que possivelmente uma solução no contexto das Interfaces Ubíquas deverá constar interfaces que considerem as modalidades dos seres humanos, ainda mais, quando essas modalidades estão associadas a consciência de contexto dos sistemas computacionais num cenário da Ubicomp. Sendo assim, a junção de diversas categorias de interfaces podem estar presentes no mesmo ambiente, proporcionando o estabelecimento do paradigma das Interfaces Ubíquas, discutido neste trabalho.

Então, mediante essa consideração proponho um apanhado de categorias. Quigley (2010) identifica uma gama de categorias de interfaces, no entanto, ele propõe a discussão de três delas que sustentam a proposição de que as metáforas e as *affordances* são bem estabelecidas à época, como também, tem relação direta com o contexto das interfaces para a Ubicomp. São elas:

1. **Interfaces Tangíveis do Usuário** (tradução livre de *Tangible User Interfaces* - TUI):

As Interfaces Tangíveis do Usuário (TUIs) representam uma abordagem de interação que visa trazer objetos físicos para o mundo digital. Com as TUI, os usuários interagem com interfaces por meio de objetos físicos que são detectados e rastreados, normalmente, por sensores e câmeras. Essa interação tangível proporciona uma sensação de manipulação direta e intuitiva. As TUI têm encontrado aplicação em educação, design de jogos, modelagem 3D e colaboração em ambientes virtuais.

2. **Interfaces de Superfície do Usuário** (tradução livre de *Surface User Interfaces* - SUI):

As Interfaces de Superfície do Usuário (SUI) se concentram na interação com superfícies digitais, como telas sensíveis ao toque, mesas interativas e paredes sensíveis. Essas interfaces expandem as possibilidades de interação em grupo, permitindo que várias pessoas colaborem em uma única superfície. As SUI são amplamente utilizadas em educação, design de exposições interativas e aplicações de entretenimento, proporcionando uma experiência de usuário envolvente e compartilhada.

3. **Interfaces de Ambiente do Usuário** (tradução livre de *Ambient User Interfaces* - AUI):

As Interfaces de Ambiente do Usuário (AUI) buscam integrar a tecnologia de forma transparente em nosso ambiente cotidiano. Elas exploram a interação contextual e adaptativa (conhecimento de contexto), respondendo às necessidades dos usuários com base em sensores de ambiente, como luz, som e movimento. As AUI têm aplicações em automação residencial, cidades inteligentes, saúde e

bem-estar, criando uma experiência de usuário mais integrada e intuitiva.

Além desses modelos estabelecidos por Quigley (2010), observa-se que novas categorias surgiram devido ao avanço das tecnologias e a capacidade dos dispositivos aceitarem outras modalidades dos usuários. No entanto, da mesma forma que Quigley realizou uma seleção de categorias para exemplificar como o estado da arte favorece o contexto das UUI, farei o mesmo nesta tese. Entendendo que há inúmeros outros modelos, tipos, classes e categorias de interfaces, estarei aqui apresentando aquelas que têm uma condição mais abrangente e, de alguma forma, atendem às novas condições das modalidades dos usuários, podendo estar diretamente relacionadas com as TUI, SUI e AUI.

Uma primeira categoria de interface que proporciona uma correlação com a consciência de contexto e está diretamente associada com as modalidades dos seres humanos é a conhecida Interface Natural do Usuário (tradução livre de Natural User Interface - NUI). Ela se caracteriza por:

4. Interface Natural do Usuário (NUI):

A Interface Natural do Usuário (NUI) têm como objetivo permitir que os usuários interajam com sistemas de forma mais natural, como gestos, voz e movimentos corporais. Elas eliminam a necessidade de dispositivos intermediários, como teclados e mouses, e aproximam a interação digital da comunicação humana natural. As NUIs estão presentes em assistentes de voz, realidade virtual, realidade aumentada e dispositivos vestíveis, oferecendo uma experiência mais intuitiva e acessível.

Existem duas outras categorias que são contextualizadas no âmbito das NUI. A primeira tratada por Pearl (2016) em seu livro *Designing Voice User Interfaces: Principles of conversational experiences*, e como o próprio título diz, são as Interfaces de Voz do Usuário (tradução livre de Voice User Interface - VUI) que faz parte do campo do Design de Conversação (Hall, 2018; Pearl, 2016). A segunda,

proposta por Dan Saffer (2009) com o livro *Designing Gestural Interfaces*, também conhecida por *Interfaces Gestuais* (curiosamente sem abreviação). Ambas se caracterizam por:

5. **Interface de Voz do Usuário (VUI)**

A Interface de Voz do Usuário (VUI), representa uma das mais impactantes inovações na forma como os seres humanos interagem com a tecnologia. Com a ascensão dos assistentes de voz, como a Siri da Apple, a Alexa da Amazon e o Google Assistant, as VUIs estão se tornando cada vez mais presentes em nossas vidas cotidianas, permitindo que as pessoas controlem dispositivos, obtenham informações e realizem tarefas usando apenas suas vozes. O papel dos designers no contexto das VUIs é pensar em toda a conversação do início ao fim da tarefa.

6. **Interface Gestual** (*Gestural Interfaces*)

Uma Interface Gestual, é um tipo de interface de usuário que permite a interação com sistemas de computador, dispositivos eletrônicos ou máquinas por meio de gestos físicos e movimentos corporais, em vez de dispositivos de entrada tradicionais, como teclados, mouses ou telas sensíveis ao toque. Essas interfaces detectam e interpretam os gestos e movimentos do usuário para controlar ações, comandos ou manipular objetos virtuais ou físicos.

Por fim, e não menos importante, há as **Interfaces Gráficas do Usuário (GUI)** muito presente no contexto das SUI e que se encontram em abundância na atualidade. No entanto, se faz necessário observar que essa categoria de interface já apresenta uma maturidade bastante elevada em relação às demais, uma vez que sua aplicação é bastante difundida.

Quanto ao processo projetual para o desenvolvimento de soluções contendo as categorias citadas, observa-se que a coleta de dados que favorece o processo de ideação é contextualizado de acordo com a solução a ser desenvolvida, portanto,

não há uma similaridade no ferramental. No entanto, para a proposição da materialização das soluções, em boa parte das referências encontradas nesta pesquisa, direcionam para a realização de protótipos de baixa fidelidade e alta fidelidade. As ferramentas utilizadas nesses contextos também se assemelham.

Baseado em Saffer (2009), Rowland et al. (2015), Pearl (2016), McElroy (2017) e Sharp, Rogers & Preece (2019), foi possível identificar alguns parâmetros que permitem representar as soluções projetadas.

Para baixa fidelidade, normalmente são:

- Papéis: *paper prototyping*;
- Esboços e renderings manuais: representações derivadas do processo de ideação capazes de informar a solução de forma geral ou detalhes existentes. O uso de materiais como lápis, canetas coloridas, marcadores e pastel a seco, são algumas das opções;
- Wireframes: principalmente para GUI;
- Mágico de Oz: técnica que permite simular o uso das soluções projetadas de modo que os usuários acreditem que ela esteja implementada;
- Modelos tridimensionais com materiais de baixo custo: papelão, massa de modelar ou clay, poliestireno, espuma sintética de PVC (*foam*), fitas adesivas, arames, madeira balsa, fabricação digital em escala reduzida, e outros;
- Fluxos, Diagramas e *Storyboards*: Quando não há visualização de informações por telas, como alguns casos na VUI, podendo ser desenhados em papéis, cartolinas, ou até mesmo usando post-its.

A dinâmica da representação nessa fidelidade é buscar representar com baixo custo a proposta da solução, capaz de entender seu contexto e simular as possibilidades de interações que o sistema computacional será capaz de interpretar a partir da interface desenvolvida.

Para Alta fidelidade, cujo objetivo é apresentar a solução de modo que traga uma experiência mais próxima possível do real, da identificação da qualidade da

solução tal qual ela esteja implementada. Para esta fase, a proposição é basicamente dada por:

- Ferramentas digitais: softwares vetoriais para criação de telas; softwares de modelagem tridimensional e renderização fotorrealística;
- Materialização de modelos em alta qualidade: impressão 3D; peças com materiais selecionados para o produto final;
- Hardware e software: implementação de código, sensores e/ou placas controladoras nos dispositivos finalizados;

1.3. METADESIGN E O (META)DESIGNER-DOCENTE

Inicialmente, pensar a dinâmica da docência assumindo o papel de designer com a finalidade de projetar caminhos de acesso ao conhecimento foi o primeiro desafio encontrado no início da trajetória desta pesquisa. Muito disso se deu, pois não havia uma intenção de assumir a postura de educador, tal como a figura caricata de portador e detentor do conhecimento, uma vez que para este trabalho me encontrei imerso no processo de descoberta e, portanto, entendia que o meu aprendizado era uma das partes resultantes de todo o projeto.

Neste tópico do trabalho, faço uma relação entre os conceitos trazidos por Caio Vassão (2010) e Paulo Freire (2023). Com Vassão (2010), trato sobre sua perspectiva em como o Metadesign permite a percepção e atuação na complexidade, tendo em vista que entendo ser a sala de aula um ambiente situado nesse contexto; e com Freire (2023), especialmente, por se tratar da prática docente de forma crítica e substancial para esta tese.

Quanto à perspectiva do Metadesign pautada por Vassão (2010) como uma resposta viável para enfrentar os desafios previstos, ao qual nesta teste relaciono conceitualmente com o papel do docente no ambiente de sala de aula, contextualizado em um mundo cada vez mais complexo, diverso e plural, sendo o metadesign capaz de proporcionar suporte a uma ampla gama de atividades humanas. Portanto, compreender de que maneira se deve proceder no desenvolvimento das interfaces ubíquas no contexto de sala de aula, suscita a um

entendimento do processo adequado a fim de atender às necessidades das pessoas envolvidas e, mais ainda, na consolidação do senso crítico sobre a prática projetual. Neste contexto, Paulo Freire (2023, p.24) desenvolve uma provocação como um dos saberes indispensáveis para o docente, dizendo:

(...) o formando, desde o princípio mesmo de sua experiência formadora, assumindo-se como sujeito também da produção do saber, se convença definitivamente de que ensinar não é *transferir conhecimento*, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção.

Entendo neste trabalho que as *possibilidades para a produção ou construção* são como estratégias ou caminhos norteadores para alcançar o conhecimento, ou seja, há uma certa indefinição nos resultados, mas em contrapartida, há um processo sendo aplicado. Para tal, pode-se compreender que a palavra-chave que define essa abordagem é "Estratégia", destacando a importância de gerenciar estratégias apropriadas por meio de ferramentas que possibilitem a criação de processos variados, adaptados às necessidades específicas. Nesse contexto, o Metadesign em conjunto com suas ferramentas, conforme explicado por Vassão (2010), desempenha um papel fundamental.

Embora o termo Metadesign não seja recente, remontando à década de 1960 com a definição de Andries Von Onck como o "processo de projeto do próprio processo de projeto", sua aplicação ganhou destaque na década de 1980 com o advento das tecnologias da informação. No entanto, até o início do século XXI, o Metadesign permaneceu principalmente como uma questão teórica ou metodológica, sem uma definição única e sem contribuições significativas para campos específicos. Conforme a tese de Giaccardi (2003) sugere, o Metadesign carece de uma definição única, mas encontra aplicação em diversas áreas profissionais, como Engenharia de Software, **Design de Interfaces**, Design da Informação, Design Industrial, Arte, Telecomunicação, Estética Experimental, Arquitetura, entre outras.

Uma característica fundamental do Metadesign, conforme explicado por Vassão (2008), é seu foco nos processos em detrimento dos produtos finais. Isso não implica que a realização de produtos seja desvalorizada, mas sim que o Metadesign se concentra na criação e realização dos processos de projeto em si. Em

essência, refere-se ao projeto de processos como um ato de criação, em paridade com a criação de produtos finais.

A possibilidade de não reconhecer (ou não projetar para) os resultados encontrados ao fim da aplicação de um processo de design em uma disciplina, permite criar uma abertura ao pensamento crítico da práxis como uma constante ao longo do seu percurso, de tal forma que pode auxiliar a amadurecer e perceber a minha finalidade como um designer inserido no contexto do Metadesign, ou seja, um **metadesigner** (Vassão, 2010) em um ambiente destinado à educação na condição de docente. Essa percepção se trata de uma consequência da reflexão em torno das tomadas de decisões e da forma como sucedem as relações entre eu, o **designer no papel de docente**, e os discentes, num contexto complexo.

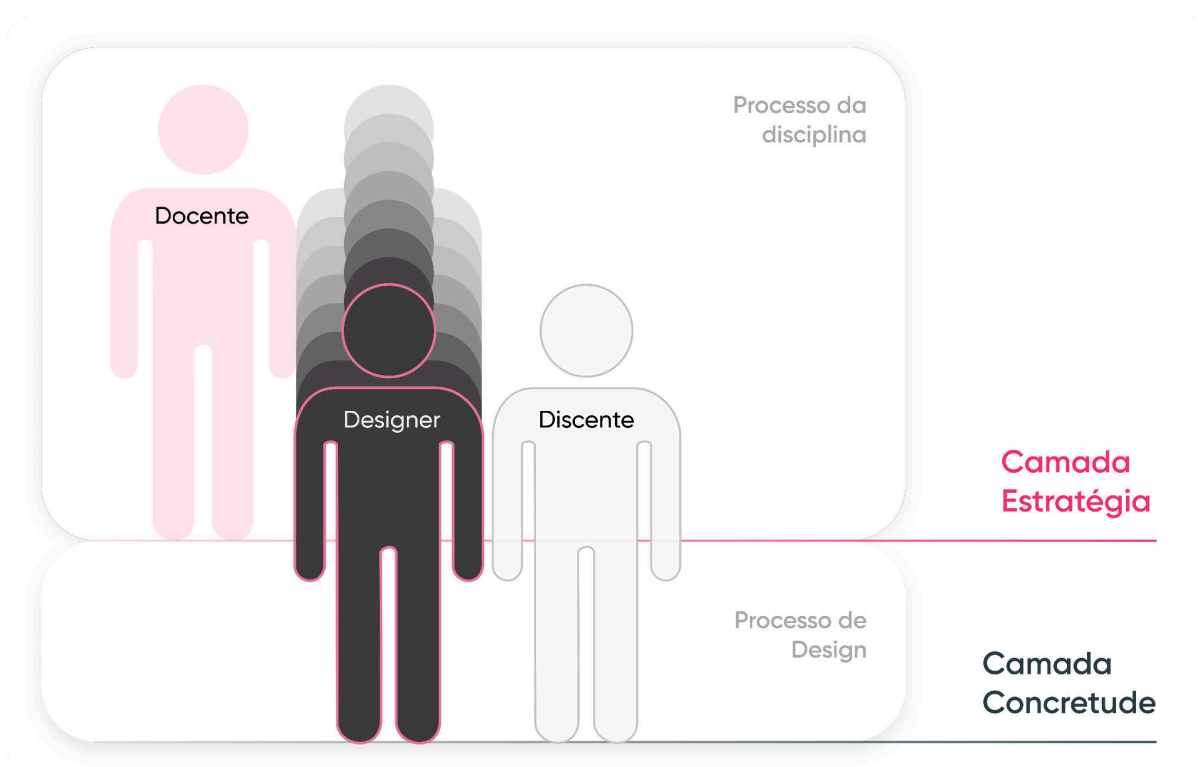
Vassão (2010) sugere que a percepção da complexidade pode ser compreendida em camadas ou níveis, permitindo a compreensão da complexidade através da decomposição em elementos mais simples. Essas camadas são **abstrações** em diferentes níveis e são interdependentes, influenciando umas às outras, independentemente de estarem em um nível mais alto ou mais baixo. Vassão (2010) define a abstração como o processo de simplificação de entidades através de escalas para obter uma representação mais geral, embora essa redução simbólica possa ter consequências negativas, especialmente em ambientes de produção industrial. No entanto, a abstração é inerente à forma como os seres humanos compreendem o mundo, influenciada por contextos culturais, políticos e sociais.

Quando no papel de docente, observo que boa parte das minhas atribuições no trabalho é se dedicar ao planejamento da disciplina. Planejamento esse, que requer estratégia e promove a formatação de um modelo composto por etapas, avaliações, métodos, abordagens e ferramentas. No entanto, há nessa condução do planejamento, uma relação de pensamento sistêmico e processual, ou seja, uma estratégia traduzida em um processo dedicado ao conhecimento. Processo este que será aplicado em um recorte de tempo, sem previsibilidade dos resultados, uma vez que existe uma forte relação com as dinâmicas inseridas ao longo do percurso e, principalmente, a ação dos discentes como atores fundamentais para a concretude da aplicação do processo. Este papel reside numa camada de abstração mais alta, estabelecida pela abordagem do planejamento do processo.

Ao mesmo tempo, é necessário ressaltar que o docente no contexto trazido pela citação de Paulo Freire sobre as possibilidades da docência tais como estratégias, precisa se posicionar na horizontalidade quando inserido no ambiente de sala de aula, e isso se relaciona com o meu papel enquanto designer. Desta forma, no papel de designer, por natureza da profissão, cuja finalidade é a realização da concretude, há um encaminhamento no desenvolvimento de uma solução com a utilização de práticas projetuais, munidas de ferramentas, métodos e abordagens específicas para tal - um outro processo. Este papel permuta entre duas camadas. A primeira é, a mesma do papel docente, como também, uma segunda e mais baixa, estabelecida pela abordagem da concretude, se apropriando do processo estabelecido pelo papel do docente e propondo um processo de design para a concretude da solução.

É nessa segunda camada que se encontram as pessoas estudantes quando inseridas numa disciplina que tem a proposição do desenvolvimento de uma solução em design. É natural que os discentes assumam um papel de designer igual ao meu, criando uma relação de paridade, porém ocorrendo somente na camada da concretude. A Figura 4 apresenta a permuta dos papéis, as camadas e a localização dos discentes na perspectiva deste trabalho.

Figura 4: A relação do papel docente, do papel designer e do discente no contexto de sala de aula



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Logo, criando uma relação entre os papéis aqui estabelecidos, há a proposição do processo (papel docente) do processo de design (papel designer). E com a finalidade de estabelecer uma definição da minha dupla condição de designer assumindo um papel de docente diante deste cenário, proponho o termo **designer-docente** como alusão a essa duplicidade empregada nas minhas atribuições e pautado nos fundamentos do metadesign.

Enquanto docente é possível pensar no processo da disciplina com elementos abrangentes, dedicado ao aprendizado em primeira instância, mas que sugerem às pessoas estudantes a possibilidade de se apropriar desse primeiro processo e desenvolver outros processos, mais específicos e dedicados à concretude da solução, ou seja, dentro do contexto deste trabalho se trata do desenvolvimento de interfaces ubíquas. Por exemplo, ao especificar um momento de prototipação enquanto se planeja a disciplina, estabelece-se parte do processo da disciplina, um elemento inerente à condução da construção do conhecimento. As pessoas estudantes da disciplina, ao se depararem com essa etapa, deverão entender as melhores maneiras para atuarem nesta etapa e, portanto, estabelecer um processo

próprio, adequado às características técnicas da equipe, repertório, acesso à recursos, entre tantos outros elementos que influenciam diretamente no contexto de projeto.

Saliento que o Metadesign é mais do que uma simples metodologia; é uma cultura de design que emerge das teorias contemporâneas de design. Não se enquadra como uma disciplina estabelecida ou uma teoria coesa, mas sim como uma expressão de preocupações e intenções que se entrelaçam, formando uma cultura de design consistente. Essa cultura de design responde de forma original às mudanças nas condições materiais e existenciais, conforme destacado por Giaccardi (2003). O Metadesign é uma abordagem que promove o diálogo entre diferentes métodos, sem reduzi-los enquanto ação. Ele se destaca como um desenvolvimento cultural no campo do projeto, impulsionado pelas tecnologias da informação, que estimulam a criatividade e a inovação em um mundo em constante evolução (Vassão, 2010).

A origem do termo "Metadesign" e sua associação com a reflexão e autoconhecimento estão intrinsecamente ligadas à etimologia do prefixo "meta-". Este prefixo, de origem grega, carrega consigo a ideia de reflexão, auto-observação e compreensão de um campo por meio dele mesmo, como se vê na Metafísica de Aristóteles. Freire (2023) aponta que não há como ensinar sem aprender e vice-versa. A autoreflexão na prática se encontra inerente ao entendimento do que se traduz com prática docente, pois o autor afirma que socialmente homens e mulheres entenderam que a necessidade de trabalhar o processo de ensino por meio de métodos, ferramentas, caminhos ou maneiras e, portanto, coaduna com o metadesign quando fazemos associações com os processos para entender a prática do ensino.

O prefixo "meta-" possui vários significados, incluindo "por trás/depois", "entre/entre" e "junto/com", o que leva a uma ampla gama de abstrações. Vassão (2010) define o Metadesign como o design de entidades capazes de operar a mobilidade e a alterabilidade de conceitos, permitindo que projetos transcendam as diferenças entre casos específicos por meio de uma operação genérica aplicável a muitos contextos diferentes.

Além disso, o Metadesign também pode ser interpretado como a capacidade de uma entidade criar a si mesma, não apenas gerar outras entidades abstratas. Essa concepção, conforme descrito por Vassão (2008), é vista como o ápice do Metadesign e se assemelha à ideia de criação de elementos capazes de conter e gerar outros elementos. Essa perspectiva do Metadesign se baseia em conceitos complexos e transdisciplinares, abrangendo áreas como biologia, política, emergência e tecnologia, como argumentado por Vassão (2010) com base nas concepções de Maturana e Virilio.

Nesse contexto, o Metadesign também considera a participação ativa dos usuários, reconhecendo que seus comportamentos, situações, necessidades e tarefas muitas vezes não são rígidos nem absolutos, mas efêmeros e mal definidos. Isto posto, pontuo o ambiente de sala de aula como território ou campo específico a fim de propor a participação ativa das pessoas, principalmente quando o processo estabelecido para uma disciplina se permite perceber e reconhecer tais critérios nas pessoas estudantes. Portanto, a participação dos usuários, neste caso as pessoas estudantes, é vista como essencial no processo de design, conforme destacado por Giaccardi (2005). Além disso, o Metadesign incorpora características de emergência, que são relevantes no contexto da complexidade, conforme mencionado por Vassão (2010).

É importante destacar que o usuário desempenha um papel proativo nesse processo, podendo influenciar o resultado final. Embora não possa controlar completamente as emergências geradas pelo produto, o designer deve considerar a capacidade de um sistema se auto-organizar com o tempo.

Em suma, o Metadesign se apresenta como uma abordagem abrangente que lida com questões de complexidade, estratégia, cultura de design, natureza e participação dos usuários. Sua flexibilidade e adaptabilidade o tornam uma estratégia promissora para enfrentar os desafios contemporâneos, oferecendo um quadro de pensamento que transcende as fronteiras tradicionais do design e da metodologia, estimulando a criatividade e a inovação em um mundo em constante mudança.

1.3.1. Aspectos do Metadesign para a concretude

Para compreender entidades de complexidade imensa, como uma cidade por exemplo, ou conforme este trabalho o estado da arte do desenvolvimento de interfaces ubíquas e sua relação com ambiente de ensino, Vassão (2010) argumenta que é necessário explorar seus componentes em níveis mais baixos, bem como entender os níveis de maior agregação, observando o todo. Isso ocorre porque o universo tende a se organizar de maneira que, em qualquer escala de complexidade, existam entidades compreensíveis. Essa organização em camadas de complexidade é uma consequência da representação e percepção feitas pelo observador. O Metadesign desempenha um papel fundamental nesse contexto, pois oferece uma estratégia para compreender e manipular conhecimentos de entidades complexas. Ele permite que o designer simplifique a complexidade gradualmente, começando com elementos mais simples e avançando para níveis mais complexos, dependendo das necessidades do projeto.

No campo do design gráfico e industrial, o Metadesign envolve projetos de alto nível assistidos por computador. Os objetos computacionais têm estruturas que permitem que suas partes sejam facilmente acessadas, modificadas e substituídas, o que os torna flexíveis e adaptáveis às necessidades do usuário final. No contexto da Computação Ubíqua ou das Interfaces Ubíquas, percebe-se que já é uma realidade quando se trata dos sistemas e as interfaces gráficas das aplicações de dispositivos, tais como assistentes virtuais como a linha Echo da Amazon ou HomePod da Apple. O dispositivo físico, em sua concretude, não se altera, mas os artefatos digitais mudam ao longo do tempo, recebendo atualizações e flexibilizando suas propriedades materiais.

No contexto do design aplicado à complexidade, Vassão (2010) enfatiza a importância do uso de meios digitais. Ele estabelece uma estreita relação entre o designer e o uso da computação, destacando os algoritmos como elementos centrais nesse processo. Os algoritmos são considerados máquinas ou componentes que definem e estabelecem parâmetros para projetos. Esse ambiente de atuação, governado por regras, fórmulas e condicionantes, é denominado pelo

autor como "espaço de possibilidades", no qual o designer opera ao lidar com complexas criações.

No âmbito do Design, Arquitetura e Arte, reconhece-se que o processo computacional atua como intermediário na geração de entidades que, por sua vez, resultam em projetos completos. Nesse ínterim, são consideradas instruções isoladas por meio de software, como o Figma (para desenvolvimento de interfaces gráficas), Miro (plataforma web para *board* digital colaborativo), Adobe Photoshop (para imagens), Illustrator (para vetores), Rhinoceros (CAD) e outros, que executam operações específicas.

A abordagem de Vassão (2010) sugere que o Design exige o uso de parâmetros para definir uma forma, enfocando mais a utilização de suas relações do que a simples modelagem de uma forma externa. Ele destaca a importância de ferramentas e técnicas operacionais que estão diretamente ligadas à percepção e cognição do designer. Essas ferramentas são consideradas "ideias que são máquinas" e podem ser operacionalizadas no cotidiano, dotadas de potencial criativo. Para tal, modelos são desenvolvidos e estruturados de forma flexível.

O conceito de Modelo envolve a criação de sistemas de entidades interconectadas que formam fluxos e operações, semelhante a um mecanismo. Esses modelos podem ser hierárquicos ou baseados em organização funcional, destacando a importância da ontologia para determinar a realidade das entidades. No contexto do plano de ensino da disciplina Design de Interfaces Ubíquas, isso pode ser relacionado à percepção de uma estratégia como um conjunto de elementos interconectados formalizando o plano de ensino e o processo desenvolvido para sua implementação. Da mesma forma, se trata de um processo fluido e flexível, permitindo alterações de acordo com a manipulação das entidades.

Para essa qualidade do processo, Vassão (2010) elenca a Máquina Abstrata como uma ferramenta fundamental no Metadesign e pode ser comparada a regras de um jogo de cartas, onde a alteração das regras pode levar a diferentes resultados. Ela proporciona flexibilidade na manipulação das entidades envolvidas em uma estratégia, permitindo uma ampla variedade de resultados sem necessariamente alterar a essência da estratégia.

O designer desempenha um papel crucial na criação, manipulação e ajuste das Máquinas Abstratas, que conectam tecnologia, sociedade, cultura, percepção e cognição. Essas máquinas têm a capacidade de interagir entre si, formando fluxos e conexões que geram modelos, caixas-pretas e módulos. Sua conformação não é fixa, sendo moldada pelo contexto e pelo criador. Esse processo é altamente criativo e contribui para o design em áreas como Design, Arquitetura, Urbanismo e Artes.

A manipulação de procedimentos e entidades é considerada uma atividade criativa tão importante quanto a manipulação direta de objetos finais. A flexibilidade proporcionada pelas Máquinas Abstratas, permite a exploração de diversas possibilidades de design e a aplicação de estratégias.

Em resumo, o Metadesign oferece uma abordagem para lidar com a complexidade, permitindo a simplificação gradual, a adaptação às necessidades do usuário e a compreensão das entidades complexas em diferentes níveis de abstração. Isso o torna uma estratégia valiosa para o design em um mundo cada vez mais complexo e digitalmente orientado. Portanto, compartilha abordagens que valorizam a abstração, a criação de modelos, a manipulação de máquinas abstratas e a flexibilidade na concepção de projetos. Eles exploram a capacidade do designer de criar estratégias complexas e flexíveis para lidar com desafios de design cada vez mais sofisticados e dinâmicos.

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo se dedica a apresentar a estrutura empregada na presente pesquisa, considerando os momentos que passei ao longo do desenvolvimento teórico e metodológico e sua concretude quanto ao objeto material. Ressalto que esta pesquisa teve seu recorte temporal de coleta de dados compreendido entre 2020 e 2023.

O presente trabalho consiste em uma pesquisa de natureza exploratório-descritiva, com abordagem qualitativa e características classificatórias. A abordagem exploratória visa compreender e descrever um fenômeno social sem prévio estabelecimento de hipóteses de pesquisa, tornando-se assim um material representativo para estudos subsequentes (VERGARA, 1998; GIL, 2008; GODOY, 2006).

Os aspectos descritivos desta pesquisa envolvem a exposição das características relevantes do fenômeno em foco, que é o desenvolvimento de Interfaces Ubíquas no ambiente de sala de aula. No entanto, é importante ressaltar que essas características não podem ser generalizadas para outras condições, uma vez que pertencem a populações e locais distintos, com diferentes contextos culturais e sociais (VERGARA, 1998; MINAYO, 1994).

O objetivo desta pesquisa é Propor de um modelo de desenvolvimento de interfaces ubíquas dentro do contexto da sala de aula e, portanto, desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias relacionados ao fenômeno estudado, com a intenção de formular problemas mais precisos ou hipóteses que possam orientar pesquisas futuras (GIL, 2008). Isso contribui para o avanço deste estudo, que é importante por sua capacidade de fornecer informações sobre fenômenos pouco explorados, constituindo assim uma base de dados útil para futuros trabalhos de comparação e formulação de teorias.

A busca pela descrição em compreender as atribuições do designer-docente e analisar seu papel e seus produtos dentro do contexto de sala de aula, que é o objetivo específico desta pesquisa, envolve a construção de uma linha do tempo apresentada no capítulo dos resultados. Essa linha do tempo é baseada em dados coletados na atualidade, mas que se referem a eventos passados, ou seja, dados

retrospectivos. Com base nisso, foram delineadas as estratégias de pesquisa e as técnicas de coleta e análise de dados para este estudo de acordo com a tabela 3:

Tabela 3: Estratégia metodológica da pesquisa

Objetivo geral	Objetivos específicos	Estratégia metodológica
Proposição de um modelo de desenvolvimento de interfaces ubíquas dentro do contexto da sala de aula	Investigar o processo de desenvolvimento de interfaces ubíquas, sob a ótica do metadesign, dentro do contexto de sala de aula (remoto e presencial)	Pesquisa-ação
	Compreender as atribuições do designer/docente e analisar seu papel e seus produtos dentro do contexto de sala de aula;	Revisão bibliográfica Pesquisa-ação (atribuições do designer/docente)
	Observar a relação dos estudantes da graduação com o atual paradigma do desenvolvimento de interfaces ubíquas	Pesquisa-ação Técnica “Que bom, que pena e que tal?”
	Identificar o estado da arte, desafios técnicos e teóricos, do conhecimento contextual da computação ubíqua e das interfaces ubíquas	Revisão bibliográfica

Fonte: Autor

Para uma compreensão mais específica, apresento este trabalho passando pelos seguintes momentos:

Momento 1, dedicada ao entendimento e elaboração teórica da tese;

Momento 2, diretamente relacionada à compreensão da pesquisa-ação e sua aplicação no contexto desta tese;

Momento 3, aponta as principais características do campo que estive imerso no período de coleta de dados, aplicando os procedimentos metodológicos presentes neste trabalho e, conseqüentemente, permitindo alcançar os resultados obtidos;

2.1. MOMENTO 1 - ELABORAÇÃO TEÓRICA DESTA TESE

Foram realizadas revisões bibliográficas para a compreensão dos fundamentos teóricos presentes nesta tese, sendo encontrados os devidos autores e teorias, assim como, abordagens e modelos para a proposição do desenvolvimento de Interfaces Ubíquas. Sobretudo, buscando atender ao objetivo específico: Identificar o estado da arte, desafios técnicos e teóricos, compreender as limitações das abordagens, do acesso às tecnologias, do conhecimento e da possibilidade de implementação das soluções na cidade do Recife.

Como base teórica foram identificados os principais temas e autores:

1. Computação Ubíqua: com as principais publicações de Weiser (1991); Weiser & Brown (1997); Weiser (1994); e Quigley (2010);
2. Interfaces Ubíquas: com essencialmente Quigley (2010) e tangencialmente com Park & Alberman (2018); Kuniavsky (2010); Dan Saffer (2009); Rowland et al (2015); McElroy (2017)
3. Metadesign: essencialmente Vassão (2010);

2.2. MOMENTO 2 - PESQUISA-AÇÃO COMO ABORDAGEM

Com a finalidade de coletar insumos, atuar sobre o campo da pesquisa e compreender o processo de desenvolvimento em interfaces ubíquas no ambiente de sala de aula sob a ótica do Metadesign e alcançar o entendimento em nas atribuições de um designer no papel de docente nesse contexto, assim como, observar a atuação dos estudantes da graduação diante a aplicação do processo no contexto da computação ubíqua e interfaces ubíquas, optou-se como abordagem a pesquisa-ação, tendo em vista a possibilidade da participação no processo e do amadurecimento do mesmo, dando margem à atribuição de um designer-docente no contexto do metadesign como atributo para a consolidação do modelo proposto.

Esta pesquisa se concentra em explorar um processo de design em um ambiente de sala de aula, com o objetivo de compreender as dinâmicas, métodos e ferramentas que podem contribuir para o desenvolvimento de soluções no contexto das interfaces ubíquas. Mais especificamente, esta pesquisa se baseia na minha experiência como designer, atuando como docente e pesquisador, e como este espaço de sala de aula pode servir como um ambiente propício para promover a compreensão do desenvolvimento de interfaces ubíquas tanto para mim, como docente, quanto para os estudantes.

A pesquisa-ação se mostrou uma abordagem essencial para este estudo, uma vez que minha posição como docente em uma instituição de ensino superior me proporcionou uma oportunidade natural para conduzir essa pesquisa. Minha experiência profissional anterior estava centrada no desenvolvimento de artefatos físicos, como produtos, e na criação de interfaces gráficas (GUI). No entanto, a disciplina de Interfaces Ubíquas representava um novo desafio de atuação. A pesquisa-ação, como abordagem metodológica, se alinha bem com o contexto desta pesquisa. Foi pioneiramente desenvolvida por Kurt Lewin em 1946 e tem suas raízes na pesquisa experimental de campo. Isso é particularmente relevante, considerando que esta pesquisa busca explorar como um ambiente de sala de aula pode servir como um espaço de experimentação e verificação de processos, permitindo que eu, como docente, dentro do recorte espacial (instituição de ensino) e temporal de 3 anos corridos com a aplicação dessa abordagem, aprenda o processo mais adequado para o ensino no campo do design das interfaces ubíquas e, ao mesmo tempo, proporcionando aos estudantes a oportunidade de aprender sobre interfaces ubíquas.

Em resumo, esta pesquisa utiliza a abordagem da pesquisa-ação para investigar como o ambiente de sala de aula pode ser um espaço eficaz para o desenvolvimento de interfaces ubíquas. Minha experiência como designer, docente e pesquisador neste contexto é fundamental para entender os processos, os métodos e as ferramentas mais adequadas, bem como para promover uma compreensão abrangente do desenvolvimento de interfaces ubíquas no campo do design.

Para entender melhor as origens da pesquisa-ação e, conseqüentemente, sua relação com o presente trabalho, é relevante analisar os comentários de Mailhiot

(1970) sobre o assunto. O autor enfatiza que a pesquisa-ação, conforme concebida por Lewin (1946), parte de uma situação social concreta que demanda intervenção e modificação. Além disso, essa abordagem destaca a necessidade contínua de se inspirar nas transformações e nos elementos emergentes que se desenvolvem ao longo do processo de pesquisa, influenciados diretamente pela própria pesquisa-ação. Sobretudo, no tocante a esta pesquisa, quando a necessidade de entender uma melhor prática para o desenvolvimento das interfaces ubíquas dentro de uma proposição no contexto da docência, somado ao panorama da escassez de referencial ou documentações que favoreçam o entendimento ou delineamento de processos mediante o cenário exposto, ressalto que essa abordagem contribui para ambas as condições.

Ainda segundo Mailhiot (1970), inspirado pela concepção hegeliana do devir social, Kurt Lewin (1946), argumenta que os fenômenos sociais não podem ser adequadamente observados a partir de uma perspectiva externa, assim como não podem ser estudados de maneira estática em um ambiente de laboratório. Nesse contexto, quando se trata de um espaço de sala de aula em que as pessoas têm suas características peculiares e interação de forma auto organizada, muitas vezes ocorrendo momentos dialéticos de contradições, mas em determinado tempo e processo empregado, observa-se resoluções.

Somado a isto, Mailhiot (1970), enfatiza que a compreensão das leis internas que governam a dinâmica dos fenômenos de grupo requer um compromisso profundo dos pesquisadores. Eles devem se envolver ativamente e respeitar os processos de evolução dentro dos limites definidos pelo contexto histórico em que esses fenômenos ocorrem. Essa abordagem busca facilitar o progresso e a superação dos desafios sociais subjacentes. Quanto ao contexto histórico mencionado, é importante ressaltar que o considere dentro do prazo mencionado da aplicação da pesquisa-ação, de 3 anos consecutivos, subdividindo-o em etapas relativas ao tempo de cada turma que alcançava a disciplina de Interfaces Ubíquas na matriz curricular do curso. Entretanto, mesmo havendo esse recorte temporal, compreendo que o processo ainda se mantém em ação ao longo dos anos

vindouros, mas por uma questão objetiva de desenvolvimento desta pesquisa, o recorte temporal se fez necessário.

Portanto, cabe ressaltar como as origens e princípios fundamentais da pesquisa-ação, enfatiza seu compromisso com a transformação de situações sociais concretas e sua abordagem dinâmica para compreender fenômenos sociais complexos em contextos de pesquisa de campo.

De acordo com Lewin (1946), essa abordagem metodológica envolve três fases fundamentais que compõem esse ciclo dinâmico. Para a finalidade deste trabalho, observa-se:

1. **Planejamento:** avaliação criteriosa de uma ideia que possua um objetivo específico, levando em consideração os recursos disponíveis. Se o planejamento inicial for bem-sucedido, resultará na formulação de um "plano global", juntamente com a decisão sobre o primeiro passo da ação;

Como parte inicial da proposta, foi definido em conformidade com a ementa a necessidade de compreender o processo de desenvolvimento de interfaces ubíquas no ambiente de sala de aula, isto posto, à partir da condição de docência que converge, naturalmente, para uma avaliação criteriosa e planejamento dos encontros, dos materiais e dos conteúdos, como também, das dinâmicas.

A fim de estabelecer critérios para a aplicação da pesquisa-ação nesta tese, defini três categorias nessa fase, caracterizando-as:

- **Encontros:** Sequência de encontros previstos em plano de ensino considerando uma carga horária de 60 horas com 02 encontros semanais de 2 horas, compondo um total de 30 encontros ou 15 semanas. Estes encontros são divididos em três grandes etapas: (I) Entendimento, composto por dinâmicas para coletar e adquirir conhecimentos teóricos e compreensão

do estado da arte de Interfaces Ubíquas, tendo como base os principais autores no contexto da Computação Ubíqua, Interfaces Ubíquas, Design de Interação e Design de Interfaces; (II) Desenvolvimento, etapa dedicada à definições projetuais e resolução das situações encontradas para a proposição de soluções de projetos no contexto das interfaces ubíquas; (III) Avaliação, onde se propõe a condição de verificar as potencialidades das soluções a partir de protótipos e testes com usuários.

- **Materiais e Conteúdos:** Trata-se do acesso a referencial bibliográfico, tal como livros, artigos, documentos, patentes, entre outros, além de materiais para realização das dinâmicas e atividades, como computadores, mesas, estrutura física de sala de aula equipada com projetor, laboratórios equipados com maquinários, *softwares*, papéis, tesouras, lápis, canetas coloridas, etc.
- **Dinâmicas:** Composto por atividades e dinâmicas pertinentes ao processo e a cada etapa de acordo com os encontros, de maneira que permita produzir o conjunto das ações para alcançar o objetivo da proposta. Este foi um dos maiores desafios que encontrei nesta pesquisa, principalmente no momento inicial do processo, mas que ao longo das aplicações foi possível colher resultados proeminentes. Nesse item, a pesquisa-ação tem forte influência nas tomadas de decisão.

2. **Implementação:** realização das ações necessárias à primeira etapa do plano global;

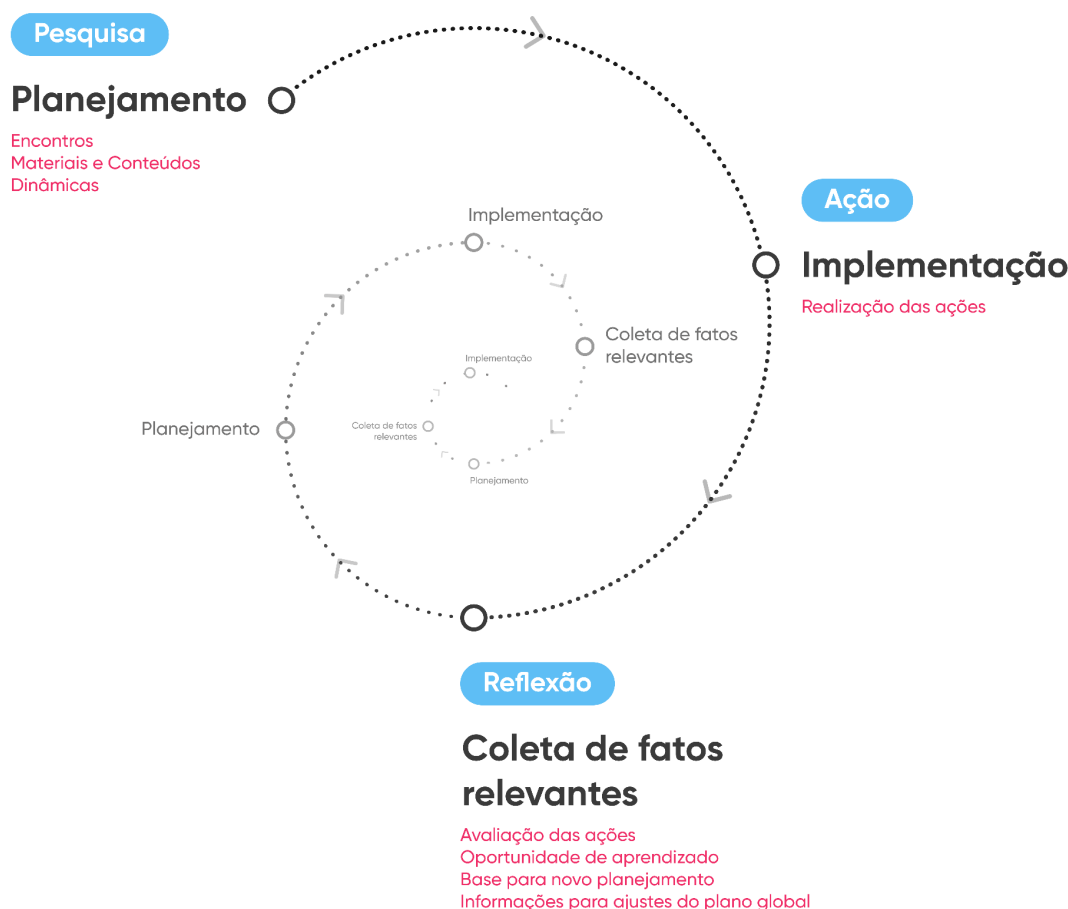
3. **Coleta de fatos relevantes:** esse processo desempenha quatro funções. (I) avaliar a ação para determinar se os resultados estão de

acordo com as expectativas; (II) proporcionar oportunidades de aprendizado; (III) servir como base para o planejamento da próxima etapa da ação; e (IV) fornecer informações para modificar o "plano global".

Em linhas gerais, as três fases supracitadas são a principal estrutura adotada nesta pesquisa. Ressalto que mediante a aplicação em cada turma, esse ciclo de três fases era revisitado a partir das lições aprendidas com o término de uma turma, ocorrendo de forma contínua a cada nova turma. O que implica no próximo passo da abordagem, que envolve outro ciclo de *planejamento, implementação e coleta de fatos relevantes* para avaliar os resultados da segunda aplicação, ou melhor dizendo a segunda turma de Design de Interfaces Ubíquas, preparar a base para o planejamento da terceira aplicação e, se necessário, modificar o plano global (Lewin, 1946). Ou seja, a pesquisa-ação não é um processo estático, mas altamente flexível e adaptável.

Assim, uma das características distintivas e essenciais da pesquisa-ação é seu processo intrinsecamente integrador, que se desdobra em um ciclo contínuo de pesquisa, ação e reflexão, com foco na integração dialética entre sujeitos, práticas, valores e conhecimento, frequentemente representado como espirais cíclicas, como pode ser visto na Figura 5, criando um ciclo de melhoria contínua, representando uma abordagem dinâmica e holística que visa à melhoria da prática (Lewin, 1946; Engel, 2000; Franco, 2005).

Figura 5: Representação do processo da pesquisa-ação em espiral cíclica



Fonte: Elaborado pelo autor (2023) com base em Lewin (1946), Engel (2000) e Franco (2005)

É crucial ressaltar que a pesquisa-ação é um processo que se estende ao longo do tempo, envolvendo imprevisibilidade e permitindo reconstruções contínuas, realocações de prioridades e consensos negociados. Quando se aplica esse conceito à pedagogia — uma vez que o presente trabalho está relacionado a esse campo — vale destacar que a pesquisa-ação valoriza não apenas a imprevisibilidade, mas a complexidade e as oportunidades proporcionadas por eventos inesperados (Franco, 2005).

A ênfase na avaliação contínua de cada ciclo de ação é fundamental na pesquisa-ação, pois permite uma compreensão mais profunda das oportunidades de aprimoramento da prática (Santos *et al.*, 2018). Quanto ao pesquisador, onde nesta pesquisa também assumo o papel de docente e designer, desempenha

simultaneamente os papéis de observador e participante ativo do grupo, uma abordagem que exige uma compreensão profunda da dinâmica intrínseca à situação social em constante evolução (Lewin, 1946; Franco, 2005). E, portanto, estabeleci que minha posição em sala de aula e relacionamento com as pessoas estudantes das turmas deveria ter um papel horizontal, principalmente, no momento das dinâmicas e práticas projetuais. Quanto ao processo empregado e planejado, me coloco como uma liderança de equipes, tal como é visto atualmente no contexto de atuações estritamente voltadas ao mercado, sendo portanto, uma atuação dentro da proposição do metadesign.

O ciclo dinâmico e integrador, concebido por Lewin (1946) e enriquecido por contribuições posteriores, estabelece as bases para a pesquisa-ação como uma metodologia de grande relevância para a compreensão e melhoria das práticas sociais. Levando em consideração que o campo do Design tem uma relação direta com o aspecto social, ainda mais quando se faz presente na condição de processos envolvendo equipes compostas por pessoas na condução de uma solução. Somada a possibilidade da geração de conhecimento, independente do ambiente que ocorra as interações subjetivas, há um reforço evidente na proposição desta abordagem para este trabalho buscando uma compreensão e melhoria das práticas de design para o ambiente de sala de aula com foco nas Interfaces Ubíquas.

Como aponta Franco (2005), embora originalmente vinculada a uma abordagem experimental de campo, a pesquisa-ação evoluiu ao longo das décadas, ganhando destaque no contexto educacional, a exemplos do trabalho pioneiro de Stephen Corey (1949) e o de Taba e Noel (1957), que exemplificam essa ênfase na melhoria da prática docente e dos resultados educacionais.

A partir dos anos 1980, a pesquisa-ação passou por uma transformação estrutural ao incorporar a perspectiva dialética e os princípios da teoria crítica de Habermas, com um foco direcionado para a melhoria da prática educativa docente (Franco, 2005). Fazendo as devidas proporções para esta pesquisa, ou seja, considerando o campo “sala de aula”, se faz importante observar que essa transformação se alinha com: (I) a racionalidade comunicativa e a comunicação igualitária (horizontalidade no relacionamento); (II) a ética por detrás do Design e das

peças designers; (III) a proposição do senso crítico no processo; (IV) e, por fim, a busca pela emancipação das pessoas estudantes quanto ao desenvolvimento das interfaces ubíquas. Essa abordagem da pesquisa-ação não se baseia na epistemologia positivista, mas sim na integração dialética entre sujeito e existência, fatos e valores, pensamento e ação, e pesquisador e pesquisado (Franco, 2005).

A abordagem dialética busca refletir sobre a realidade, empregando um processo de contraposição de fatos para identificar elementos conflitantes e desenvolver explicações alternativas (Santos *et al.*, 2018). Dentro de seus princípios fundamentais, a pesquisa-ação é inerentemente pedagógica, buscando cientificar a prática educativa com base em princípios éticos que visam à formação contínua e à emancipação de todos os envolvidos (Franco, 2005).

De acordo com Franco (2005), para conduzir uma pesquisa-ação de sucesso, o pesquisador deve compreender a dinâmica dos grupos e a dialética da formação, bem como os mecanismos de reprodução do grupo. Para todas as turmas foi estabelecido que a proposição de **seleção de integrantes dos grupos** seria de forma orgânica, ou seja, as pessoas se articulavam através do diálogo e da intenção de participar de uma mesma equipe, sabendo que essa formação das equipes se daria desde a segunda semana de encontros, contendo um total de pessoas proporcional a quantidade geral da turma. Tomei esse direcionamento para a geração dos grupos, pois conforme a abordagem da pesquisa-ação é importante que os pesquisadores reconheçam que estão trabalhando com grupos estruturados, dos quais não fazem parte inicialmente, e que buscam implementar mudanças em conjunto, tendo em vista que a colaboração ativa e a construção de um ambiente de parceria são essenciais para o sucesso da pesquisa-ação, pois as disposições cooperativas nem sempre estão prontamente presentes no grupo (Franco, 2005).

Com base nas contribuições de Thiollent (2011) e Gil (2008), Santos *et al.* (2018) propõe um conjunto de *recomendações heurísticas* não sequenciais no tempo, que podem ser consideradas como etapas no processo de pesquisa-ação. Franco (2005) substitui a ideia de etapas no método de pesquisa-ação por "*momentos*", a qual denomina de "*processos pedagógicos intermediários*". A autora ressalta a importância de realçar a flexibilidade metodológica da pesquisa-ação,

destacando que esta flexibilidade está vinculada à coerência epistemológica em processo, mais do que a um ritual sequencial de ações.

Os "processos pedagógicos intermediários" propostos por Franco (2005) compreendem cinco dimensões principais:

1. **Construção da dinâmica do coletivo:** Esta fase preliminar envolve a inserção do pesquisador no grupo, autoconhecimento do grupo em relação às expectativas, possibilidades e bloqueios, além do estabelecimento de um contrato de ação coletiva, abordando questões éticas e compromissos relacionados à pesquisa;
2. **Ressignificação das espirais cíclicas:** Neste processo, a pesquisa-ação envolve a produção e socialização contínuas de conhecimento por meio de espirais cíclicas. Os dados são rigorosamente registrados, incluindo acordos de grupo, interpretações teóricas, atividades do grupo, reflexões e decisões coletivas, bem como mudanças institucionais;
3. **Produção de conhecimento e socialização dos saberes:** Os dados coletados são discutidos, refletidos e ressignificados pelo grupo, resultando em conhecimento do processo de pesquisa. A reflexão e o registro crítico dos dados são fundamentais, e essas discussões são instrumentos formativos para os pesquisadores;
4. **Análise/redireção e avaliação das práticas:** Esta dimensão enfoca a análise e avaliação das práticas realizadas pelos sujeitos. Os participantes são incentivados a se envolver em auto-observação, observação mútua e reflexão sobre as transformações resultantes das ações práticas, contribuindo para a melhoria contínua;
5. **Conscientização das novas dinâmicas compreensivas:** A pesquisa-ação visa produzir transformações nas significações (ressignificações) de mundo dos participantes, permitindo que eles se apropriem das mudanças em suas perspectivas como sujeitos.

Baseado, principalmente, nas *recomendações* de Santos *et al.* (2018, p. 63-64) e nas *fases* propostas por Lewin (1946), Engel (2000), assim como, os *processos pedagógicos intermediários* tratados por Franco (2005), na tabela 4 abaixo, há a definição do arranjo inicial dos procedimentos para a aplicação metodológica da pesquisa-ação neste trabalho, ou seja, o que foi realizado para a primeira turma. Vale ressaltar que somado a isto, quanto à aplicação, havia por minha parte a compreensão do aspecto da flexibilização proposta por Franco (2005) ao longo da primeira aplicação do ciclo - a primeira turma. As demais definições e realizações para as turmas seguintes, conforme já mencionado, estão dispostas as tomadas de decisão no capítulo de resultados deste trabalho. No entanto, em termos de estrutura e visualização da abordagem presente nas propostas seguem fundamentalmente o que se apresenta na tabela.

Tabela 4: Base para definição do processo da pesquisa-ação

Fases	Etapas	Descrição	Realizado
Planejamento	Planejamento colaborativo	Reunir os principais membros da equipe e dos grupos interessados na pesquisa, definindo critérios para seleção dos “informantes chave”. Recomenda-se a realização de um seminário para recolher as propostas e pontos de vista dos participantes acerca do problema, bem como contribuições de especialistas convidados. A partir do seminário são elaboradas as diretrizes para toda a pesquisa de ação.	Realização de encontros com docentes das disciplinas que compõem a grade curricular para a turma vigente do período e definição das ações a serem tomadas ao longo do tempo da disciplina, tais como: (I) critérios de avaliação; (II) relação de conteúdos entre disciplinas; (III) integração de projeto único entre disciplinas; (IV) e interação dos docentes das outras disciplinas em momentos específicos.
	Definição do tema e problema da pesquisa	Procura-se garantir a exposição clara do problema, bem como seus pressupostos/premissas, definidas com precisão de ordem prática	Definição da pergunta problema de acordo com o contexto: Como desenvolver o design de interfaces ubíquas no ambiente de sala de aula? Considerar a grade curricular realizada pela turma e compreender os conteúdos adquiridos ao longo do curso , com a finalidade de estabelecer as premissas para a construção da estrutura da disciplina por meio de plano de ensino

	Protocolo de coleta de dados	Engloba a delimitação do escopo da pesquisa, incluindo a definição dos objetivos, procedimentos a serem adotados para assegurar a participação dos atores, bem como determinação das formas de controle e avaliação dos resultados. O protocolo apresenta as ferramentas de coleta de dados, bem como sua sequência e critérios de aplicação. Diversas técnicas são adotadas para a coleta de dados. A mais usual é a entrevista aplicada coletiva ou individualmente. Outras técnicas consistem em: questionários, observação do participante, diários, análise de conteúdo e sociodrama	Escopo: Desenvolvimento do Design de Interfaces Ubíquas Objetivo: Capacitar as pessoas estudantes para o desenvolvimento do Design de Interfaces Ubíquas Procedimentos: Definição de plano de ensino com calendário planejado, considerando encontros essenciais para (I) Avaliações - intituladas de Marcos; (II) etapas da disciplina/projetuais - Entendimento, Desenvolvimento e Avaliação; (III) coleta de dados a partir de registros derivados das atividades com entregas em plataforma Classroom, observação participante e método “que bom, que pena e que tal” somado a entrevista aplicada coletiva; (IV) quando possível, registro fotográfico.
Implementação	Revisão bibliográfica sistemática	Revisão dos principais construtos e ampliação da compreensão dos pressupostos e premissas e na própria avaliação da adequação do método pesquisa-ação	Revisão bibliográfica como elemento de dinâmica na etapa inicial da disciplina para as pessoas estudantes compreenderem o estado da arte e o contexto do conteúdo.

	Fase exploratória	Objetiva determinar o campo de investigação, as expectativas dos interessados, bem como o tipo de auxílio que estes poderão oferecer ao longo do processo de pesquisa	Dinâmica da disciplina, a fim de determinar os requisitos projetuais a partir do entendimento da problemática levantada fruto da integração com as disciplinas parceiras .
	Coleta de Dados	Enquanto a ação em curso pode mudar seu sentido, na pesquisa de campo, a coleta de dados deve buscar o máximo de sistematicidade possível, a fim de manter os ciclos de reflexão característicos da pesquisa de ação	Elaboração de avaliações que são caracterizadas como marcos , distribuídas de acordo com os encontros estabelecidos institucionalmente no calendário acadêmico e geram a coleta do material elaborado pela turma via Google Classroom . Registros imagéticos (fotografias e/ou vídeos) Utilização de ferramenta digital Miro para registros, ideação e discussão dos elementos presentes nas soluções
Coleta de fatos relevantes	Reflexão	A pesquisa ação pode adotar tanto procedimentos mais ortodoxos (categorização, codificação, tabulação, análise estatística e generalização) como também abordagens efetivamente mais fenomenológicas, como a	Adoção de abordagem fenomenológica a partir de adaptação de focus group com método “que bom, que pena e que tal?” somado a entrevista aplicada coletiva para coleta de <i>feedbacks</i> das pessoas estudantes acerca do processo

		utilização do focus group ou do método Delphi. A aprendizagem destes momentos de reflexão propicia que tanto pesquisadores como participantes aprendam durante o processo de investigação, discussão e resultados, comparando seus saberes e opiniões	desenvolvido com a finalidade de converter em lições aprendidas para a aplicação nos próximos ciclos (turmas)
	Divulgação Externa	Pode ser realizada por meio de congressos, conferências, simpósios, animações gráficas, ilustrações meios de comunicação de massa ou elaboração de relatórios, configurando-se como uma estratégia de aferição da validade externa das conclusões do trabalho	Avaliação das propostas através de bancas compostas por docentes Elaboração de documentação para composição dos resultados desta tese

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Santos et al. (2018, p. 63-64), Lewin (1946), Engel (2000) e Franco (2005)

Ao desenvolver a tabela 4, consegui definir e criar uma relação com o calendário acadêmico proposto pela instituição, como também, com o plano de ensino previsto para a turma, me permitindo alcançar a primeira estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas (Figura 6) tendo a perspectiva da possibilidade de adaptação e coleta de informações ao longo do processo. Cada proposta de dinâmica estabelecida nas estruturas da disciplina podem ser visualizadas em mais detalhes no capítulo 3, que trata dos resultados encontrados na presente pesquisa e apresenta em sequência as diversas aplicações com as futuras turmas.

Figura 6: Primeira estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Por se tratar de uma disciplina com foco no desenvolvimento do design de interfaces ubíquas, há uma forte aproximação com a práxis inserida no campo do Design. Optei por estabelecer a disciplina como um espaço em que deveria promover o aspecto da *aprendizagem baseada em projetos*, conhecido também por *project based-learning* (PBL), e sua resolução a partir de práticas projetuais no âmbito do design.

No entanto, a utilização da pesquisa-ação apresenta um desafio central, que é conciliar o rigor científico necessário na coleta e análise de informações com a capacidade do pesquisador de influenciar as ações. Para alcançar esse rigor científico, a pesquisa-ação requer um processo sistemático, como pode ser visto ao longo deste capítulo, que valide a reflexão coletiva do pesquisador e dos

participantes na ação, mesmo em meio à dinâmica muitas vezes caótica da ação (Santos *et al.*, 2018).

2.3. MOMENTO 3 - SOBRE O CAMPO

Para a coleta de dados, a avaliação da viabilidade de implementação e a verificação da aplicação da abordagem de pesquisa-ação proposta nesta tese, a fase 3, que se concentra no campo selecionado, tem como objetivo caracterizar e estabelecer o local destinado à pesquisa.

Portanto, este estudo foi conduzido em uma instituição privada com foco em inovação e tecnologia que desde 2018 apresenta programas de ensino superior, localizada na cidade do Recife-PE, com estrutura física equipada com salas de aula composta por computadores, projetores, mesas e cadeiras para até cinquenta pessoas por ambiente, laboratórios com *hardwares* e sensores, além de máquinas de impressão 3D, salas de estudo, auditórios e biblioteca. Essa instituição de ensino oferece uma ampla variedade de cursos em diferentes níveis, incluindo especializações, programas de mestrado profissional e um programa de doutorado.

Mais especificamente para este trabalho, a aplicação se deu em um curso de graduação em Design com conceito máximo no Ministério da Educação. A matriz curricular do curso é dividida em 4 blocos, que compõem todos os 8 períodos com carga horária total de 3240 horas, necessários para a formação em Design de uma pessoa estudante do curso. Cada bloco contém dois períodos, incluindo as respectivas disciplinas. No texto a seguir é possível verificar toda a estrutura do curso e, em destaque, o período e disciplina que esta pesquisa foi realizada:

I. BLOCO 1 - Identificação

- i. 1º período - disciplinas: Filosofia Prática, Fundamentos da Pesquisa Social, Sistemas Digitais, Design da Experiência, Fundamentos de Projeto 1 e Projeto 1;

- ii. 2º Período - disciplinas: Estudos de Futuro, Análise e Comunicação da Pesquisa, Semiótica, Representação Visual, Fundamentos de Projetos 2 e Projeto 2

II. BLOCO 2 - Potencialização

- i. 3º Período - disciplinas: História e Teoria do Design I, Projeto Gráfico, Técnicas de Ideação, Design Especulativo, Fundamentos de Projetos 3 e Projeto 3
- ii. 4º período - disciplinas: Representação Tridimensional, Design de Interfaces I, Prototipação e Testes com Usuários I, História e Teoria do Design II, Fundamentos de Projetos 4, e Projeto 4

III. BLOCO 3 - Concretização

- i. 5º período - disciplinas: Prototipação e Testes com usuários II, Design de Interfaces II, Design de Produtos, Design de Serviços, Fundamentos de Projeto 5 e Projeto 5
- ii. **6º período - disciplinas:** Fabricação Digital, **Design de Interfaces Ubíquas**, Teoria e Futuro do Design, Design e Meio Ambiente, Fundamentos de Projetos 6 e Projeto 6

IV. BLOCO 4 - Tópicos profissionais

- i. 7º período - disciplinas: Eletiva 1, Eletiva 2, Tópicos Contemporâneos em Design 1, Tópicos Contemporâneos em Design 2, Fundamentos de Projetos 7 e Projeto 7
- ii. 8º período - disciplinas: Eletiva 3, Eletiva 4, Tópicos Contemporâneos em Design 3, Tópicos Contemporâneos em Design 4, Fundamentos de Projetos 8 e Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso

A disciplina **Design de Interfaces Ubíquas** é obrigatória, tem uma carga horária total de 60 horas divididos em 30 encontros, resultando em dois encontros semanais com um tempo previsto de 2 horas por encontro. A disciplina tem por objetivo promover o conhecimento para o desenvolvimento de interfaces no contexto da computação ubíqua levando em consideração o projeto centrado no ser humano, suas experiências e emoções, usabilidade e interações.

Ressalto que durante o tempo da realização desta pesquisa, a disciplina não teve monitoria e contou com um **total de 102 pessoas** participando do processo, distribuídas ao longo dos 3 anos da aplicação da pesquisa-ação.

A escolha de implementar a abordagem da pesquisa-ação no âmbito do curso de graduação foi motivada pelo fato de eu fazer parte do corpo docente desse programa e ter sido convidado para elaborar e lecionar a disciplina de Design de Interfaces Ubíquas. Vale salientar que esta disciplina ainda não havia sido ofertada para as pessoas estudantes do curso, pois a primeira turma é de 2018 e, portanto, no segundo semestre de 2020, quando me encontro como docente da disciplina, a primeira turma estaria alcançando o 6º período da matriz curricular e tendo o primeiro contato com o Design de Interfaces Ubíquas.

Além disso, optou-se por esse campo, uma vez que o ambiente de ensino era propício para a coleta de insumos devido à diversidade de pessoas, trajetória percorrida no curso com conhecimentos mais específicos sobre Design e, principalmente, por se tratar de um espaço que tinha a relação entre o desenvolvimento de projetos com temas tangenciais à Internet das Coisas, Design de Interfaces e Computação Ubíqua. Entretanto, era de meu entendimento que, potencialmente, as pessoas não tinham conhecimentos prévios relativos aos temas citados, como também, ao conteúdo proposto pela disciplina, especialmente no contexto prática do Design de Interfaces Ubíquas, se tornando um desafio relacionado ao objetivo desta tese.

3. EXPERIMENTOS - AULAS REMOTAS E AULAS PRESENCIAIS

Neste capítulo apresentarei como se deu o contato com o objeto de estudo desta pesquisa, a partir do ambiente de sala de aula em uma instituição de ensino superior da cidade do Recife. Aqui, será abordado o recorte temporal de 3 anos de prática e vivência em que lecionei a disciplina Design de Interfaces Ubíquas para discentes do 6º período do curso de Bacharelado em Design. No primeiro momento composto por 1 ano e meio, com um total de 3 turmas diferentes entre si, composto entre **Agosto de 2020 até Dezembro de 2021**, momento este que foi imperativo o afastamento social com o lockdown, como consequência da Pandemia do COVID-19. Em um segundo momento, já com uma mudança essencial, pois se refere à volta aos ambientes físicos e contato pessoal direto com as pessoas no pós COVID-19 com aulas presenciais e, também, com 3 turmas distintas entre si, compreendendo o prazo entre **Fevereiro de 2022 até Julho de 2023**.

Estive presente em sala de aula com uma abordagem que não assumia a posição de detentor do conhecimento. Ao adotar uma postura horizontal, reconheci a disciplina como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos participam ativamente do processo. Nesse sentido, observei a possibilidade de abordar a sala de aula dentro do contexto do PBL (*Project-Based Learning*), transformando-a em uma sala de aula invertida. Além disso, destaquei a importância de associar essa abordagem ao conceito de interfaces ubíquas, a fim de permitir que os alunos compreendam melhor seus contextos e desenvolvam soluções de interfaces ubíquas de forma prática.

Aqui tratarei das primeiras etapas da pesquisa-ação no processo de planejamento e coleta de dados, criando uma abordagem que relaciona o papel do docente como um *metadesigner* no desenvolvimento pedagógico da disciplina de Design de Interfaces Ubíquas como um processo para o desenvolvimento de projetos neste contexto.

3.1. AULAS REMOTAS SÍNCRONAS

3.2. EXPERIMENTO #01 | TURMA 2020.2

Inicia-se o processo com a turma de 2020.2, composta por 15 discentes, divididos em quatro grupos para a execução de projetos relacionados ao encerramento da disciplina.

Saliento que a pesquisa-ação valoriza o aspecto da coletividade, principalmente durante o planejamento, e é importante ressaltar que essa disciplina foi considerada como *disciplina-chave* de modo a contribuir com a outra disciplina, intitulada de Projetos. Nessa disciplina, estudantes de design e ciência da computação trabalharam em conjunto para um cliente real, desenvolvendo soluções personalizadas. Portanto, nessa turma, os estudantes tiveram um enfoque especial voltado para um Instituto de Medicina referência da cidade de Recife-PE, tornando a saúde o tema central de todos os trabalhos.

O foco dos projetos era o desenvolvimento de soluções com ênfase nas interfaces ubíquas. Era necessário que os estudantes compreendessem as características do design de interação, tanto em relação ao design de interfaces quanto ao design de produtos. De maneira geral, a estrutura inicialmente prevista para a disciplina se encontra conforme a Figura 7:

Figura 7: Estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas para turma 2020.2



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Planejei como processo para o desenvolvimento da disciplina da seguinte forma: os estudantes passam por três etapas, cada uma com uma duração específica baseada nos marcos de avaliação estabelecidos pela instituição. A estrutura para a disciplina que foi inicialmente pensada teve como premissa três etapas: **entendimento**, **desenvolvimento** e **avaliação**.

Na primeira etapa, chamada de **entendimento**, mergulhamos nos conceitos e teorias das interfaces Ubíquas e, conseqüentemente, da Computação Ubíqua. Para isso, foi pensado para a **pesquisa bibliográfica** atividades que os estudantes compreendessem melhor o tema. Foram disponibilizados artigos científicos, dissertações, teses e outras referências bibliográficas e documentos de empresas e instituições relacionadas ao processo. Ressalto que deixava em aberto para os estudantes pesquisarem e trazerem para a sala de aula outros documentos aos quais eu não havia disponibilizado. Com esse material em mãos, era solicitado que realizassem a leitura e em sala de aula, durante as duas primeiras semanas, eram realizadas rodadas de debates sobre os temas presentes nos documentos. Entre todos os documentos, os principais e obrigatórios eram:

- The Computer for the 21st Century de Mark Weiser (1991)
- Calm Tech, Then and Now da revista re:form com entrevista de John Seely Brown em 2014
- The Coming age of Designing Calm Technology de Weiser & Brown (1997)
- From the GUI to UUI: Interfaces for Ubiquitous Computer de Quigley (2010)

A partir dessas leituras e rodadas de debates, era solicitado que cada estudante desenvolvesse uma pesquisa de soluções presentes no mercado que estariam de acordo com as proposições da Computação Ubíqua ou, mais especificamente, Interfaces Ubíquas. Essa foi a atividade do **benchmarking** que auxiliou as pessoas estudantes a entender o estado da arte das interfaces ubíquas no mercado e academia. Para a consolidação dessa atividade, cada estudante

deveria montar uma apresentação com o máximo de 5 slides indicando: (I) o que é a solução?; (II) como são as interações? (III) Por que o exemplo se encaixa no contexto das Interfaces Ubíquas.

No término dessas apresentações, foi possível notar que houve a possibilidade de nivelamento no entendimento por parte da turma quanto ao tema e, principalmente, compreender as nuances presentes da relação entre o contexto das Interfaces Ubíquas e Internet das Coisas. Essas atividades permitiram que a turma chegasse ao Marco 1 da disciplina, ocasionando o fechamento da 1ª fase do processo aplicado.

Na fase de **desenvolvimento**, os três elementos presentes se uniram para que os estudantes compreendessem seus projetos e fizessem propostas. Inicialmente, houve um planejamento para compreender a multifuncionalidade da interface, que é uma característica crucial como aspecto das interfaces ubíquas, ou seja, a distribuição das interfaces. Observei que um aspecto de grande importância das interfaces Ubíquas se fazia necessário ter maior profundidade de conhecimento: a multimodalidade (Park & Alberman, 2018). Essa questão envolve a compreensão de como os seres humanos interagem entre si e com objetos, sejam físicos ou digitais.

Inicialmente, todos os alunos precisavam reconhecer e entender a prática e o contexto do designer de interação em seu dia a dia. Para isso, foram realizadas abordagens e discussões em sala de aula, buscando estabelecer um nível mais horizontal na compreensão dessas características. Às pessoas, foram solicitados a observar em suas residências, de acordo com seu cotidiano, como ocorria a interação com artefatos, especialmente aqueles que faziam parte de rituais matinais, por exemplo.

Realizei uma atividade para que os estudantes se aprofundassem nesse contexto, permitindo que já estivessem imersos no processo de desenvolvimento de seus projetos. Essa atividade constava em solicitar que as pessoas estudantes registrassem os objetos que utilizavam em casa corriqueiramente, onde não se preocupavam em entender o processo de uso, ou seja, a forma como interagiam com os produtos. A partir daí, deveriam elencar as formas que utilizavam os produtos, se era baseado na visão, no tato, na audição, no movimento do corpo ou qualquer outra modalidade possível. Assim, deveriam se reunir em equipes de até 3

peças e montar uma apresentação para toda a turma em um dia determinado no calendário acadêmico.

Considerando a abordagem da verificação da maneira como interagem com os artefatos no seu cotidiano, foi possível observar que os alunos passaram a compreender melhor a proposta de interação com determinados objetos, principalmente ao perceberem as possibilidades de interação oferecidas pelos objetos em suas residências. Por exemplo, o girar de um registro de torneira ou a posição de um interruptor em um determinado quarto. Foi observado que esses elementos existiam, mas nem sempre havia uma percepção hierarquizada, como se observa em elementos de uma interface gráfica.

Com base nesse entendimento, os alunos começaram a discutir as características da possibilidade da Invisibilidade (Weiser, 1994) presente em determinados objetos do nosso contexto diário. Essa discussão foi interessante para a pesquisa e marcou um momento da disciplina, pois permitiu considerar como as soluções no contexto das interfaces ubíquas seriam projetadas, levando em conta a possibilidade da periferia, já que se trata de um requisito de projeto dentro desse paradigma (Weiser, 1991; Quigley, 2010).

De outro modo, compreender o aspecto da multimodalidade permitiria aos estudantes ter uma compreensão mais ampla dos requisitos de projeto, especialmente em termos de hardware para a definição dos modos que os dispositivos deveriam ter. Eles precisavam criar um projeto de interfaces ubíquas com uma ênfase específica na temática proposta dentro da disciplina de Projetos - que se desenvolve em paralelo e neste caso, teve como temática: saúde. Isto porque, a disciplina de Projetos se dedica a solucionar problemas reais de parceiros e, como dito anteriormente, se tratava de um Instituto de Medicina referência da cidade.

Ao mesmo tempo, eles precisavam mapear os requisitos do projeto e entender como aplicar a multimodalidade. Por conta da disciplina de Projetos, a turma estava imersa, paralelamente, a processos usuais de projetos para soluções de Design, compostos basicamente por: coleta de dados, entendimento do problema, uso de ferramentas como Matriz CSD, desenvolvimento de Personas, Mapas de Empatia, Jornada do Usuário, técnicas de ideação com brainstorming, flor de lotus, entre outros. Neste ínterim, estabeleci também, que houvesse uma relação entre as

métricas de usabilidade (item 1.2.1 desta pesquisa) para a solução das interfaces ubíquas, conforme Quigley (2010). Em seguida, a turma seria avaliada no Marco 2, onde busquei verificar a capacidade de compreensão da multimodalidade e suas aplicações, como também, o estabelecimento das métricas para garantir a usabilidade.

Avançando para a última etapa, temos a etapa de **avaliação**, na qual os estudantes já têm uma compreensão da solução e precisaram prototipar em baixa fidelidade, média fidelidade e alta fidelidade com base em McElroy (2016), a fim de concretizar a solução e realizar testes com os usuários, priorizando a experiência do usuário. Para isso, eles precisaram passar por um processo mais tradicional de design de interfaces, considerando a relação entre produtos físicos e digitais. Eles tiveram que entender como projetar um artefato digital que pudesse se relacionar com um artefato físico, permitindo a visualização de informações e a interação entre ambos. Nesse momento foi proposto que realizassem protótipos de fidelidade em papel, para entender a estrutura das telas das aplicações da solução. Passada essa fase, deveriam amadurecer o projeto das interfaces gráficas para protótipos de média fidelidade e alta fidelidade utilizando o software Figma.

Em paralelo, as equipes deveriam estabelecer dentro das mesmas fases dos protótipos de baixa, média e alta fidelidade, atividades semelhantes às interfaces gráficas, mas voltadas para o desenho do artefato físico presente nas soluções. Esboços, storyboards, montagem fotográficas com recurso de software Adobe Photoshop ou Adobe Illustrator, entre outras técnicas foram utilizadas para representar as ideias. Por fim, foi necessário que realizassem testes com os usuários. Esses testes foram feitos de forma remota e síncrona, devido à pandemia de COVID-19. Ao final do processo, obtivemos resultados de acordo com a quantidade de grupos nas turmas, observando como os estudantes estabeleceram a prototipação e a associação dos protótipos com os testes, coletando informações finais.

A disciplina Design de Interfaces Ubíquas desempenhou um papel fundamental na integração entre a disciplina Projetos e as interfaces propostas na minha disciplina, possibilitando observar a comunicação como um aspecto essencial no contexto, tanto com os outros docentes das disciplinas relacionadas,

quanto para compreender melhor como os alunos lidavam com a relação entre a teoria apresentada em minha disciplina e a prática dentro de Projetos.

Vale ressaltar que essa turma foi estabelecida no início de 2020, justamente quando a pandemia de COVID-19 começou. Como resultado, todas as aulas foram realizadas no formato remoto, de forma síncrona, utilizando a plataforma Zoom e o Google Classroom. Essas ferramentas foram utilizadas tanto para os encontros virtuais das aulas quanto para a consolidação das informações por meio da documentação relacionada ao contexto de ensino.

3.2.1. Resultados do experimento #01

Apesar da turma ser composta por quatro grupos, tornou-se necessário estabelecer critérios para apresentar aqui dois dos resultados totais. Entre esses grupos, optou-se por destacar trabalhos desenvolvidos ao longo do semestre que melhor atendem à característica de **integração entre dispositivos** e à relação de **perfis de usuários que interagem de forma distribuída** nos ambientes em que estão inseridos.

Essa integração ocorre por meio da **conectividade entre os dispositivos**, ou seja, dispositivos que tenham uma relação entre si quanto ao sistema, permitindo uma ampla variedade de interações - multimodalidade, que por outro lado, coletam dados capazes de criar uma **percepção de um sistema único**. Portanto, na apresentação e representação visual dessas soluções, é importante garantir a compreensão do processo, do produto e das relações entre os agentes presentes no projeto. Além disso, buscou-se uma apresentação que seja adequada às interfaces gráficas, principalmente, mas não exclusivamente, considerando também as interfaces presentes nos artefatos físicos.

A seguir, apresento alguns exemplos dos projetos desenvolvidos por essa primeira turma.

3.2.2. Rippo

O primeiro projeto, chamado "Rippo", foi dedicado ao acompanhamento de crianças asmáticas, visando aprimorar a efetividade de seus tratamentos. Como citado anteriormente, este projeto foi desenvolvido em parceria com a disciplina de Projetos da instituição em que atuei como docente durante esse período, em colaboração com um Hospital referência da cidade de Recife-PE.

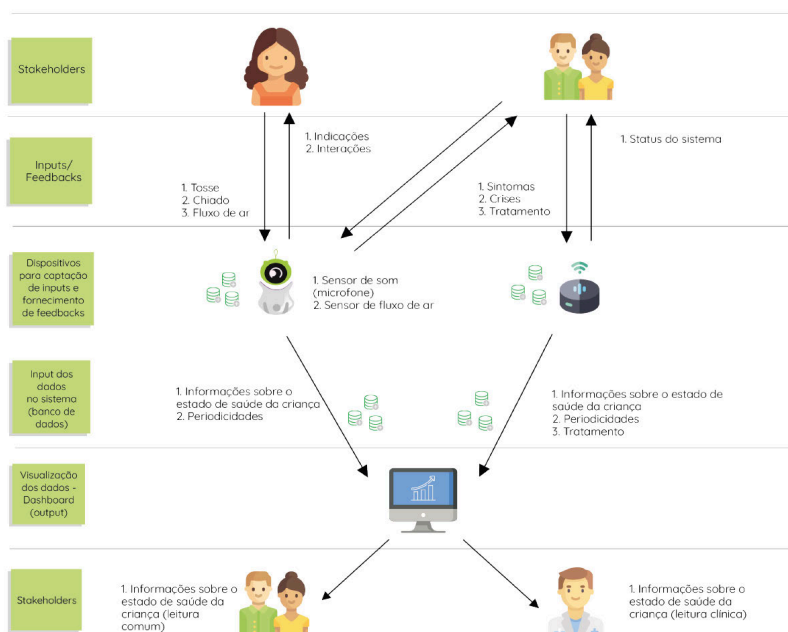
Dentro desse contexto, foi possível observar a integração da solução com um projeto que já estava em andamento na instituição: um robô com interface gráfica, que estabelecia um estudo voltado à robótica afetiva. Essa solução, chamada "Rippo", tinha como público principal as crianças e, secundariamente, seus pais e mães. Trata-se de um robô (dispositivo/artefato físico) presente no ambiente da criança, possivelmente em seu quarto. O robô tem a capacidade de observar e compreender os sinais físicos e sonoros que as crianças asmáticas poderiam apresentar ao longo do dia, uma vez que estivessem próximas ao dispositivo.

Os principais *inputs* estabelecidos para essa integração com o sistema eram a detecção de tosse, chiado e fluxo de ar na condição da criança asmática, através de sensores de som, como microfones, e sensores de fluxo de ar. Por outro lado, o robô interagia com as crianças, fornecendo indicações terapêuticas e instruções para momentos de crise asmática. Além disso, o robô estava integrado a um assistente virtual, por meio de uma interface gráfica e um dispositivo físico, semelhante aos dispositivos como Amazon Echo ou Apple Home Pod, que direcionava alertas aos pais, por aplicação móvel, quando a criança estava em crise, permitindo que eles reagissem prontamente em socorro à criança, se necessário. Os pais também poderiam acessar o status do sistema e o estado da criança por meio da interface gráfica para dispositivos mobile (smartphones), promovendo a integração entre pais, criança e os dispositivos distribuídos pelo ambiente em que habitam.

Outro aspecto da solução é que foi pensada a comunicação direta com uma aplicação para desktop que compilava dados e direcionava aos médicos da criança, fornecendo informações sobre o estado de saúde da criança considerando um

índice de asma. A assistência virtual, localizada no robô, também fornecia informações sobre o estado de saúde e o tratamento em andamento. Isso permitia que os médicos sempre compreendessem o quadro de saúde da criança para realizar uma leitura clínica adequada, e os pais podiam ser auxiliados durante consultas hospitalares. Para a compreensão da relação entre esses agentes que se relacionam com o produto idealizado, foi desenvolvido pelos(as) estudantes um infográfico que compôs a apresentação final para o cliente (Figura 8/Apêndice B).

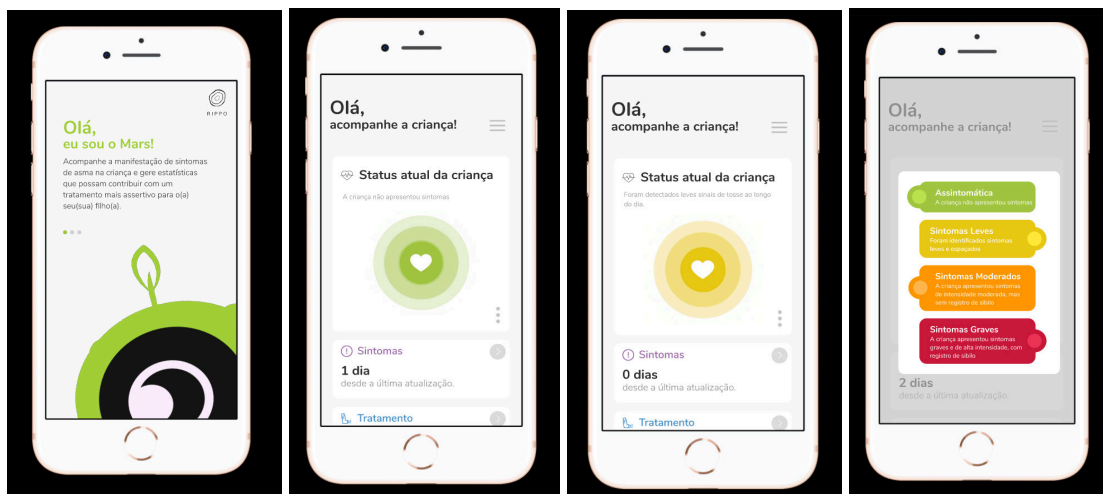
Figura 8: Infográfico da relação entre stakeholders e dispositivos



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2020)

Um resultado adicional dessa solução foi o desenvolvimento da interface gráfica para smartphones (Figura 9), que permitiu a amplitude da percepção da ubiquidade da interface. O robô se tornava o ponto de contato para interação entre a criança e o sistema.

Figura 9: Exemplo da interface gráfica do projeto Rippo



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2020)

Além disso, os pais também podiam interagir com o robô, o assistente virtual e a interface gráfica, formando uma experiência ubíqua. A interface gráfica desenvolvida para esse projeto obteve bons resultados, pois todos os alunos presentes na equipe demonstraram habilidades e competências capazes de desenvolvê-la com êxito. Isso pode ser atribuído, em parte, ao ambiente propício oferecido pela instituição, na qual os discentes são treinados para desenvolverem artefatos digitais com mais facilidade do que artefatos físicos.

Essa observação se aplica a todos discentes presentes na disciplina e levanta um ponto que tangibiliza essa pesquisa, mas não faz parte do escopo devido à sua complexidade e que perpassa por regulamentações determinadas pelo Ministério da Educação, que é a necessidade de repensar a distribuição das disciplinas na grade curricular, pois assim, seria capaz de dar um suporte maior para os/as discentes no momento em que alcançarem a disciplina de Interfaces Ubíquas. Essa reformulação teria um impacto direto na capacidade dos alunos de adquirir um melhor conhecimento em relação ao Design da Interação e, principalmente, ao Design de Produto. Considerando que, para as Interfaces Ubíquas, é notória a necessidade de correlação entre artefatos físicos e digitais, portanto, é essencial ter uma percepção mais apurada e cuidadosa desses critérios durante o processo de ensino.

3.2.3. Diabits

O projeto em questão recebe o nome de "DIABITS", pois consiste em uma solução que tem como objetivo mapear principalmente os índices de glicemia por meio da sudorese. Para essa solução, foi observado a possibilidade de utilizar sensor adesivo capaz de medir a glicemia através da sudorese, captando informações sobre os níveis de insulina no corpo do paciente. Desenvolvidos por pesquisadores do Centro de Pesquisa em Nanotecnologia do Instituto para a Ciência Básica, na Coreia do Sul. Localizados na pele, leva em consideração variações climáticas, umidade do ar e temperatura para verificar o potencial de hidrogênio que define a acidez na solução química, ou seja, o pH. Isso permite gerar informações, como inputs para sistemas computacionais, a fim de auxiliar os usuários na compreensão dos níveis de glicose no sangue.

Esse projeto, do ponto de vista do processo em design, teve um destaque em virtude de contar com uma ampla experimentação de **protótipos** por parte dos estudantes. Foi possível observar que eles desenvolveram soluções de diversas maneiras, utilizando materiais como papel, por exemplo, e avançando no processo ao integrar realidade aumentada e fabricação digital por meio de impressão 3D.

Nesta equipe e todas as outras, verifiquei a **dificuldade para o desenvolvimento de um artefato físico**, considerando as etapas do projeto e a forma como se gera um artefato físico dentro do contexto de processos de design. Portanto, percebi a necessidade de desenvolver um material específico para os estudantes desta turma, assim como, reestruturar o Plano de Ensino para encaixar um momento de discussão sobre Design de Produto, a fim de representar melhor como é possível desenvolver uma solução com foco em produto, sem necessariamente estar vinculada a um artefato digital. Após essa etapa, os alunos puderam amadurecer a elaboração do projeto e desenvolver novas abordagens para a solução que estavam concebendo, decidindo utilizar a realidade aumentada vinculada ao conceito de um bracelete (artefato físico) para proporcionar uma experiência mais alinhada com a proposta do DIABITS, ou seja, uma tela holográfica.

Assim, foi curioso notar que os alunos adquiriram uma evolução nas habilidades da construção de um artefato físico. Considerando a dimensão do artefato e sua correlação com uma pulseira (*wearable*), associado aos benchmarking apresentados em sala de aula e que nesse caso em específico, observei que SmartBands ou SmartWatches foi uma referência que teve um impacto direto, alcançando outros níveis no processo de desenvolvimento da equipe, principalmente, quando associaram o produto a ser desenvolvido com Estudos de Futuro e de Design Especulativo.

Acoplado à pele, esse dispositivo permitiria a visualização das informações geradas pelos sensores por meio de uma interface gráfica holográfica, projetada em um bracelete, por exemplo, no braço das pessoas. A interação seria realizada por meio de gestos com movimentos do braço e das mãos.

Além dos protótipos de baixa fidelidade com papel e dos protótipos de média fidelidade com impressão 3D (Figura 10), o grupo também desenvolveu um protótipo de vídeo (Figura 11) para contextualizar melhor o funcionamento da solução e como ela traduz as interações dos usuários nos momentos de interpretação e necessidade do produto. Vale ressaltar que ficou evidente a percepção da ubiquidade das interfaces nesse contexto, pois os estudantes perceberam a possibilidade de trabalhar com gestos, como na categoria de interfaces de ambiente (Quigley, 2010), e também com interfaces gráficas, sugeridas diretamente ao usuário por meio do holograma ou presentes em smartphones, permitindo a visualização distribuída da interface - Ubiquidade. Além disso, há também uma versão de desktop web para a comunicação com médicos e especialistas, a fim de observar todos os dados e tratar os pacientes que utilizam o DIABITS.

Figura 10: Protótipo do bracelete em baixa fidelidade por impressão 3D e papel



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2020)

Figura 11: Frames do vídeo *prototyping* do projeto Diabits



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2020)

Percebe-se, então, como o design de interação teve um impacto significativo no desenvolvimento dessa disciplina, e os alunos demonstraram, nesse projeto, uma compreensão mais clara de como a sensibilização proporcionada pela atividade proposta no início da disciplina teve um impacto positivo no processo de aquisição de conhecimento.

3.2.4. Considerações e aprendizados

Diante dessa primeira experimentação, foi possível observar como os participantes compreenderam, principalmente, o aspecto da ubiquidade como uma condição interessante para o designer. Levando em consideração que atualmente já temos diversos dispositivos que traduzem uma gama de modalidades de acesso à interfaces, percebeu-se que há produtos que estão presentes no contexto diário dos estudantes, principalmente por meio de dispositivos de assistentes virtuais, como a Amazon Echo com Alexa ou o Apple HomePod com a Siri.

Esses tipos de interface sugerem para algumas pessoas a possibilidade de entender a ubiquidade de um projeto, uma vez que é possível interagir através de aplicações móveis e/ou diretamente pelo artefato. No entanto, foi notório que o

termo "interface ubíquas" ou qualquer outro termo semelhante não possui uma difusão muito proeminente no repertório da turma. Nesse sentido, o conceito de transição de interfaces gráficas para interfaces ubíquas, proposto por Quigley (2010), auxiliou bastante na compreensão dos alunos, principalmente na definição das categorias de interfaces, como interfaces tangíveis, interfaces em superfície e interfaces de ambiente. Isso permitiu que os alunos compreendessem as modalidades de sistemas e as capacidades dos seres humanos de interagir com sistemas computacionais, ampliando o entendimento das interfaces ubíquas dentro do paradigma da Computação Ubíqua propostas por Mark Weiser (1991).

Outro aspecto importante a ser mencionado sobre os resultados obtidos com essa turma é a **diferença na compreensão da construção** de uma solução digital em comparação à capacidade dos alunos em desenvolver um artefato físico. Como o curso da instituição é voltado principalmente para o design gráfico e, mais especificamente, para o desenvolvimento de interfaces gráficas, houve uma expectativa alta por parte dos alunos em relação ao desenvolvimento de um artefato físico. Isso criou a necessidade de ajustes na proposta da disciplina enquanto ainda estava em andamento, a fim de contribuir melhor para a construção desse conhecimento. No entanto, essa diferença também demonstra como o processo de design é orgânico, interativo e exige a compreensão das pessoas envolvidas no processo.

Considerando que o objeto de estudo da disciplina tem ramificações com diversas áreas do Design e, ao mesmo tempo, se entrelaçam promovendo novas dinâmicas de usos, foi possível observar com a dinâmica do processo estabelecido para as equipes a recorrência das seguintes áreas: **Design de Interação, Design de Interfaces Gráficas, Design Especulativo, Estudos de Futuro e Interfaces Conversacionais** (Figura 12). Entendo que são áreas com características pertinentes ao repertório dos estudantes, que também são contextuais e estão inseridas no estado da arte do mercado diante o recorte temporal desta pesquisa, assim como, se inserem no contexto da instituição, uma vez que algumas temáticas estão presentes em disciplinas específicas.

Figura 12: Nuvem de palavras resultante do feedback da turma 2020.2



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Ao finalizar a disciplina, foi realizada uma dinâmica de coleta de feedback, na qual os estudantes responderam três perguntas básicas: "Que bom", "Que pena" e "Que tal". Com base nas respostas, foi possível perceber a necessidade de um aprofundamento maior no aspecto do **design de interação**, uma sensibilização mais ampla em relação ao tema e uma compreensão mais aprofundada do hardware para o desenvolvimento de interfaces ubíquas. Também foi observada uma lacuna na percepção dos estudantes em relação ao processo de design de artefatos físicos, ou seja, compreender com maior profundidade a relação entre forma e objetos, saber estruturar em etapas o desenvolvimento de um produto e quais os requisitos que permeiam a materialidade do artefato físico (materiais, processos de fabricação, resistência dos materiais, entre outros). Em resumo, um conhecimento estruturante e direcionado para a solução de problemas com o foco no design de produtos físicos, destacando a importância de compreender desde a parte estrutural até a dinâmica da interação desses artefatos com outros.

Em suma, o experimento revelou a importância de abordar o design de interação, sensibilizar os alunos sobre o tema, ampliar o conhecimento em relação ao hardware e aprimorar o processo de desenvolvimento de artefatos físicos. Além

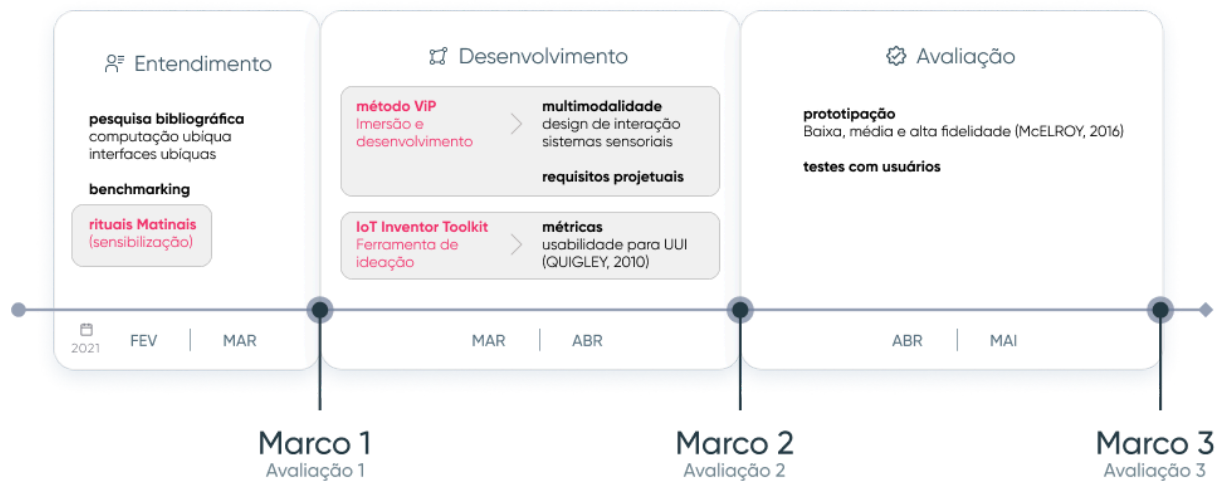
disso, ressaltou a relevância de considerar as interfaces naturais como parte do contexto do design de interfaces ubíquas.

3.3. EXPERIMENTO #02 | TURMA 2021.1

Após as primeiras experimentações com a turma de 2020.2, foi possível observar e aprender com as pessoas envolvidas no processo anterior, algumas características para o desenvolvimento de uma interface dentro do recorte estabelecido para esta pesquisa, considerando o ambiente de educação e a posição do designer como um designer-docente. Assim sendo, como parte da pesquisa-ação sendo o aparato metodológico para esses experimentos, pude me apoiar nas lições aprendidas e feedbacks dos(as) estudantes, permitindo trazer complementos para o arranjo processual estabelecido anteriormente, visando suprir necessidades e trazer melhorias para a proposta que será apresentada nesta seção.

Antes de iniciarmos o entendimento do processo, é preciso compreender o contexto dessa turma. Nela, participaram 16 pessoas como estudantes, divididas em quatro grupos com quatro integrantes cada. Vale ressaltar que essa turma continuou em um contexto de pandemia de COVID-19, e todas as atividades foram realizadas inteiramente por meio de sistemas digitais computacionais, principalmente, a plataforma *Google Classroom*, *Slack* e *e-mail*, todas de forma remota e assíncrona. As aulas foram realizadas ao vivo de forma remota e síncrona.

Conforme pode ser observado na Figura 13 abaixo, considerei que o processo de entendimento, desenvolvimento e avaliação deveria se manter nas três etapas, mas com base no feedback e nas lições aprendidas com os alunos da turma anterior, pude identificar algumas necessidades que precisavam ser melhor abordadas, especialmente nas duas primeiras etapas. Portanto, a estrutura da disciplina fica da seguinte forma:

Figura 13: Estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas para turma 2021.1

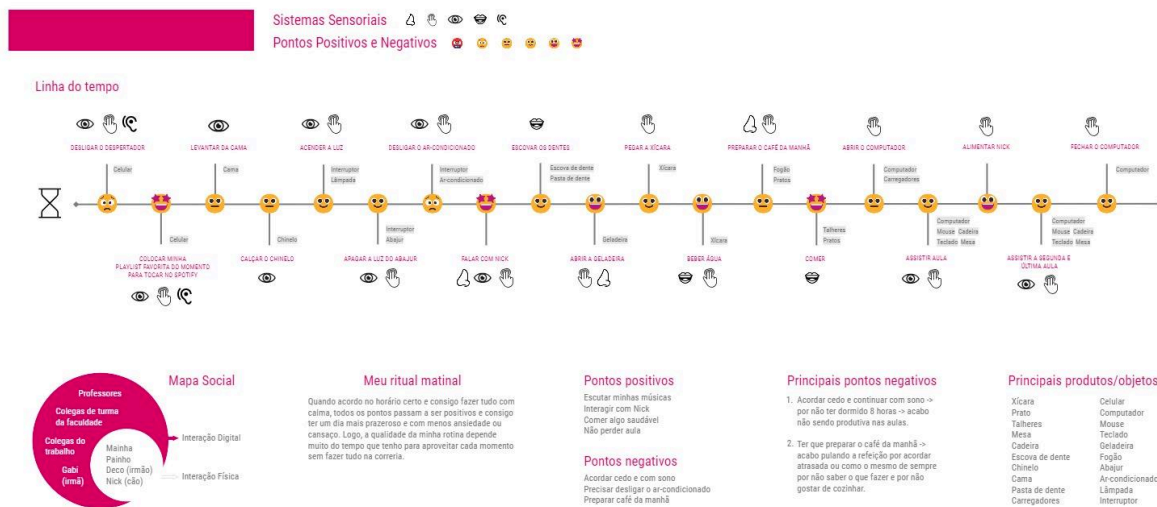
Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Uma das necessidades identificadas foi uma maior sensibilização em relação ao design da interação. Os alunos expressaram a necessidade de entender o design de interação em maior profundidade, indo além de uma abordagem puramente acadêmica ou textual. Para abordar essa questão, decidi realizar uma sensibilização por meio dos objetos do dia a dia dos(as) estudantes dentro do contexto dos seus rituais matinais.

Logo, na fase de entendimento, além do que já estava previsto, foram incluídos os rituais matinais como atividade (Apêndice A) e elemento de sensibilização, para que os estudantes pudessem compreender melhor como lidavam com os objetos do dia a dia em suas próprias residências, um tanto semelhante ao que foi proposto na turma anterior, mas agora com um critério maior.

Esses objetos são artefatos com os quais os estudantes têm contato diário e que muitas vezes são percebidos de forma indireta, em uma percepção de invisibilidade - entretanto, distante do sentido que Weiser (1991) emprega no contexto da computação ubíqua - sem que os estudantes reflitam sobre as maneiras de interação. Dessa forma, cada estudante avaliava os objetos ao seu redor e estabelecia uma linha do tempo (Figura 14/Apêndice B), descrevendo as interações e emoções realizadas em cada momento.

Figura 14: Exemplo de linha do tempo dos rituais matinais



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2021)

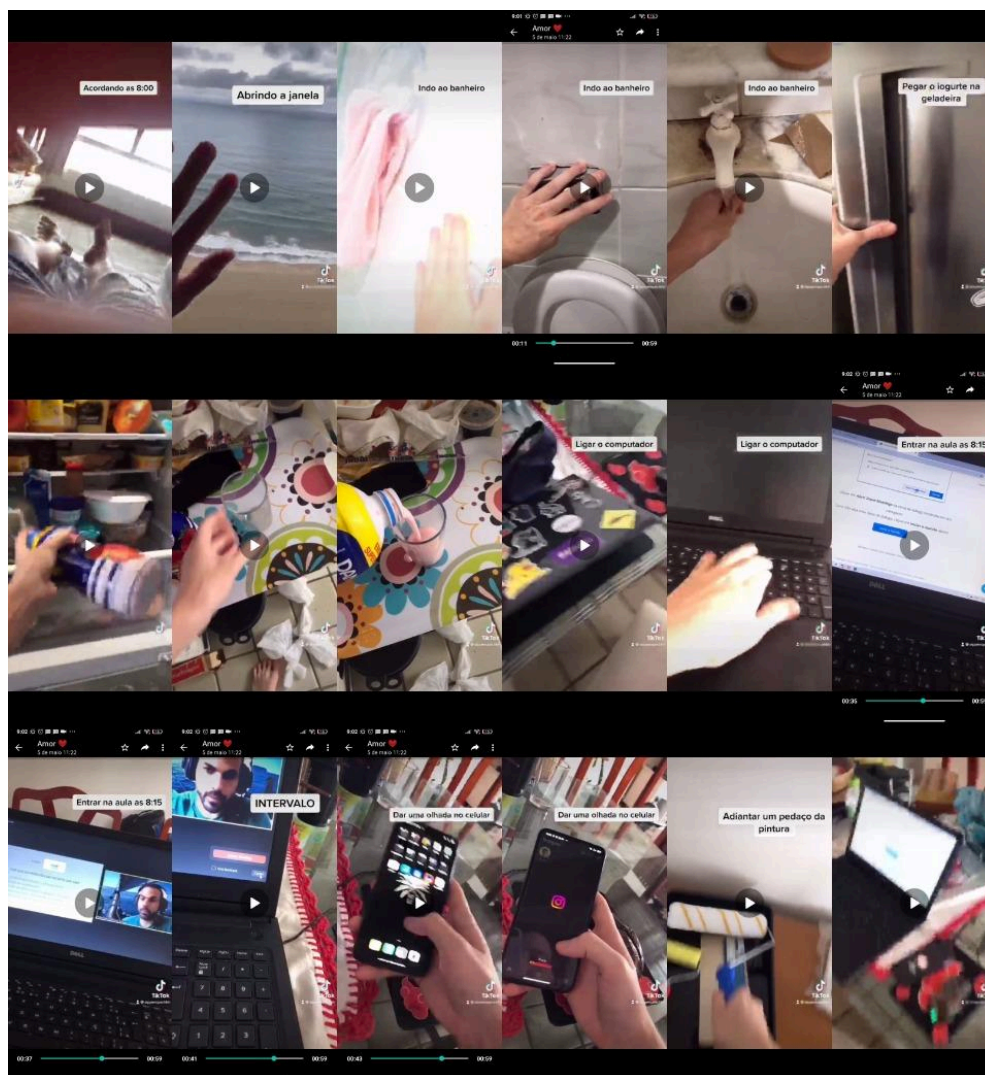
Eles mapearam e entenderam os artefatos e as interações envolvidas, concomitante a isto, buscando responder “de que forma ocorre a interação?”, indicando assim, quais os sentidos ou sistemas sensoriais do ser humano eram utilizados durante o uso. Foi interessante observar que muitos alunos descobriram que usavam objetos sem nem mesmo perceberem como os utilizavam. Essa naturalidade na apropriação dos artefatos faz parte do processo, por outro lado, identifiquei nesse quesito uma oportunidade para melhorar a compreensão do paradigma das Interfaces Ubíquas (da mesma forma que a Computação Ubíqua), onde é importante amadurecer e naturalizar o uso dessas tecnologias, tornando-as transparentes no cotidiano das pessoas.

Foi possível observar, enquanto no papel de designer-docente e agente participativo do processo, o impacto da sensibilização inicialmente desenvolvida na disciplina com a visualização dos artefatos e rituais matinais utilizados pelas pessoas. Dessa maneira, as pessoas estudantes foram capazes de identificar gestos e formas de interação com artefatos físicos, levando em consideração os próprios produtos que utilizam em seu dia a dia e a maneira como interagem com as mãos, gestos e/ou outras pessoas. Portanto, observei que uma aproximação mais real com o design de interação, mesmo que de forma subjetiva, se mostrou um elemento

fundamental para as novas turmas, levando em consideração o feedback da turma anterior e os resultados obtidos com as novas.

Ao tratar do aspecto da multimodalidade, foi estabelecido que essa sensibilização por meio dos rituais matinais permitiria que as pessoas pudessem trazer ao centro das atenções a maioria dos objetos que compõem seu cotidiano, e perceber como interagem com eles, levando em consideração as diferentes modalidades dos seres humanos. Percebi que a maioria dos estudantes começou a ter um entendimento mais profundo de como é possível se apropriar dessas modalidades nas interações e compreender como distribuir as interfaces, especialmente quando certos artefatos possuem tecnologias embarcadas que se encaixam no contexto da Computação Ubíqua e, conseqüentemente, das Interfaces Ubíquas. Sendo assim, os rituais matinais passaram a fazer parte das avaliações. Os alunos precisavam demonstrar como realizavam as interações nesses rituais. Para isso, desenvolveram vídeos de até um minuto (Figura 15), nos quais registravam cada interação e objeto, sem precisar aparecer no vídeo, mas mostrando os elementos de interação. Por exemplo, se fosse uma torneira, eles abriram a torneira e mostravam o movimento.

Figura 15: Exemplo de um vídeo desenvolvido por um discente



Fonte: cedido pelo discente (2021)

Em seguida, eles passaram para a fase de desenvolvimento, ainda com a percepção da pesquisa bibliográfica e benchmarking somadas com o entendimento proveniente dos rituais matinais. Nessa fase, até então, os alunos não tinham uma compreensão clara de como aplicar a multimodalidade em projetos através de elementos de interface, pois não era uma prática existente que a instituição tinha como abordagem que compunha o ementário das disciplinas, pois se baseavam principalmente em artefatos digitais e interfaces gráficas. Essa foi uma questão identificada na primeira turma e que busquei abordar de forma mais efetiva na segunda turma.

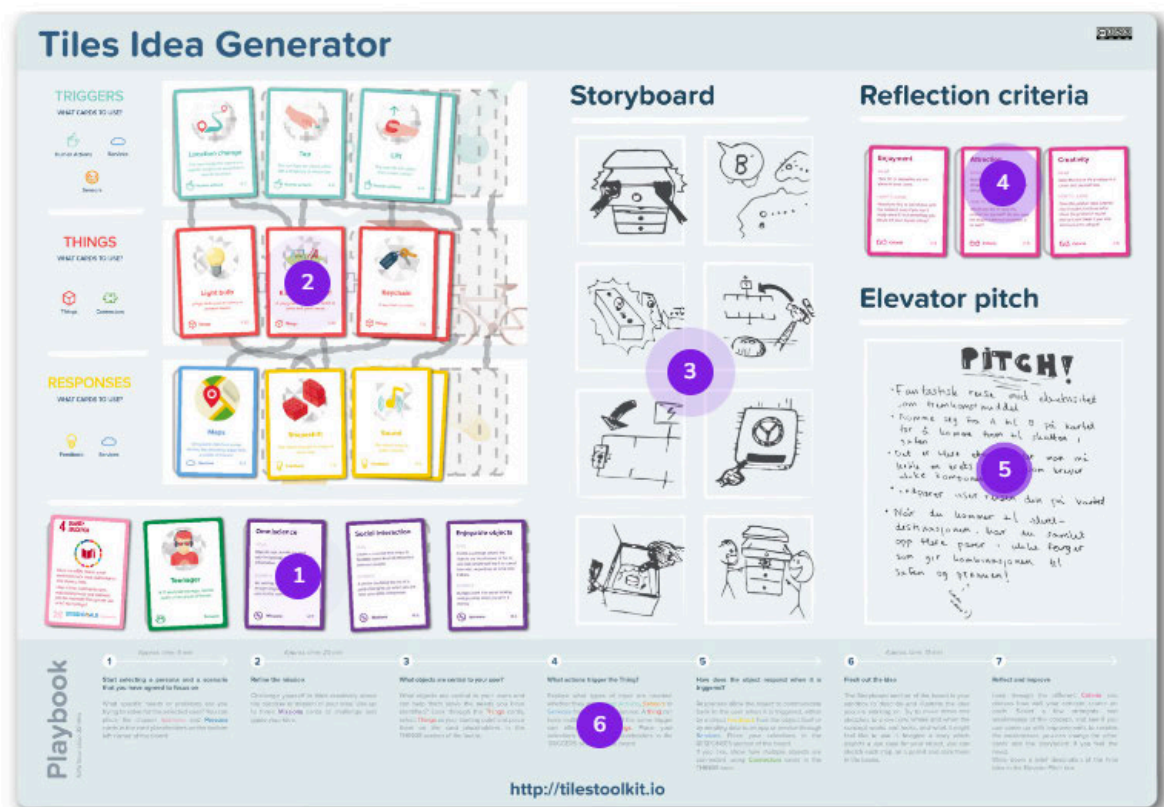
Para isso, introduzi um método que permitia aos alunos entenderem os objetos que já fazem parte do seu cotidiano e associá-los aos rituais matinais. Utilizamos o Método ViP - Vision In Product Design (Loyd, Hekkert e Dijk, 2006) para auxiliá-los nesse processo de imersão e desenvolvimento. A escolha do método se dá pois a abordagem ViP no design se baseia no princípio que o design visa explorar possibilidades e potenciais futuros, considerando seu impacto na sociedade, portanto, os produtos adquirem significado através das interações com as pessoas, uma vez que é uma abordagem orientada ao contexto. A adequação de uma interação é determinada pelo contexto para o qual foi projetada, seja o presente, o futuro próximo ou distante. Sendo assim, o ViP é centrado na interação como meio de realizar ações e relacionamentos relevantes. Por fim, considera-se como uma abordagem adequada para processos de inovação de qualquer natureza, em que neste caso, se faz voltado para o desenvolvimento de interfaces ubíquas.

Esse método permitiu compreender a multimodalidade e os requisitos de seus projetos, já que os alunos estavam envolvidos no processo de design. Para tal, inicialmente foi realizada uma adequação do método para se associar com os rituais matinais. Solicitei que no grupo, cada membro apresentasse os rituais matinais próprios e apontasse os pontos que foram identificados como críticos, assim como, os artefatos deste ponto crítico. Após essa apresentação, as equipes deveriam identificar os pontos críticos que são similares (se houver e não precisam ser iguais), que estão dentro de um mesmo contexto. Uma vez identificados esses pontos de semelhança, deveriam decidir qual (ou quais) ponto(s) crítico(s) será (ou serão) trabalhado(s) e a partir daí, passar à primeira etapa do ViP "Desconstrução" com a pergunta "O QUÊ?", precisando responder com os olhares sobre o(s) artefato(s) e identificar: materiais, estrutura, cores, formato, componentes físicos, ou seja, características gerais do produto. Daí em diante, iriam proceder todo o processo estabelecido pelo método ViP sem adequações.

Além disso, utilizamos a ferramenta de ideação "IoT Inventor Toolkit" (MORA, GIANNI e DIVITINI, 2017) (Figura 16) para estabelecer critérios e requisitos projetuais, ampliando o escopo para entender projetos dentro do contexto de interfaces ubíquas. Trata-se de uma ferramenta para atividades educacionais considerando pessoas a partir de 10 anos de idade, com a finalidade de aprender

sobre Design e tecnologias da Internet das Coisas, ideando soluções em conformidade com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. A escolha dessa ferramenta se deu, pois o contexto da IoT favorece o desenvolvimento da computação ubíqua e por reflexo o das Interfaces Ubíquas.

Figura 16: Board do Tiles IoT Toolkit



Fonte: tilestoolkit.io²

O uso do IoT Toolkit se fez exatamente como está previsto no seu “playbook” considerando as etapas de 1 a 7, no entanto, ao invés de se apropriar dos 35 minutos estabelecido nele, descartamos esse critério de tempo e o utilizamos ao longo da etapa da disciplina. Cabe a ressalva que as métricas de usabilidade para as Interfaces Ubíquas propostas por Quigley (2010) estariam sempre presentes no processo de ideação das soluções como parte do requisito. Outro ponto relevante é a existência do storyboard presente nessa ferramenta, como proposta de contextualização do projeto, uma vez que alguns projetos dos estudantes se

² Disponível em: <https://www.tilestoolkit.io/>. Acesso em: 13 jul. 2023.

direcionaram para propostas conceituais, podendo ser compreendido o escopo da solução a partir dessa ferramenta. E assim, com a conclusão de seu uso, se alcançaria o segundo momento de avaliação. No Marco 2, avaliamos como os alunos relacionaram a multimodalidade e os requisitos de projeto, utilizando os métodos e ferramentas propostas, assim como, gerando feedbacks da minha parte para avançar o processo do desenvolvimento da solução na terceira etapa da disciplina.

Por fim, na fase 3 de avaliação, não houve alterações significativas, exceto em relação aos resultados, que foram coerentes com a proposta de metadesign. Enquanto designer-docente, meu foco está em compreender o processo e as entidades que se correlacionam, e os resultados são uma consequência disso. Embora possam ser infinitos quando aplicado o processo, considerando a quantidade de grupos na turma desde o início da disciplina, já era esperado pelo menos quatro resultados, impossível de saber ou visualizar como seriam, ou seja, são resultados emergentes de um processo controlado e consciente das entradas no mesmo. Por outro lado, inconsciente das saídas. Não significam que tem menor valor, mas que corrobora com a perspectiva do aprendizado e do amadurecimento das relações entre as entidades ou agentes de um contexto complexo que se relacionam ou auto-organizam e realizam a concretude de acordo com suas habilidades, competências e necessidades. Esse é um ponto crucial desta pesquisa e, acredito que seja necessário buscar uma compreensão mais ampla do papel do designer enquanto docente, pois está condicionado a estruturar e estabelecer caminhos, para que as pessoas envolvidas possam receber essas informações e consigam ter a liberdade de escolha sobre quais caminhos devem percorrer. Assim sendo, essa etapa se encerra com uma avaliação capaz de mostrar os resultados por meio de protótipos e testes, analisando como as pessoas estão lidando com a relação entre projeto e usabilidade.

3.3.1. Acorda-e

No âmbito desta turma, deparamo-nos inicialmente com um exemplar que atende pelo nome de "Acorda-e". Este exemplo exibe uma característica

profundamente tradicional, especialmente considerando o repertório prévio dos alunos e alunas das turmas. Ele se destaca por fazer uso de assistentes virtuais, como Alexa da Amazon e Siri da Apple. Torna-se evidente que tais dispositivos, juntamente com sistemas computacionais e inteligência artificial, representam a essência da compreensão de soluções no contexto das interfaces ubíquas. Isso ocorre devido à intensa exploração das interfaces naturais, o que resulta em uma distribuição da interface. Em outras palavras, há múltiplas maneiras de interagir com o dispositivo: por meio de comandos de voz, interações diretas no dispositivo ou ainda interações com outros dispositivos conectados, como por meio de um aplicativo móvel. Tais considerações fundamentam a ideia de "Acorda-e".

Essa ideia está intrinsecamente relacionada com a atividade dos rituais matinais desenvolvidos pela turma. Desde o início do processo de concepção do projeto, cada equipe foi incumbida de mapear sua própria linha do tempo, identificando momentos nos quais surgiriam necessidades, situações ou dores a serem resolvidas. Nesse contexto, surgiu a percepção de que o momento do despertar, ou seja, ao acordar de uma noite de sono, é um instante que demanda atenção especial. Isso se tornou especialmente relevante, já que todos os estudantes precisavam acordar mais cedo para cumprir um horário rígido de início das aulas, marcadas para 8h15 da manhã.

Nesse contexto, "Acorda-e" emerge como uma solução que combina uma inteligência artificial que se comunica a outros dispositivos residenciais. A premissa subjacente é que outros dispositivos na casa possam ser conectados e colaborar de forma sinérgica. A hipótese é de que essa conexão facilite os rituais matinais, transformando o espaço em um ambiente mais inteligente, eficiente em termos de tempo e, conseqüentemente, propiciando uma melhoria na qualidade de vida. Essa visão é corroborada por declarações dos próprios alunos em sua apresentação final, na qual destacam que a intenção é permitir que as pessoas utilizem o tempo da manhã para acordar de forma agradável, cumprir seus compromissos, preparar um café ou dispor seus dispositivos eletrônicos para prosseguir com seus projetos.

Inspirados principalmente por assistentes virtuais como a Amazon Echo ou o Apple HomePod, os alunos perceberam que "Acorda-e" deveria materializar-se em

um dispositivo físico, um artefato que pudesse ser interagido por meio de botões físicos (Figura 17).

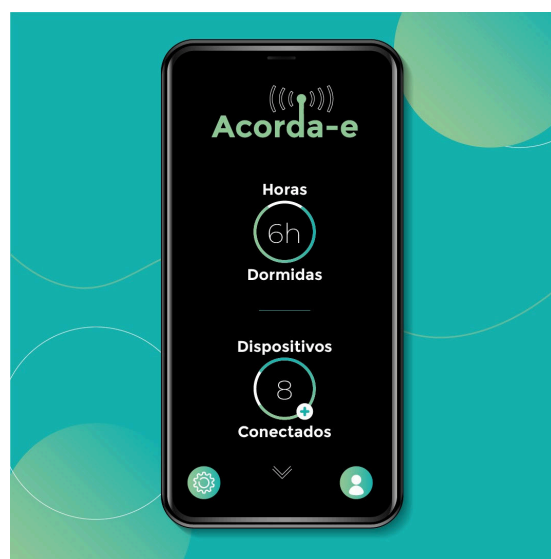
Figura 17: Ilustração de interação com Acorda-e



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2021)

Além disso, uma aplicação móvel foi concebida, inicialmente voltada para smartphones, com foco nas interfaces gráficas (Figura 18). Isso permitiria uma interações mais precisas durante os momentos de despertar.

Figura 18: Exemplo de interface móvel do projeto Acorda-e



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2021)

É interessante notar que a escolha de criar um artefato físico, com interações similares a produtos existentes no mercado, pode ser vista como uma espécie de desconstrução do paradigma convencional. Nesse sentido, considero que o Método ViP pode ter influenciado o desenvolvimento das ideias da equipe, estimulando uma perspectiva reflexiva na criação de conceitos e soluções únicas, embora derivadas de influências estabelecidas.

Dessa maneira, o projeto "Acorda-e" exemplifica a intersecção entre tradição e inovação, oferecendo uma abordagem original ao introduzir um dispositivo inteligente que transforma a rotina matinal em uma experiência mais fluida e eficiente.

3.3.2. Scanner + AppWatch

Outra proposta relevante que merece destaque dentro do contexto do desenvolvimento durante a disciplina, considerando novamente que não é apenas um desdobramento do processo de design ao qual eu defini ao planejar as atividades a serem realizadas ao longo do período, trata-se de uma solução que transcende os aspectos tecnológicos e as interfaces convencionais. Esta solução aborda questões sociais mais amplas, como, por exemplo, lançar luz sobre a quantidade de tempo que as mulheres dedicam à cozinha, atendendo às demandas domésticas. Surge aqui a intenção de introduzir uma tecnologia como parte do conceito de projeto, visando a redução do tempo que as mulheres gastam nesses espaços, permitindo-lhes desfrutar de mais momentos para si mesmas, aliviando a sobrecarga de tarefas domésticas e até mesmo repensar integralmente essa dinâmica. Isto abrange a interseção de espaço e gênero.

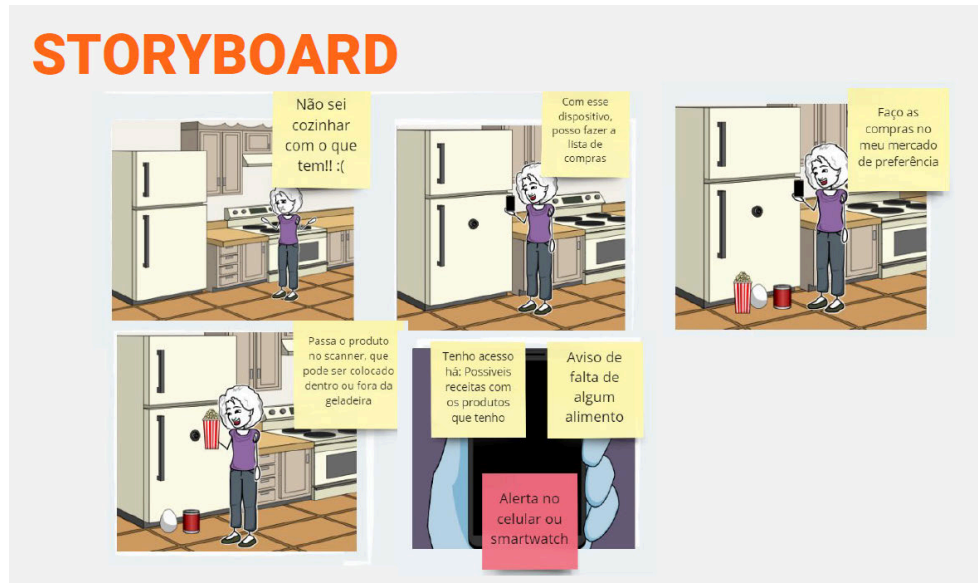
Assim, emerge uma solução que as alunas deste grupo optaram por não batizar com um nome específico. Elas conceberam um dispositivo físico denominado scanner, destinado a ser acoplado à geladeira da cozinha. Este artefato físico se conectaria a um aplicativo móvel, compatível tanto com sistemas Android quanto IOS. Além disso, o dispositivo incorporaria uma inteligência artificial como parte de sua funcionalidade.

O scanner, tal como concebido pelas alunas, seria utilizado para escanear produtos adquiridos no mercado. Antes de serem armazenados na geladeira, os produtos poderiam ser passados pelo scanner, que os reconheceria e criaria um banco de dados, permitindo acompanhar a validade e a perecibilidade de cada item. Isso proporcionaria uma previsibilidade que notificaria os usuários sobre a necessidade de consumir determinado produto antes de sua expiração, bem como de adquiri-lo novamente para manter o suprimento alimentar da residência.

Entretanto, ficou evidente que nesse grupo de estudantes haveria uma grande necessidade de aprofundar o conhecimento e a técnica da representação visual de artefatos físicos. Isso ressalta a importância de introduzir disciplinas que favoreçam a visualização conceitual como parte essencial do currículo da instituição. Essa habilidade é fundamental para transformar ideias em representações visuais, seja por meio de esboços, perspectivas técnicas ou fotomontagens criadas com softwares como o Photoshop, por exemplo.

Dessa forma, para expressar o que foi concebido no projeto, mesmo sem a capacidade técnica de produzir renderizações detalhadas ou visualizações completas do produto, as alunas deste grupo optaram por desenvolver um *storyboard* (Figura 19). Vale ressaltar que o uso do *storyboard* é uma etapa crucial e pertencente ao IoT Toolkit, representando uma solução necessária para contextualizar o projeto. Isso foi a maneira escolhida pelas alunas para apresentar sua solução, demonstrando como planejaram a relação entre o uso da tecnologia, a distribuição das interfaces por meio de dispositivos interconectados e a intenção central das designers dentro do âmbito de um projeto de interfaces ubíquas.

Figura 19: Exemplo de storyboard para contextualização do projeto



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2021)

3.3.3. Considerações e aprendizados

Como mencionado anteriormente, uma das considerações e lições aprendidas nessa turma foi a aplicação dos rituais matinais e o entendimento por meio das linhas do tempo dos momentos de interação com os objetos do dia a dia. Isso permitiu aos estudantes compreenderem o design da interação na prática, entendendo como ocorrem os manejos, as percepções e as interações com os objetos. Eles puderam identificar se utilizavam o tato, a visão ou a combinação destes e outros sentidos em determinados momentos. Por exemplo, ao escovar os dentes, há a necessidade de usar o tato para manipular a escova, além do paladar e do olfato envolvidos no processo.

Além disso, foi possível observar as emoções que cada pessoa experimentava em diferentes etapas desse ritual matinal. Ao observar essas emoções, os estudantes puderam compreender melhor as condições e contextos que poderiam orientar o desenvolvimento de um projeto nesse cenário. E, portanto, foi notável que na aplicação do método ViP, permitiu aos estudantes um olhar mais acurado nas etapas iniciais do processo (desconstrução) e, ao mesmo tempo, vislumbrar possibilidades para a etapa seguinte da construção do design e encontrar

soluções no contexto das interfaces ubíquas. No entanto, é importante destacar que apesar das pessoas estudantes terem aprovado o método, relataram que ele tinha um impacto significativo no tempo necessário para conceber o projeto, levando em consideração a duração da disciplina.

Com o método implementado neste conjunto de interpretações, a turma teve uma capacidade maior de discutir temas e aprofundar-se no contexto. Puderam identificar em que momento iriam atuar como designers, considerando a relação entre seu conhecimento em design e as necessidades existentes mediante um problema. No entanto, vale ressaltar que o método ViP não exige necessariamente a presença de um problema para encontrar uma solução por meio do design. Desta forma, os estudantes puderam aprimorar e solucionar as questões relacionadas aos rituais matinais com interfaces ubíquas, o que antes não era explorado, e ficou notório que pela provocação de observarem e mapearem a própria rotina causou um efeito positivo para o processo em si. Por exemplo, a solução "acorda-e" demonstra como os estudantes potencializaram as condições dos rituais matinais com melhorias e soluções que não existiam no processo de uso com a interfaces ubíquas, mas que agora são possíveis.

Algumas pessoas estudantes comentaram que o Método ViP era interessante para obter uma compreensão mais aprofundada sobre objetos, especialmente artefatos físicos, e como isso poderia ser levado em consideração no desenvolvimento de um artefato dentro do contexto das interfaces ubíquas. No entanto, eles também reconheceram que essa abordagem não é tão comum e não está amplamente presente no atual cenário de abordagens voltadas para o design, especialmente quando se trata de artefatos digitais. Essa percepção é especialmente destacada levando em consideração o contexto da própria instituição em que estive envolvido como designer-docente. Certos conteúdos, como esse, não são abordados de forma extensiva durante as disciplinas, o que gera uma certa estranheza por parte dos estudantes em relação a essas abordagens menos convencionais.

Por outro lado, houve também elogios e uma maior aproximação dos estudantes com a abordagem, buscando compreender melhor como poderiam se aprofundar nesse tipo de proposta. Isso demonstra que há um interesse genuíno em

explorar novas perspectivas e expandir os horizontes quanto a processos ou abordagens em design, mesmo que isso fuja um pouco das práticas mais estabelecidas e conhecidas.

Outro ponto importante a ser destacado nessa turma foi a aplicação da ferramenta "IoT Inventor Toolkit", que trouxe uma perspectiva mais aprimorada para o processo de desenvolvimento. Essa ferramenta consiste em um conjunto de cartas que auxiliam na definição dos elementos estruturantes de uma solução, derivados especialmente das linhas do tempo em que os estudantes imergiram em seus rituais matinais.

A partir disso, os estudantes conseguiram transferir essas informações para a criação de uma solução de produto, capaz de explorar a associação entre hardware, objetos e as saídas dessa relação, como sistemas e soluções digitais. Isso permitiu que eles aprimorassem o conceito do projeto, sendo necessário apresentar um storyboard como proposta projetual, de modo a defender o conceito por meio de uma apresentação visual.

A ferramenta "IoT Inventor Toolkit" também contribuiu para acelerar o processo de ideação, pois os estudantes tinham um direcionamento mais específico. Anteriormente com as turmas anteriores, havia momentos em que eles se encontravam sem perspectivas no processo, mas com o "IoT Inventor Toolkit", eles puderam visualizar as possibilidades e criar um caminho mais claro para alcançar uma solução. Considero que o apoio visual com as cartas e o tabuleiro do toolkit tenha sido um dos principais fatores para a fluidez do processo, tendo em vista que o manejo e uso de ferramentas nas diversas etapas do desenvolvimento de um projeto seja crucial para a dinâmica do desenvolvimento de um projeto em interfaces ubíquas no ambiente de aprendizado.

O conjunto de cartas e a abordagem lúdica utilizada no "IoT Inventor Toolkit" promoveram uma maior interação entre os membros das equipes, incentivando-os a buscar soluções dentro do contexto das interfaces ubíquas. Foi notável o engajamento e o esforço de todos em tentar trazer um projeto dentro desse contexto, explorando a ludicidade como parte integrante do processo. Acredito que o aspecto lúdico da abordagem do "IoT Inventor Toolkit" tenha sido especialmente útil considerando o contexto em que estávamos. Já haviam se passado mais de seis

meses de lockdown e pandemia devido ao vírus COVID-19, o que deixou muitas pessoas cansadas e mentalmente debilitadas. Isso também se refletiu ao longo de toda a disciplina, onde algumas aulas planejadas dentro do cronograma tinham justamente uma abordagem mais lúdica, buscando proporcionar interações e momentos de descontração.

Logo após essa aula, recebi feedback de vários estudantes expressando a necessidade de terem essa maneira de escapar um pouco da realidade em que estavam imersos durante o período em que vivenciamos a pandemia. Foi perceptível que a abordagem lúdica trouxe um alívio e uma sensação de leveza para os estudantes, proporcionando momentos de diversão e desconexão temporária das dificuldades enfrentadas no contexto pandêmico que afetava o mundo todo.

Quando consideramos as principais áreas do Design, observamos que, para esta turma em específico, algumas palavras foram mais enfatizadas com relação ao feedback solicitado ao fim do período. Os estudantes dessa turma apresentaram comentários bastante específicos, destacando a abordagem não convencional proporcionada pelo método ViP. Eles expressaram que essa abordagem trouxe uma perspectiva diferente para o desenvolvimento do design, introduzindo-os a um processo desconhecido e fornecendo-lhes uma nova forma de pensar.

Outra característica relevante observada nessa turma foram as palavras relacionadas às emoções e aos sistemas sensoriais. Através dos rituais matinais, os estudantes perceberam a correlação entre o uso de determinados objetos e as emoções, levando em consideração as modalidades de interação do ser humano. Isso se mostrou impactante, uma vez que anteriormente havia uma compreensão mais restrita do design emocional. Ao aplicar a ferramenta da linha do tempo e ao perceber os estados emocionais em cada etapa de interação, os estudantes desenvolveram uma relação mais profunda nesse sentido, destacando as emoções e os sistemas sensoriais como elementos importantes para uma imersão significativa no processo de projeto.

Figura 20: Nuvem de palavras coletadas com o feedback da turma 2021.1



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Além disso, palavras-chave (Figura 20) como **interfaces conversacionais**, **interfaces gráficas** e **design de interação** surgiram com frequência, indicando que esses termos fazem parte do repertório dos estudantes e são recorrentes no contexto da disciplina. Isso demonstra uma familiaridade prévia e um conhecimento estabelecido sobre esses conceitos, também observado na turma anterior.

3.4. EXPERIMENTO #03 | TURMA 2021.2

Uma das mudanças imediatas mais significativas observadas nesta turma é a decisão institucional de reduzir o número de avaliações de três para duas durante o período. Isso teve um impacto direto nas três fases previstas para a disciplina, considerando tanto as entregas dos alunos quanto a definição de notas, especialmente para os Marcos. Além disso, também afetou os momentos de **feedback**, que pelo fato de termos menos encontros avaliativos (Marcos), não se fizeram tão sólidos e bem estabelecidos para orientar a elaboração dos projetos em desenvolvimento na disciplina. Vale ressaltar que até então, não havia percebido o quão era importante ter uma recorrência maior dos Marcos, em virtude de ponderar

os passos a serem tomados e, principalmente, porque eram momentos de troca mútua entre os grupos, sempre prezando pela horizontalidade dos agentes no processo, ou seja, uma quebra da relação hierárquica proveniente de uma perspectiva de sala de aula conservadora, tendo o docente como referência máxima do conhecimento nesse tipo de ambiente.

Considero que a decisão institucional me fez refletir sobre a prática dos marcos como momentos de feedbacks necessários para a estrutura da disciplina, mas isso só ocorreu após toda a experimentação do processo, sentindo ao longo do período que haveria a necessidade de um reajuste para as turmas futuras, configurando assim, a condição da pesquisa-ação na proposição de planejamento, implementação e coleta de fatos relevantes para o amadurecimento do modelo proposto.

Essa turma, composta por 16 estudantes, foi dividida em três grupos de acordo com critérios e escolhas individuais, resultando em uma quantidade diferente de grupos em comparação com turmas anteriores. Essa abordagem foi adotada para permitir que as equipes se formassem naturalmente, possibilitando que os alunos escolhessem com quem gostariam de trabalhar ao longo do período dedicado à disciplina de Design de Interfaces Ubíquas.

É importante ressaltar que essa turma estava inserida no contexto contínuo da pandemia de COVID-19. Como resultado, todas as atividades e interações relacionadas às aulas ocorreram em formato remoto e síncrono, utilizando as plataformas Google Classroom e Zoom. Essa configuração foi estabelecida para manter uma conexão eficaz entre todos os membros da turma.

Uma lição aprendida com a turma anterior foi a relevância do IoT Inventor Toolkit no desenvolvimento de produtos, pelo aspecto lúdico de lidar com o processo e na compreensão dos aspectos de interações, sistemas computacionais e suas entradas e saídas no contexto da interface ubíqua. Portanto, a fim de ampliar essa condição mediante as pessoas estudantes, a ferramenta foi introduzida desde o início do processo de projeto, durante a fase de entendimento, como é possível ver de acordo com a estrutura na Figura 21:

Figura 21: Estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas para turma 2021.2

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Essa decisão foi motivada pela percepção de que a compreensão de elementos de hardware (sensores, atuadores, etc) e suas implicações em um sistema com foco nas interfaces ubíquas precisava ser abordada desde o início, isto porque, observei que quando a turma anterior teve um contato direto com a dinâmica de escolha de entradas, coisas e saídas (elementos presentes no toolkit), houve um avanço mais acelerado da concepção das soluções. O Toolkit se mostrou valioso para esse propósito, juntamente com o benchmarking que os alunos realizaram para entender as soluções de mercado no recorte de tempo determinado. Integrar esses conhecimentos permitiu que os alunos estabelecessem uma conexão mais direta ao longo do processo de projeto. Portanto, os alunos foram encorajados a buscar referências teóricas por meio de revisões bibliográficas, permitindo que se aprofundassem nos elementos relacionados às interfaces ubíquas. Esse foco mais direcionado se manifestou de maneira positiva à medida que o projeto avançava, proporcionando aos alunos uma compreensão mais sólida à medida que se envolviam na fase de projetar.

Com o objetivo de estabelecer uma distinção entre esta turma e a turma anterior em relação à utilização do kit, foi necessário ampliar o investimento de tempo e dedicação direcionado à elaboração das entradas e saídas do sistema no contexto da solução. Isso ocorre devido ao fato de que a implementação do IoT

Inventor Toolkit entra em cena na metade da fase de Entendimento. Isso é motivado pelo fato de que, nesse estágio, a turma já havia construído uma perspectiva teórica e conduzido uma análise de benchmarking a respeito das interfaces ubíquas. Isso abarca a compreensão de suas características e, por consequência, as possíveis associações que emergem a partir dos rituais matinais, envolvendo objetos do cotidiano e as próprias interfaces ubíquas.

Outro ponto relevante decorrente da incorporação do toolkit desde a fase de entendimento, atravessando o desenvolvimento e culminando na etapa de avaliação, englobando todo o processo de criação de uma interface ubíqua, tem um destaque notável, pois isso permitiu aos estudantes progredirem de maneira mais meticulosa nas escolhas e adaptações das interações, além de aprofundarem significativamente no design de interação ao longo do contexto do projeto. Essa abordagem se alinhou ao reconhecimento de que os rituais matinais, juntamente com a percepção das oportunidades contextuais no projeto, desempenharam um papel crucial na capacidade de adquirir uma visão mais completa em relação ao design de interação. Isso possibilitou uma alocação de tempo mais adequada para explorar essa dimensão do processo de solução, permitindo assim uma análise mais profunda das necessidades que os alunos identificaram, principalmente durante a fase de ideação.

3.4.1. Yume

Figura 22: Apresentação do projeto Yume

Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2021)

O presente trabalho, intitulado "Yume" (Figura 22), exibe uma característica notavelmente intrigante, demonstrando um fenômeno interessante decorrente da aplicação dos rituais matinais em um processo de desenvolvimento de um artefato. Esse fenômeno destaca o impacto que isso pode ter sobre a percepção e concepção de artefatos, uma vez que a condição subjetiva exerceu uma influência direta sobre as definições feitas pelas pessoas envolvidas no processo. É assim que essa solução se conecta diretamente com os rituais, pois se trata de um sistema de regulação e monitoramento das rotinas de sono. Esse ponto enfatiza mais uma vez que o sono, e consequentemente o despertar e as atividades associadas a essa condição, têm grande importância para as pessoas das turmas.

Essencialmente, "Yume" é um hub de automação residencial com um traço distintivo. Este artefato incorpora uma luminária, um relógio digital e um alarme, porém sua singularidade provém da integração de uma esteira equipada com sensores piezoelétricos. Posicionada sob o colchão do usuário, por hipótese considera-se que essa esteira registra vibrações e batimentos cardíacos com maior precisão durante o sono. Esses dados biométricos são utilizados para informar o usuário a partir do dispositivo físico e interface gráfica que, por sua vez, boa parte

das interações são controladas por aplicação móvel (Figura 23), além de comando de voz. Este aplicativo é compatível tanto com sistemas Android quanto iOS, e não apenas gerencia os alarmes personalizados, mas também outros dispositivos na casa, como lâmpadas Wi-Fi, cafeteiras Wi-Fi, televisores, entre outros.

Figura 23: Apresentação de funcionalidades da aplicação móvel do Yume



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2021)

Cabe aqui fazer uma ressalva, pois nesse grupo em particular, observei uma notável mudança no que diz respeito à representação visual. Essa mudança foi influenciada por uma colaboração que foi promovida por meio dos conselhos de classe realizados ao final de cada período pela instituição. No contexto específico dessa turma, que estava cursando o 4º período quando concluí minha disciplina com a turma de 2020.2 (6º período), foi perceptível que a sugestão de aprimorar as técnicas e o conhecimento em representação de artefatos físicos surgiu a partir das observações dos experimentos realizados até então.

Isso culminou em uma ação conjunta com a coordenação do curso, que optou por abordar de maneira diferente uma das disciplinas do 5º período para esta turma específica. Essa abordagem envolveu a incorporação da representação visual por meio de softwares de modelagem 3D. Portanto, quando esses grupos chegaram ao

6º período para cursar "Design de Interfaces Ubíquas", eles já traziam consigo os conhecimentos e as técnicas para executar representações visuais mais aprimoradas.

Assim, embora as representações visuais estivessem menos refinadas nas turmas anteriores, o grupo responsável por "Yume" apresentou uma característica notável e peculiar. Este novo conhecimento teve um impacto evidente nos resultados da turma, sendo portanto, incorporado neste projeto. Isso permitiu uma visualização mais precisa do conceito, tanto em formas bidimensionais quanto tridimensionais (Figura 24).

Figura 24: Apresentação do conceito Yume

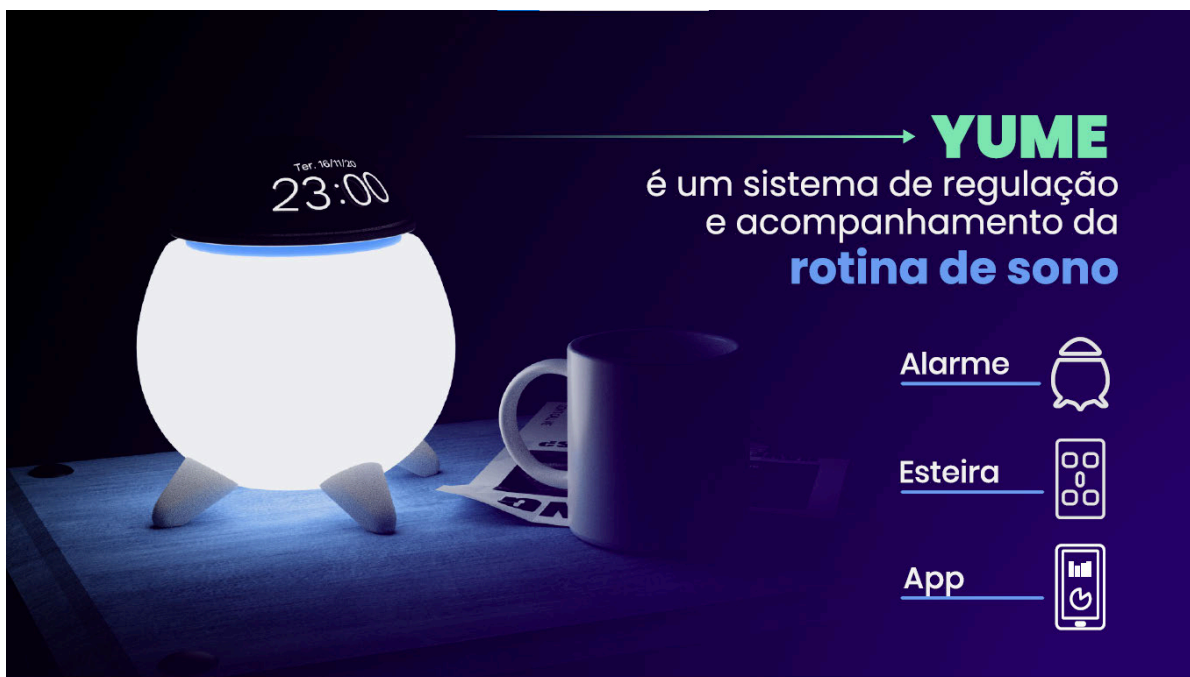


Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2021)

"Yume" pode ser visualizado como um objeto ovóide com uma parte superior que exibe uma interface digital para mostrar a hora e outras informações relacionadas ao tempo. Além disso, essa parte superior também atua como um interruptor; ao tocá-lo, a luz pode ser ligada ou ao girar o alarme pode ser desativado. Através do toque, "Yume" transforma-se em uma luminária, enfatizando o conhecimento adquirido por interfaces naturais a partir das discussões com design de interação e tipos de interfaces.

Além da representação visual tridimensional do produto ter sido desenvolvida, vale destacar as peças gráficas produzidas pelo grupo (Figura 25), pois apontam claramente não apenas aspectos materiais, mas também proporções e relações espaciais.

Figura 25: Renderização desenvolvida pela equipe do do Yume



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2021)

Esse critério torna-se crucial, já que o design de produto é integral no âmbito das interfaces ubíquas, especialmente quando consideramos que interfaces tangíveis ou de superfície frequentemente requerem um artefato físico. Esta abordagem complementa o conhecimento existente e amplia as capacidades e potencialidades técnicas dos indivíduos envolvidos no processo.

A conclusão é que a representação visual é tão vital para um artefato físico quanto para um artefato digital que opera por meio de uma interface gráfica, como um aplicativo móvel. Esta abordagem demonstra como tratar de maneira mais eficaz as funcionalidades de um produto dentro do contexto das interfaces ubíquas.

3.4.2. Lympia

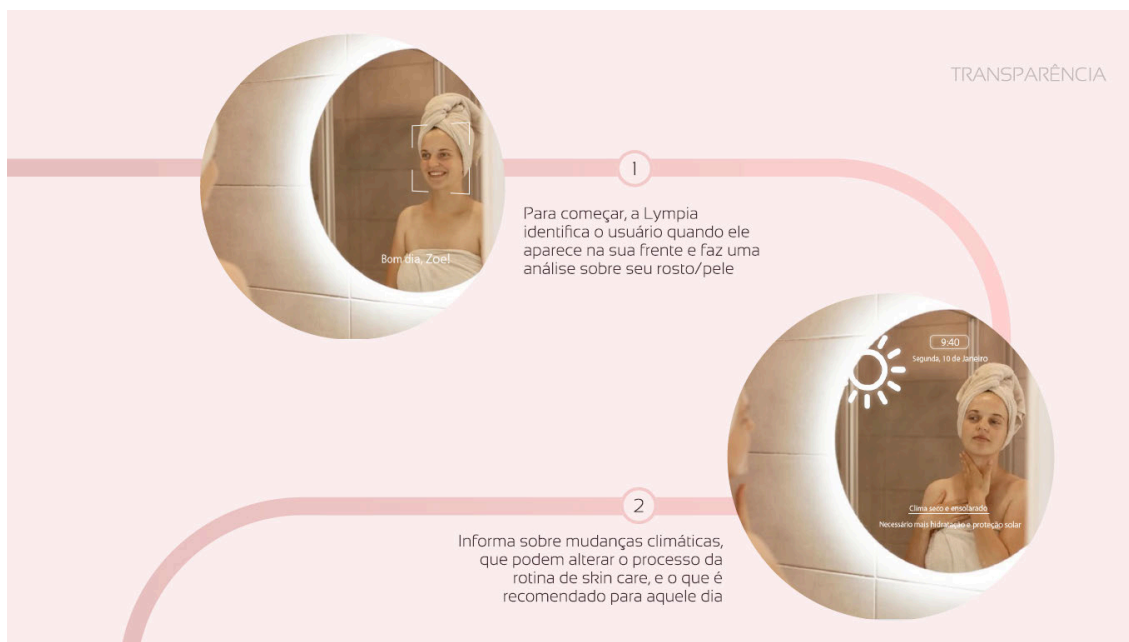
O outro projeto notável desta turma é intitulado "Lympia", que tem como foco auxiliar nos cuidados com a pele com base nas necessidades identificadas pelos usuários. Esse produto conta, mais uma vez, com um assistente virtual que pode ser incorporado por meio de diversos dispositivos, como *smartphones*, *smartwatches* (Figura 26) e, em particular neste caso, até um espelho (Figura 27). O conceito por trás desse espelho envolve a capacidade de comunicação com os usuários e integração com outros dispositivos. Esse assistente virtual pode ser controlado por comandos de voz e também por interfaces gráficas nos dispositivos mencionados anteriormente.

Figura 26: Assistente virtual Lympia incorporado à smartwatches



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2021)

Figura 27: Assistente virtual Lympia incorporado a espelhos



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2021)

"Lympia" oferece a possibilidade de personalização de rotinas de cuidados com a pele, adaptadas às necessidades médicas individuais dos usuários. Além disso, possui conectividade que permite o envio de alertas e notificações relacionados à saúde da pele e informações sobre produtos de cuidados. É interessante observar que, para além de um *storyboard* com desenhos ou montagens de ilustrações, essa equipe optou por representações digitais em renderizações tridimensionais dos elementos que compõem o produto, ou seja, os diversos dispositivos que fazem parte do "Lympia".

Um outro dispositivo que merece menção, ainda não mencionado, é um suporte de bancada para produtos de cuidados com a pele (Figura 28), como filtros solares e cremes hidratantes. Esse suporte tem a capacidade de se transformar em uma interface de superfície, exibindo informações textuais quando os usuários colocam determinados produtos sobre ele. Essa colocação permite uma identificação imediata do tipo de produto e oferece detalhes sobre as quantidades presentes, auxiliando em futuras compras. Além disso, esse suporte de bancada contribui para ajudar os usuários, assim como o espelho mencionado anteriormente, a ter uma compreensão mais precisa da quantidade de produto necessária com

base no mapeamento da pele. Isso pode ser facilitado por meio da visão computacional, explorando recursos como a detecção visual.

Figura 28: Assistente virtual Lympia incorporado a suporte de bancada para produtos de cuidados com a pele



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2021)

Outra funcionalidade notável no contexto do "Lympia" é o espelho inteligente (Figura 29). Este espelho reconhece os usuários por meio de identificação própria, o que ressoa com a ideia mencionada no artigo de Weiser (1991) "O Computador para o Século 21", onde se destaca a percepção de que dispositivos e ambientes futuramente reconheceriam a identidade das pessoas, tornando as experiências e interações cada vez mais personalizadas.

Figura 29: Espelho inteligente Lympia



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2021)

Um aspecto adicional é a percepção da equipe em estabelecer associações diretas com as regras de usabilidade para interfaces ubíquas propostas por Quigley (2010). Algumas dessas associações estão presentes nas imagens do projeto visualizadas até então, conferindo uma dimensão prática às teorias estudadas.

3.4.3. Considerações e aprendizados

A principal lição aprendida com essa turma foi a importância de ter estendido o prazo e de ter proporcionado um contato mais ágil com a ferramenta "IoT Inventor toolkit". Esse contato mais profundo permitiu que os estudantes desenvolvessem uma compreensão mais ampla da relação entre hardwares e soluções no contexto das UUI, especialmente considerando sua conexão direta com as entradas e saídas de um sistema computacional. Essa experiência avançada com a ferramenta possibilitou que o processo criativo dos estudantes fosse mais bem elaborado, o que, por sua vez, lhes concedeu mais energia e tempo para realizar as representações visuais necessárias.

É importante destacar que, nessa turma em particular, como mencionado anteriormente, houve uma característica notável de aprendizado contínuo quanto às ferramentas e conhecimentos técnicos para representações visuais de artefatos físicos ao longo dos períodos, à medida que os estudantes progrediram pelas disciplinas da grade curricular. De maneira similar, o impacto dos rituais matinais também se tornou evidente. Esses rituais exerceram uma grande influência nas decisões das equipes, destacando a relevante associação entre a **subjetividade das pessoas e o processo de design**.

É curioso perceber que isso traz à tona uma discussão sobre a natureza do design, que muitas vezes é visto como um campo objetivo e separado das influências pessoais. No entanto, os projetos observados até então evidenciaram a presença marcante da subjetividade. Me questiono se pelo fato dessas turmas terem sido conduzidas remotamente, sob condições de distanciamento social, tenham causado alguma interferência nesse quesito. Mas, posso salientar que pela minha experiência, ficou bastante claro que os estudantes incorporaram suas próprias experiências e necessidades para desenvolver soluções mais significativas e alinhadas com seu repertório e contexto. Isso nos leva a observar que o design, por si só, e especialmente quando realizado em equipe, não pode ser desvinculado do fator humano. Cada indivíduo contribui para os resultados do desenvolvimento de uma solução.

Quanto às interfaces ubíquas, foi notória a importância da criatividade amplificada pelo uso em tempo expandido da ferramenta "IoT Inventor Toolkit". Além disso, várias outras características, desde a fase de entendimento até a avaliação, foram pertinentes, especialmente no contexto das aulas remotas, como ocorreu nesta turma específica. O ensino remoto, conduzido por meio de plataformas como Zoom e Google Classroom, adicionou um desafio único ao processo de aprendizado.

Outra lição significativa é a necessidade de compreender as **representações visuais de artefatos físicos**, principalmente ao desenvolver interfaces ubíquas. Isso é especialmente relevante quando se trata de artefatos híbridos, ou seja, objetos que têm incorporados a si uma camada de elementos digitais. Habilidades como esboços, desenhos técnicos e renderizações tridimensionais, além de fotomontagens, são essenciais para transmitir conceitos complexos. Dado o cronograma limitado de um período de uma disciplina num curso de bacharelado em Design tal como este aqui retratado, que geralmente dura de 4 a 6 meses, a compreensão de que o **amadurecimento das propostas exige tempo** é crucial. E por falar em tempo, novamente recebi o feedback dessa turma que o método ViP tinha causado um impacto no tempo necessário para as etapas de criação e concepção do projeto.

Portanto, a compreensão da importância do tempo no desenvolvimento de soluções de interfaces ubíquas, aliada ao domínio de conhecimentos técnicos, é fundamental para tornar as soluções compreensíveis e eficazes. As diversas etapas desse processo, bem como o aprendizado contínuo e a adaptação ao ambiente de ensino remoto, evidenciam a complexidade e a riqueza da criação de interfaces ubíquas.

Figura 30: Nuvem de palavras resultante do feedback da turma 2021.2



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Na turma, as palavras-chave principais (Figura 30) estão estritamente relacionadas com a abordagem das várias etapas do processo de desenvolvimento do projeto. Isso também se alinha com a maneira como a ênfase foi colocada na amplificação da **representação visual** por meio de técnicas e ferramentas. Os estudantes, observando o resultado disso, forneceram feedback consistente, notavelmente destacando elementos recorrentes, como os **rituais matinais**. Esses rituais emergiram como momentos cruciais de interesse, destacando o campo de design de interação.

Curiosamente, entre os estudantes, houve uma compreensão madura da proposta, possivelmente influenciada pelo prazo estendido e pelo uso aprofundado da ferramenta de ideação "IoT ToolKit". Embora a palavra-chave "design de interação" não tenha sido tão enfatizada para essa turma, é plausível que isso decorra do amadurecimento alcançado pelo uso prolongado da ferramenta de ideação.

Outras palavras-chave também emergiram de maneira evidente, como **"amadurecimento da proposta"**. Isso reflete a sensação geral dos estudantes de que dispuseram de tempo para reflexão sobre suas soluções. A grande maioria reportou que **assistentes virtuais** representavam uma referência significativa para o conceito de interface ubíqua. Ainda que assistentes virtuais não fossem exatamente uma

correspondência direta, eles eram compreendidos como parte integrante das interfaces ubíquas. Esse entendimento se destaca tanto na nuvem de palavras quanto na associação frequente com o ato de **despertar**, um elemento recorrente ligado aos rituais matinais e às **interfaces conversacionais**, frequentemente vinculadas aos assistentes virtuais.

3.5. AULAS PRESENCIAIS

No início do ano de 2022, a possibilidade de retomar as aulas presenciais nas instalações físicas da instituição foi considerada segura, marcando o início de uma nova fase na coleta de dados e desenvolvimento da pesquisa em questão. Essa abertura representou uma mudança significativa em relação ao que havia sido estabelecido anteriormente, permitindo um contato físico entre as pessoas e criando dinâmicas semelhantes à estrutura já estabelecida nas aulas síncronas e remotas, mas com uma notável influência nas interações e comportamento dos participantes em ambientes físicos, que se inicia a partir da turma de 2022.1.

3.6. EXPERIMENTO #04 | TURMA 2022.1

Esta turma, composta por apenas 07 (sete) estudantes, foi dividida em 03 (três) grupos, com a presença de duplas e trios dentro da disciplina. Considerando os feedbacks recebidos ao longo de disciplinas remotas anteriores, a grande mudança foi a **retirada do método ViP**, deixando a disciplina, portanto, de acordo com a Figura 31:

Figura 31: Estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas para turma 2022.1

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Embora tenha sido considerada uma abordagem não convencional interessante para o desenvolvimento de propostas, esse método vinha sendo reportado como algo que impactou significativamente o tempo necessário para concluir os projetos, uma vez que envolvia duas etapas, cada uma exigindo um aprendizado específico do método. Essa abordagem mais detalhada levantou a questão se o problema residia na aplicação do método em si ou se estava relacionado às habilidades e técnicas individuais dos alunos. A persistência em manter essa abordagem por duas disciplinas permitiu concluir que, de fato, o método ViP influenciava diretamente o processo criativo e a interpretação das principais características dos projetos de cada grupo.

Apesar do tamanho reduzido da turma, essa característica tem um potencial latente em ter um desenvolvimento mais acurado nos resultados, no entanto, fato é que curiosamente não ocorreu e não passou despercebido, não apenas por mim, mas também por outros professores e professoras que compartilhavam suas observações durante reuniões pedagógicas e conselhos de classe. A turma demonstrava desinteresse em participar das dinâmicas propostas em sala de aula, o que inicialmente levou a questionamentos sobre a abordagem pedagógica. No entanto, várias abordagens de diferentes modelos foram tentadas por todas as pessoas envolvidas com o ensino da turma durante esse período, revelando que

essa falta de engajamento era, na verdade, uma condição específica dos alunos, provavelmente relacionada a fatores como os impactos da pandemia, questões financeiras familiares, problemas de saúde decorrentes da pandemia e a necessidade de trabalhar fora da faculdade para garantir sua subsistência e progresso acadêmico.

Todas essas circunstâncias tiveram um impacto profundo na condução da disciplina. Para melhorar o engajamento dos estudantes, uma das estratégias adotadas por mim foi promover o trabalho em grupo e tornar as discussões mais horizontais e abertas durante as aulas presenciais, cada equipe poderia ajudar as outras equipes de forma direta, ou seja, trocar arquivos, compartilhar materiais, entre outras possibilidades que permitiriam ter a sensação de que a turma era um grande grupo subdividido em pequenas equipes. A presença física permitiu um compartilhamento mais eficaz de ideias, com o uso do quadro e outros dispositivos, como smartphones pessoais ou notebooks pessoais, a partir da simples possibilidade de mostrar a tela para as pessoas, que facilitaram a gestão e proposição de projetos. Além disso, a própria estrutura da sala de aula, com paredes de vidro, serviu como suporte para escrita e planejamento das propostas dos alunos.

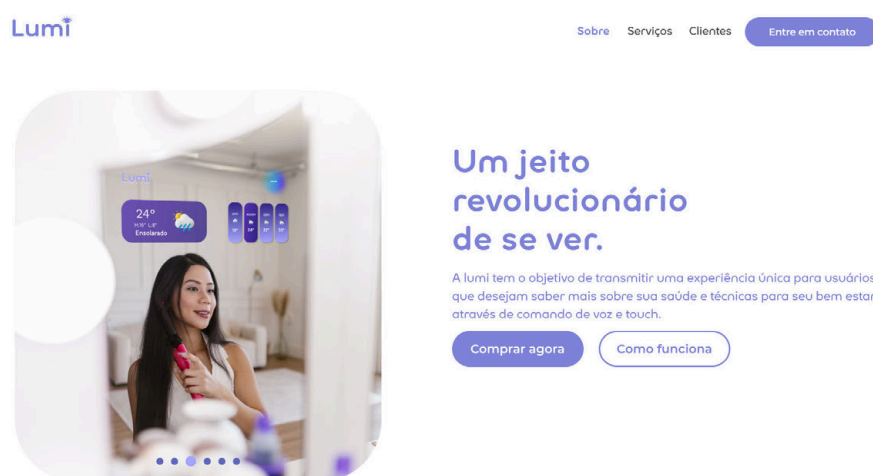
Uma outra observação importante a ser feita sobre essa disciplina é que sua estrutura permaneceu praticamente inalterada, com exceção da remoção do método ViP. Essa decisão foi tomada principalmente devido à transição das aulas síncronas e remotas para aulas presenciais em ambiente físico nesse ano. Como essa experiência de aulas presenciais e interações entre as pessoas no mesmo espaço era inédita, optou-se por manter a estratégia da turma anterior. O objetivo era compreender se essa abordagem ainda era a mais adequada ou se seria necessário fazer ajustes nas próximas turmas.

Portanto, a justificativa para a manutenção da estrutura praticamente igual estava relacionada à necessidade de avaliar a eficácia da abordagem existente e entender como o trabalho poderia ser desenvolvido no contexto das aulas presenciais, uma vez que ainda não se tinha uma compreensão completa das possibilidades e do melhor caminho a seguir dentro desse novo cenário com a condição de estar compartilhando o mesmo ambiente físico.

Quanto aos projetos desenvolvidos ao longo dessa disciplina, um fato importante a ser observado foi a oportunidade de interagir de forma mais próxima com o objeto de estudo, ou seja, com as interfaces ubíquas. Isso possibilitou a realização de testes em um ambiente real, com pessoas usando o produto, ou pelo menos utilizando técnicas como o "Mágico de Oz" para simular interações e registrar como as pessoas se relacionariam com o produto. Isso abriu espaço para discussões não apenas sobre os aspectos das interfaces, mas também, dependendo do contexto do projeto, sobre outras características importantes no processo de design, como ergonomia, alcance e extensão de uma tela, identificação das dimensões de componentes em determinados dispositivos, entre outros. Além disso, permitiu verificar a integração entre diversos dispositivos em tempo real, possibilitando a criação de interfaces distribuídas ou espalhadas no espaço, de modo que fosse possível experienciar como possivelmente os usuários acessariam as informações essenciais e receberiam assistência dos sistemas computacionais. Sendo assim, apresentarei a seguir 02 (dois) resultados da turma em questão, que atenderam bem aos requisitos propostos para a disciplina e tiveram uma representação capaz de verificar a percepção das pessoas envolvidas nos grupos sobre o desenvolvimento de uma solução no contexto das interfaces ubíquas.

3.6.1. Lumi

Figura 32: O projeto LUMI



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

O projeto LUMI (Figura 32) é uma solução voltada para o cuidado pessoal e bem-estar. É curioso notar que esta é a segunda proposta identificada entre todas as turmas até agora como uma recorrência de solução que se relaciona com o tema do cuidado da pele (*skincare*). A maneira como foi estruturada em termos de dispositivos apresenta semelhanças com o projeto da turma anterior, chamado de "LYMPIA". Ressalta-se que não foi apresentado à turma os projetos realizados até então.

LUMI tem a característica de transmitir informações sobre cuidados com o corpo, pele e afins, além de funcionar como uma interface de interação com uma casa inteligente e um assistente pessoal, o projeto se concentra principalmente no aspecto do *skincare*. Foi idealizado, primeiramente, a partir de interações com um espelho inteligente (*"Magic Mirror"*) capaz de apresentar uma interface gráfica e ter embarcado uma inteligência artificial que se transforma num assistente virtual para as pessoas usuárias (Figura 33).

Figura 33: Espelho Inteligente LUMI



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Ele é composto por interfaces gráficas (GUI) e interfaces de voz (VUI) presentes tanto no espelho inteligente, quanto no smartwatch e smartphone. A interação com o espelho inteligente é realizada principalmente por comando de voz,

mas também é possível interagir com o toque - *tap*, *swipe*, entre outras modalidades comuns em telas *touch* - no próprio espelho, além dos outros dispositivos que já possuem essas capacidades de interação por natureza.

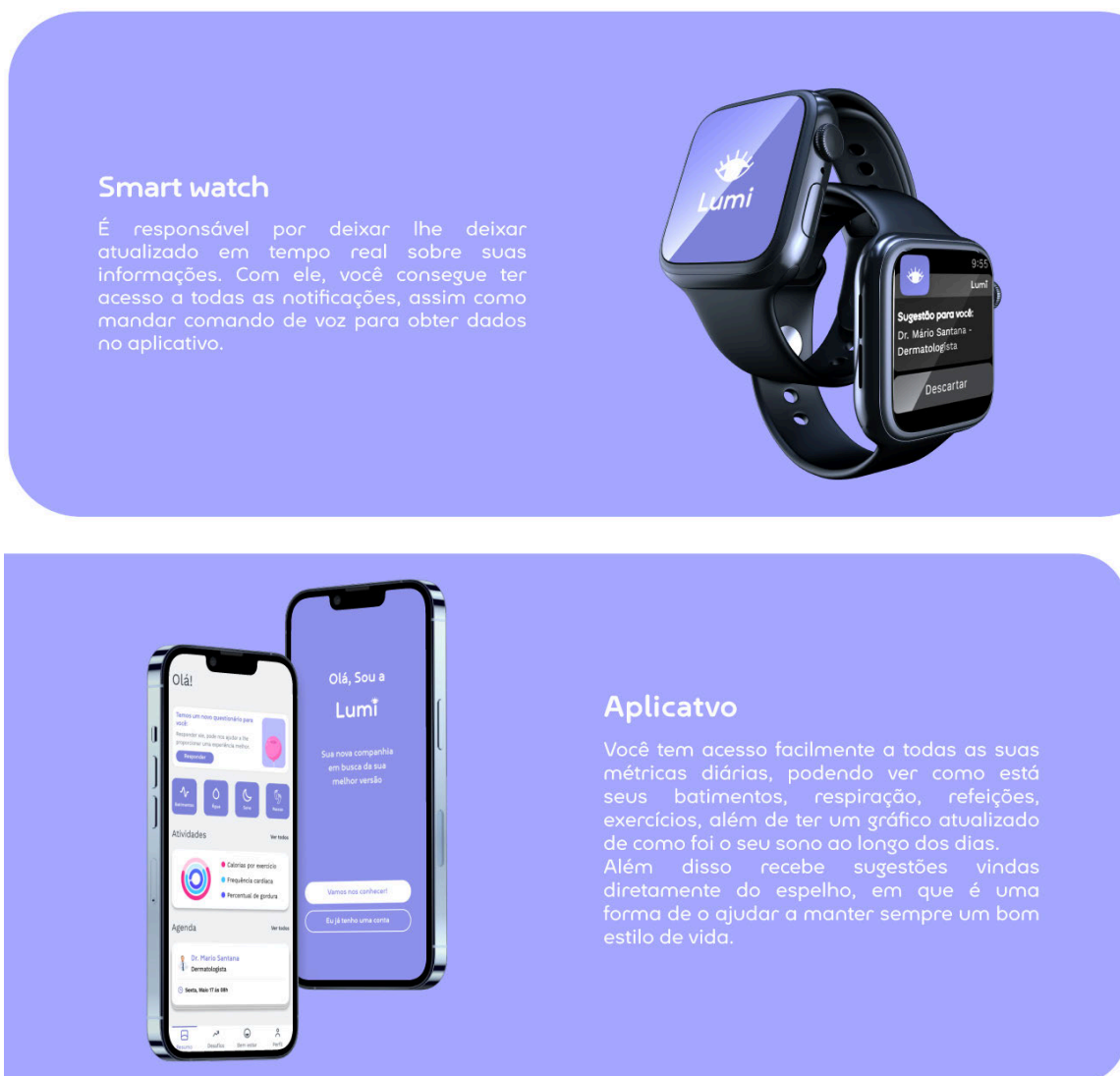
Figura 34: LUMI incorporado a smartwatch



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

A partir do *smartwatch* (Figura 34), é possível ficar atualizado sobre todas as informações vitais biométricas ou qualquer outra informação pertencente à calendários para compromissos, etc. Assim sendo, é possível se comunicar com a interface da Lumi através de comandos de voz, mensagens de texto e também com dados como inputs captados pelo próprio corpo da pessoa que utiliza o sistema. De outra maneira, com a aplicação para smartphone há uma ampla variedade de entradas no sistema, permitindo tornar a solução mais adequada para cada pessoa, ocasionando personalização do sistema e conhecimento de contexto com a integração entre os dispositivos. A Figura 35 apresenta *mockups* desenvolvidos pelas alunas, que foram aplicados em um protótipo de alta fidelidade de um site (*web/desktop*) para simular a página da Lumi como produto.

Figura 35: Simulação da página da LUMI como produto



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Como parte do processo de desenvolvimento das soluções, era essencial obter uma visualização mais clara do conceito estabelecido pelas equipes. Nesse caso, a equipe optou por apresentar todo o desenvolvimento do conceito por meio de *mock-ups* com as interfaces aplicadas nesses dispositivos, como já foi possível visualizar nas figuras acima. Dado que não havia um espelho inteligente disponível no mercado, as estudantes precisaram criar montagens com imagens, aplicando os componentes presentes na solução (Figura 36).

Figura 36: Desenvolvimento do conceito LUMI

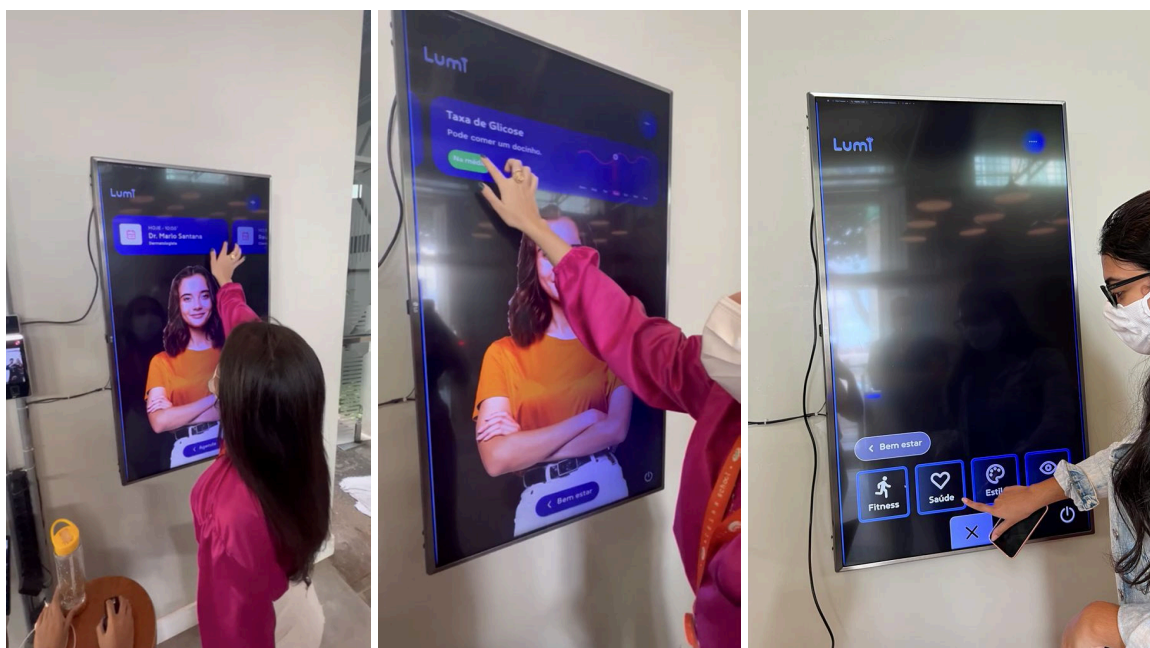


Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

É interessante observar que, devido a se tratar de um dispositivo fora do escopo dos dispositivos convencionais do mercado, como smartphones, tablets ou telas de computador, para o design da interface gráfica, a equipe não tinha um entendimento prévio de como projetar os componentes para esse tipo de interface. Portanto, foi necessário desenvolver um entendimento mais aprofundado sobre dimensionamentos de espelhos e alturas em que normalmente são empregados nos ambientes, a fim de simular os componentes da interface gráfica e compreender melhor suas dimensões e localizações - por exemplo: a visualização de que a assistente virtual Lumi estaria ativa enquanto fosse acionada.

Essas simulações e dimensionamentos foram realizados em testes reais com o uso de televisores. Tais testes permitiram verificar o impacto que as dimensões e localizações tinham em relação ao alcance das pessoas para realizar atividades. Inicialmente, as estudantes da equipe conduziram testes na própria instituição usando televisores que estavam posicionados no *hall* de entrada (Figura 37). Isso possibilitou observar as pessoas interagindo principalmente com o dispositivo em simulação, com o objetivo de compreender como o comportamento dos componentes e sua relação com as pessoas afetavam a solução e a relação da interface gráfica com a necessidade de realizar as atividades.

Figura 37: Realização de testes reais com televisores



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

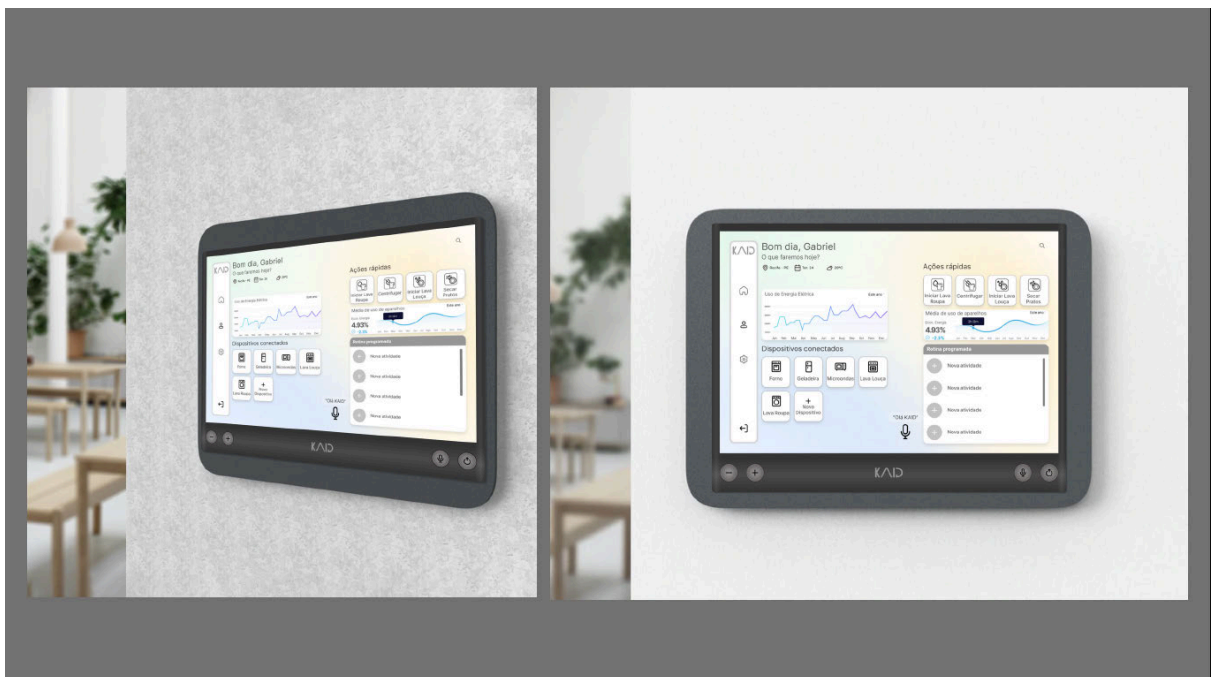
O projeto Lumi possui uma peculiaridade notável, em que as estudantes buscaram constantemente estar alinhadas com o contexto da realização real dessa solução, integrando hardware e software, além de dispositivos disponíveis no mercado. Por se tratar de um espelho inteligente, elas estabeleceram uma conexão entre o conceito da proposta, elementos como hardware e produtos específicos disponíveis no mercado para criar um espelho inteligente, como ponto norteador do processo. É interessante notar que várias soluções desse tipo podem ser encontradas facilmente na internet, especialmente no contexto "*Do It Yourself*" (Faça Você Mesmo).

Dessa forma, a proposta se destaca por sua característica distintiva, que é a busca das estudantes por desenvolver produtos que se encaixem na realidade atual, sem conceitos que ultrapassem a disponibilidade de dispositivos no mercado. Outro aspecto notável dessa solução é a dinâmica de desenvolvimento dos componentes, que sugeriram a possibilidade de criar uma documentação específica para a interface gráfica, a partir de um *style guide*. Essa documentação estabelece diretrizes e guias para o desenvolvimento de produtos digitais com base nos componentes das interfaces.

Portanto, ao considerar o desenvolvimento de uma interface para um espelho inteligente, as estudantes já têm uma perspectiva sólida para abordar esse contexto. Quanto ao aspecto das interface ubíqua, houve uma compreensão completa por parte da equipe de como criar uma interação direta entre o espelho, o smartphone e o smartwatch. Isso levantou uma discussão interessante, destacando que não é necessário ter tecnologia de ponta para alcançar a característica de ubiquidade das interfaces no contexto atual. Basta ter dispositivos com conectividade para possibilitar interações variadas e multimodais, permitindo compartilhamento e uma dinâmica mais ampla nas atividades diárias das pessoas, independentemente de sua localização ou dos dispositivos com os quais desejam interagir.

3.6.2. K-aid

Figura 38: O projeto K-Aid



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

O projeto chamado de K-Aid (Figura 38) é uma solução que se destina principalmente a cozinhas (Figura 39), mas não se limita apenas a esse ambiente. É uma solução de assistência pessoal que utiliza inteligência artificial integrada com a proposta de casa inteligente. Através de um dispositivo fixado na parede com uma

interface gráfica, é possível controlar diversos dispositivos e eletrodomésticos, como fogões, geladeiras, microondas, entre outros.

Figura 39: Projeto K-Aid inserido no ambiente de cozinha



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Ao expandir essa ideia para uma casa inteligente, a solução pode controlar televisores, máquinas de lavar, secadores ou robôs aspiradores de pó, além de tantos outros dispositivos que podem ser integrados a esse sistema, considerado como um Hub para casas inteligentes. O objetivo principal é fornecer assistência no controle e monitoramento dos eletrodomésticos para evitar acidentes, como incêndios ou curtos-circuitos, que podem ocorrer devido ao uso inadequado da rede elétrica, esquecimento de algo que foi colocado no forno, por exemplo, como tantos outros exemplos do dia a dia que sugerem tais acontecimentos.

Essa solução faz uma forte exploração de interface gráfica (GUI) e oferece a possibilidade de interações com o dispositivo por meio do toque na tela (Figura 40). Considera as principais modalidades presentes em telas de toque usuais e dispostas em outras soluções presentes no mercado, com interações feitas por swipe, toque, toque prolongado, entre outras.

Figura 40: Interações com o dispositivo K-Aid por meio do toque na tela



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Além disso, também oferece a opção de controle por voz (VUI) (Figura 41), o que permite que as pessoas interajam com outros objetos quando não é possível tocar diretamente na tela. Portanto, essa solução oferece uma variedade de modalidades de interação, atendendo aos critérios de multimodalidade.

Figura 41: Interações com o dispositivo K-Aid por meio de comando de voz



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

O K-Aid também apresenta integração com um aplicativo para smartphone, o que permite controlar os dispositivos da casa inteligente de qualquer lugar, independentemente de estar presente na casa ou não. Vale salientar que os estudantes da equipe não desenvolveram testes em ambiente físico com outras pessoas devido a questões relacionadas ao planejamento de tempo e ao desenvolvimento da solução. Isso ocorreu devido à característica mencionada anteriormente, na qual vários alunos dessa turma buscavam apenas estabelecer o mínimo necessário para obter uma nota e avançar no curso. Devido à falta de testes, observa-se que houve prototipação e simulação em um tablet (iPad Air 3ª geração - patrimônio da instituição) disponibilizado em sala de aula, permitindo que os alunos visualizassem o dimensionamento de componentes, a localização de componentes e a interação com outros dispositivos, como smartphones. No entanto, os estudantes optaram por não cumprir esse requisito, e, portanto, não há registros desse momento, ao contrário do que foi realizado pela equipe anterior.

Para representar essa solução, fica evidente que os estudantes optaram por desenvolver mock-ups a partir de imagens reais, criando montagens para induzir como os usuários podem interagir com as soluções. Parte desse processo ocorre

devido à necessidade de representar de forma aproximada o que é proposto em determinados produtos no mercado.

A partir das imagens propostas pelos estudantes, é possível observar um aspecto interessante no contexto da Computação Ubíqua, onde se insere a proposição da Computação Móvel. Ou seja, o dispositivo que está inicialmente fixado nas paredes dos ambientes, como na cozinha, pode ser retirado e movido ao longo dos ambientes. É possível verificar algumas interações em bancadas ou em frente aos eletrodomésticos para estabelecer comandos de voz. Tenho observado até então que a computação móvel é uma característica relevante dentro do contexto dos estudantes, pois é considerada uma característica muito presente no dia a dia, especialmente no uso pessoal de tablets e smartphones. Fica portanto, claro que há uma forte influência do repertório pessoal na concepção de produtos diante o contexto das interfaces ubíquas.

3.6.3. Considerações e lições aprendidas

Uma das principais lições observadas a partir desta turma foi a capacidade da interação física em um ambiente físico ter mudado completamente a dinâmica do processo criativo. Era possível estabelecer práticas de desenhos, esboços e geração de ideias na própria sala de aula com a utilização de papel e lápis, o que difere significativamente do desenvolvimento dessas representações em um formato remoto, mesmo que seja síncrono, através de software ou aplicações digitais. Essas ferramentas não conseguem reproduzir a mesma dinâmica e não criam o mesmo **envolvimento e interação entre as pessoas**.

Fica claro que é possível propor o conhecimento e amadurecer as soluções, mas também é importante observar a necessidade de encontrar a **melhor forma de engajar** as pessoas no processo de design. Isso representou um grande desafio para esta turma, e não posso afirmar com certeza se houve uma falha da minha parte ou não nesse aspecto, dado que essa característica foi corroborada por outros docentes ao longo do percurso da turma. Houve uma condição semelhante em relação ao comprometimento e desenvoltura nas outras disciplinas.

Por outro lado, ao observar a importância de ter essa proposta mais próxima das pessoas e presente no ambiente apropriado, foi possível perceber que ter um **contato direto com os dispositivos** e demonstrar como há uma possibilidade de integração entre eles para compreender os aspectos práticos da interface torna-se muito evidente. O aspecto presencial da sala de aula se torna necessário, especialmente em momentos de trocas mais voltadas para o aspecto prático do processo de design. Quando há a necessidade de desenvolver uma solução dentro desse contexto de aprendizado, buscar elementos do dia a dia e aqueles que estão próximos literalmente, pois podemos manuseá-los e eles podem demonstrar as principais informações, teorias e contextos, se mostrou bastante pertinente. Isso corroborou a ideia de que estar presencialmente junto com as pessoas, dialogando de perto e observando de perto, foi um grande diferencial.

Outro aspecto relevante e presente, especialmente nesta turma, foi a repetição da identificação da prática de projeto associada à necessidade de entender melhor a representação gráfica de um artefato físico, seja por meio de um esboço, renderização ou outras técnicas mais técnicas, como fotomontagens. Isso leva em consideração o repertório dos estudantes, bem como possivelmente limitações técnicas na representação, o que é um aspecto interessante observado nesta turma, tendo em vista que os conteúdos de representação visual de artefatos físicos, a partir de esboços, renderings e técnicas mais aprofundadas na apresentação em alta fidelidade de um conceito já foram discutidas nesta pesquisa em relação às turmas anteriores, por se tratar de um conteúdo previsto ao longo do percurso na grade curricular do curso até a presente disciplina de Interfaces Ubíquas. Muitos estudantes, por não terem habilidades de desenho ou não dominarem ferramentas digitais, como softwares de modelagem tridimensional, tiveram dificuldade em conectar as ideias conceituais à materialização dessas ideias em uma representação. Portanto, o uso de mock-ups para representar o conceito e a relação entre os dispositivos com as interfaces gráficas tornou-se um dos principais meios para essas representações.

Mais uma vez, as turmas mostraram facilidade no desenvolvimento de interfaces gráficas, o que reforça a ideia de que o curso, com sua grade curricular e abordagem, atende bem a essa demanda, o que é positivo no contexto de artefatos

digitais. No entanto, esse processo cria um desafio significativo no desenvolvimento de artefatos físicos, como mencionado anteriormente.

Para esta turma, algumas palavras-chave suscitaram ao longo dos feedbacks coletados consideradas como as que desempenharam um papel fundamental (Figura 42):

Figura 42: Nuvem de palavras resultante do feedback da turma 2022.1



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A troca de informações foi uma parte essencial do processo, destacando a importância da interação direta entre as pessoas, ou seja, **participação interpessoal** em ambiente físico e presencial. Além disso, houve uma ênfase na interação com dispositivos que não se limitou apenas aos dispositivos convencionais, como smartphones ou notebooks. Testes mais aprofundados permitiram identificar interações diretas com soluções mais abrangentes. No projeto Lumia, por exemplo, como já citados, os testes em televisores para compreender melhor as relações entre os componentes. O **design de interação** desempenhou um papel crucial, juntamente com a presença de **assistentes virtuais** e **interfaces conversacionais**, que foram elementos fundamentais no desenvolvimento das soluções.

As **interfaces gráficas** também tiveram um papel significativo ao longo do processo. Além disso, uma palavra-chave que se destacou nesta turma foi a

adaptação dos projetos ao **mercado atual**. Isso refletiu a consideração importante de alinhar as soluções com as demandas e as tendências do mercado contemporâneo.

No geral, essas palavras-chave orientaram o desenvolvimento das soluções, promovendo uma abordagem abrangente que incorporou **interações humanas**, tecnologia e uma compreensão sólida das necessidades do mercado atual, considerando as potencialidades das interfaces ubíquas para contextos reais.

3.7. EXPERIMENTO #05 | TURMA 2022.2

A partir do primeiro experimento realizado com a turma 2022.1 no modelo presencial, como mencionado anteriormente, ficou claro para mim que era necessário reforçar o aspecto do desenvolvimento e representação de artefatos físicos. Como já visto até então, essa necessidade se tornou uma constante ao longo de toda a coleta de dados para esta pesquisa, e já havia sido observada em turmas anteriores, mesmo no contexto remoto. Esta turma tinha um total de 27 estudantes, sendo dividida em 08 equipes, no total.

Portanto, para esta turma, foi estabelecido um planejamento mais abrangente, envolvendo outra disciplina ministrada por um colega docente no mesmo período. Essa disciplina estava focada especificamente em fabricação digital. Estabelecemos uma parceria entre as duas disciplinas, a de Interfaces Ubíquas sob minha responsabilidade e a de Fabricação Digital sob responsabilidade de outro docente.

Nesse contexto, estruturamos um calendário que se concentrou principalmente no desenvolvimento de projetos que poderiam ser fabricados digitalmente, seja por meio de uma impressora 3D ou de uma cortadora a laser, considerando que essas tecnologias estavam disponíveis na instituição. Além disso, havia uma parceria com o FAB Lab na cidade do Recife, que fornecia acesso a maquinário de corte a laser e outras tecnologias de fabricação digital.

Decidimos que os estudantes teriam o mesmo projeto ao longo desse período, mas ele estaria associado às duas disciplinas. Cada disciplina teria seu conteúdo específico, com a Interfaces Ubíquas focando, principalmente, no desenvolvimento da proposta e a Fabricação Digital concentrando-se na modelagem tridimensional e na fabricação digital.

Essa colaboração entre disciplinas permitiu que a fabricação digital não apenas fosse uma etapa isolada do desenvolvimento, mas também se estendesse à fase de avaliação e prototipação dos projetos, indo até o final da minha disciplina (Figura 43). Observamos que a fabricação digital estava intrinsecamente relacionada à prototipação e aos testes com os usuários, o que foi evidenciado pelos resultados alcançados pelos estudantes ao longo do período.

Figura 43: Estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas para turma 2022.2



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A modelagem tridimensional era um requisito essencial no projeto de interfaces ubíquas, já que as soluções precisavam ser pensadas a partir do desenvolvimento de um artefato físico. Portanto, essa modelagem tridimensional estava intrinsecamente relacionada à fabricação digital. Tanto eu quanto o outro docente da disciplina organizamos etapas e encontros especiais com a turma para fornecer suporte específico para a necessidade das equipes no processo projetual. É importante ressaltar que a disciplina de Fabricação Digital, inicialmente, tinha um foco mais amplo nesse contexto e a partir da metade do período se voltou inteiramente para suprir a necessidade das equipes quanto ao projeto da minha disciplina. Logo, quanto a Interfaces Ubíquas, eu me concentrava em orientar os estudantes na aplicação prática desses conceitos em seus projetos ao longo do processo, ou seja, desde o início da disciplina havia o planejamento de que os

conhecimentos adquiridos com a disciplina de Fabricação Digital iriam impactar diretamente o processo de design de cada equipe. Desta forma, ao longo do período cada equipe foi desenvolvendo de forma orgânica uma divisão interna, dedicada a suprir os requisitos projetuais e as responsabilidades de cada participante ao longo das etapas. Normalmente, para cada equipe tínhamos no máximo 02 (duas) pessoas responsáveis pelo atendimento da modelagem tridimensional e fabricação digital. Ter essas responsabilidades mapeadas, foi crucial para poder criar direcionamentos no desenvolvimento do projeto.

No que diz respeito à modelagem tridimensional, o objetivo era criar representações volumétricas dos dispositivos concebidos pelos estudantes no contexto das interfaces ubíquas. Em outras palavras, eles deveriam desenvolver modelos tridimensionais dos produtos ou artefatos físicos com os quais os usuários interagiriam. Os estudantes trabalharam com escalas, muitas vezes usando escalas entre 1:5 e 1:25, para permitir uma visualização mais concreta das propostas dentro do processo de design em que estavam envolvidos. Para realizar essa modelagem tridimensional, os estudantes utilizaram o software Fusion da Autodesk. Eles precisavam não apenas criar os modelos 3D, mas também extrair imagens desses modelos para apresentações e representações visuais dos conceitos propostos. Além disso, esses modelos precisavam ser desenvolvidos de maneira que fossem adequados para fabricação digital, seja por meio de uma impressora 3D ou para serem processados por uma cortadora a laser.

No caso da impressora 3D, os estudantes enfrentaram limitações relacionadas ao tamanho da área de impressão das impressoras disponíveis. Portanto, eles precisavam ajustar as escalas dos produtos para garantir que pelo menos uma representação volumétrica dos conceitos pudesse ser visualizada de maneira adequada.

Considerando a análise de várias equipes e seus diversos resultados, vou destacar aqui apenas três delas, pois se destacaram especialmente no que diz respeito aos critérios de interface ubíquas como já citado anteriormente, incluindo, principalmente, a conectividade e a representação entre os dispositivos, a forma de apresentação do projeto e a capacidade de visualização contextual da solução. Além disso, essas equipes também se destacaram pelos resultados alcançados na

modelagem tridimensional e na fabricação digital, que foram critérios de peso particularmente importantes para esta turma.

3.7.1. Terrasfalto

O primeiro projeto, denominado "TerraAsfalto," se concentra em um ambiente imersivo voltado para a educação interativa, baseado no sistema montessoriano. Este ambiente é conceitualmente composto por vários dispositivos e busca, principalmente, adotar uma abordagem lúdica para que as crianças possam aprender sobre o meio ambiente e desenvolver uma relação com a educação ambiental, direcionada para uma melhor absorção dos conceitos relacionados.

O projeto TerraAsfalto parte do princípio de que o design pode auxiliar no desenvolvimento de abordagens mais atrativas para o ensino da educação ambiental. Os estudantes identificaram problemas, como a falta de importância dada ao assunto, a ausência de conhecimento básico sobre o tema no currículo escolar brasileiro, a falta de iniciativa na formação de educadores e as divergências políticas. Com base nesses desafios, estabeleceram limitações para a pesquisa e reconheceram a importância de usar o design como facilitador, incorporando elementos como usabilidade, acessibilidade, ergonomia, estética e o uso racional de recursos. O público-alvo desse projeto é composto por crianças e jovens, e a proposta visa criar um ambiente que os envolva no processo de aprendizagem, promovendo interação social e gerando novos hábitos a longo prazo, uma vez que são propostas estabelecidas como missões no processo do IoT Toolkit.

Conceitualmente, o projeto envolve quatro dispositivos principais com o intuito de tornar a interface distribuída atendendo ao critério da ubiquidade. Um tabuleiro, miniaturas (*meeples*) que se comunicam com o tabuleiro, televisores, notebooks, tablets e/ou smartphones. O primeiro é um tabuleiro com tecnologia RFID, onde as miniaturas representando elementos como árvores, carros, bicicletas e prédios podem ser posicionadas. Para isto, a equipe desenvolveu protótipos demonstrando fisicamente a relação entre as miniaturas e o tabuleiro (Figura 44).

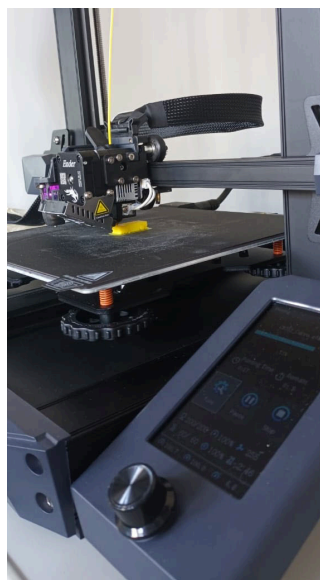
Figura 44: Protótipos desenvolvidos pela equipe do projeto TerraAsfalto



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

O tabuleiro foi realizado a partir de corte a laser em chapa de MDF 3mm e adesivado. As peças em miniaturas foram confeccionadas em impressora 3D utilizando filamento PLA na cor amarelo (Figura 45).

Figura 45: Uso de impressora 3D para confecção de peças em miniaturas para os protótipos desenvolvidos pela equipe do projeto TerraAsfalto



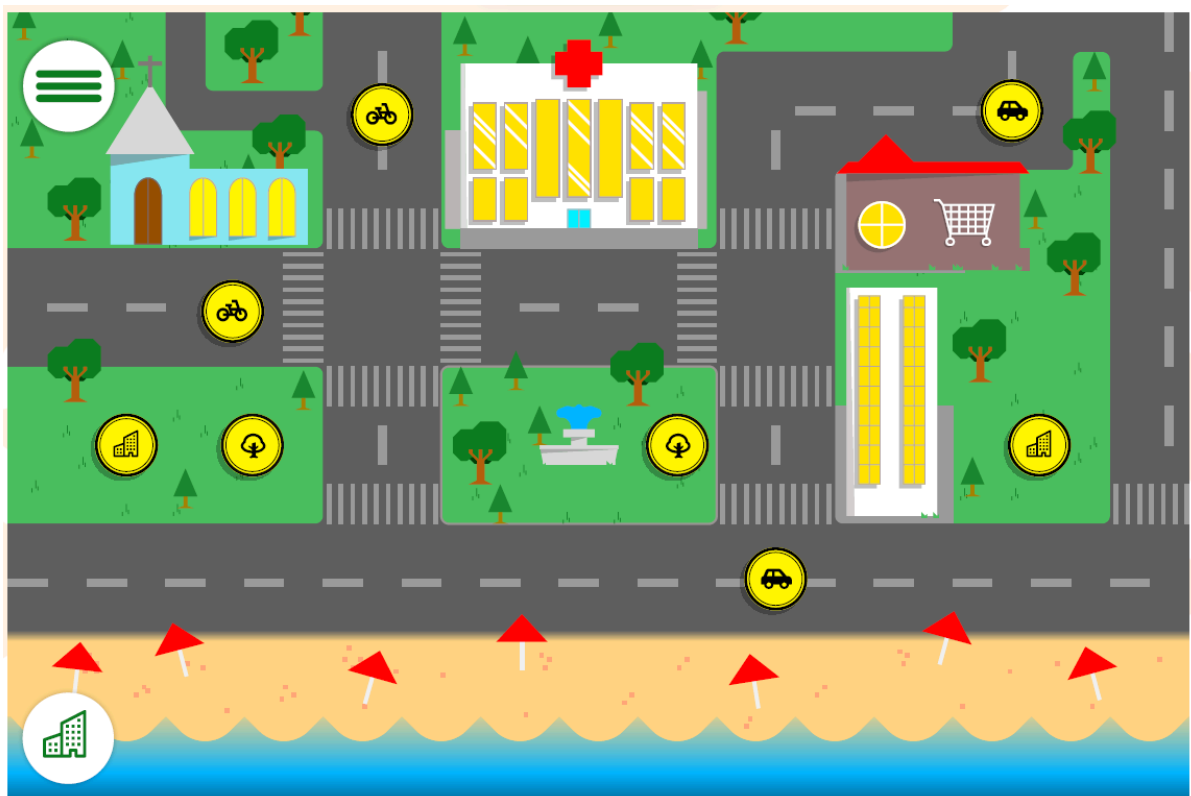
Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Não foi possível realizar a prática do processo de aplicação de *hardware* e *software* na solução por uma limitação de conhecimento (programação,

principalmente), acesso ao conjunto de hardware e outros componentes da eletrônica, como também de tempo, principalmente.

Logo, considerando o conceito proposto pela equipe, foi estabelecido que o tabuleiro interage de forma calma, transparente e intuitiva com outros dispositivos, como uma televisão ou projetor, além de *tablets*, *smartphones* ou computadores por meio de aplicações móveis. O tabuleiro exibe uma imagem de uma cidade, por exemplo, e a aplicação de miniaturas afeta essa interface (Figura 46).

Figura 46: Cidade no tabuleiro do projeto Terrasfalto

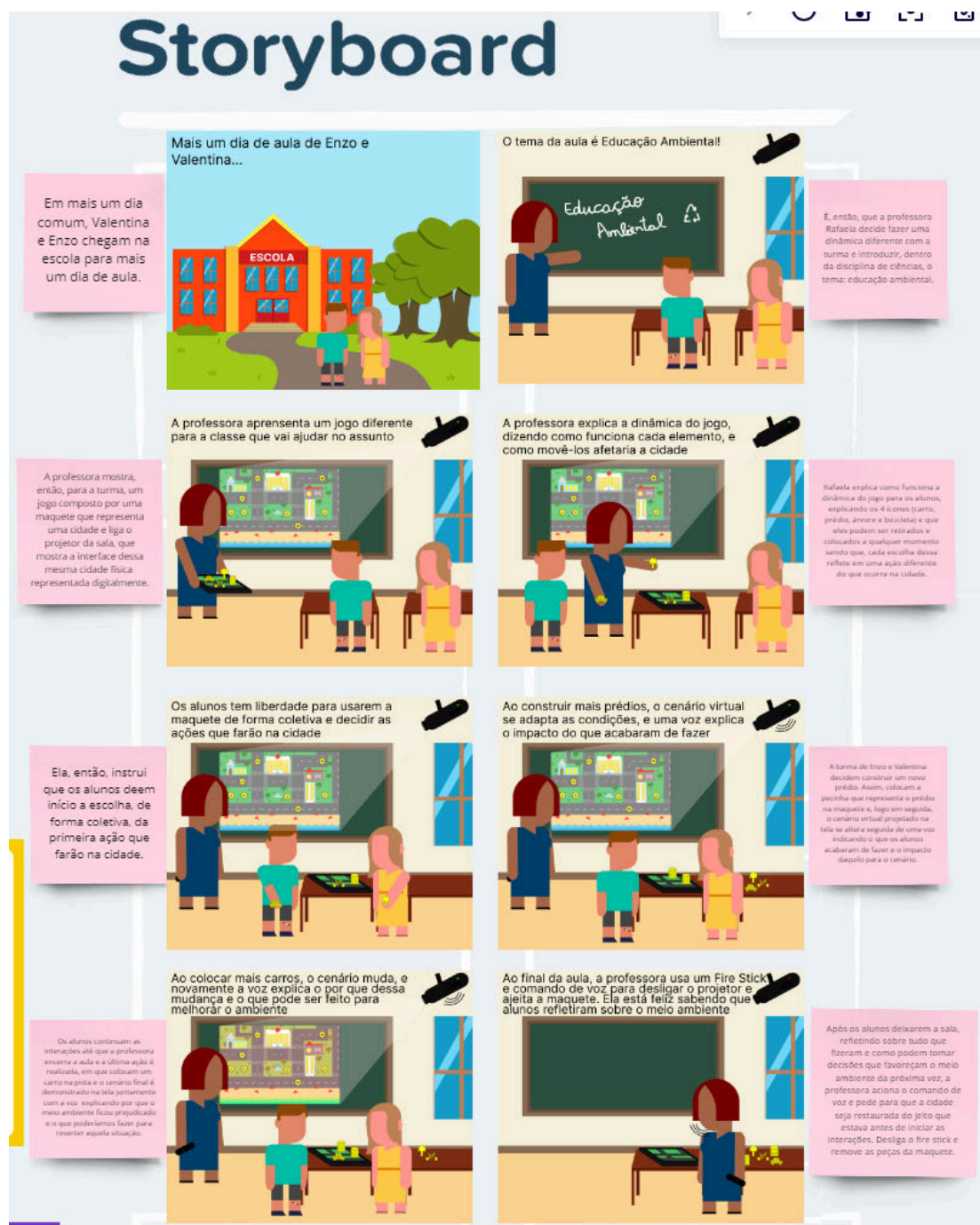


Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Quando uma criança coloca uma miniatura no tabuleiro, as luzes de LED indicam que o objeto foi posicionado corretamente, e isso desencadeia uma resposta em outros dispositivos, como uma TV. Por exemplo, ao adicionar árvores, a cidade na tela mostrará um ambiente mais limpo e sustentável, com sons de pássaros e vento. Se a criança adicionar mais carros, a cidade na tela mostrará um ambiente poluído, com ruídos e poluição visual. É possível verificar o conceito da

proposta de forma contextualizada em um ambiente de sala de aula conforme o *storyboard* desenvolvido pela equipe (Figura 47):

Figura 47: Contextualização do conceito da proposta do projeto TerraAsfalto por meio de storyboard desenvolvido pela equipe

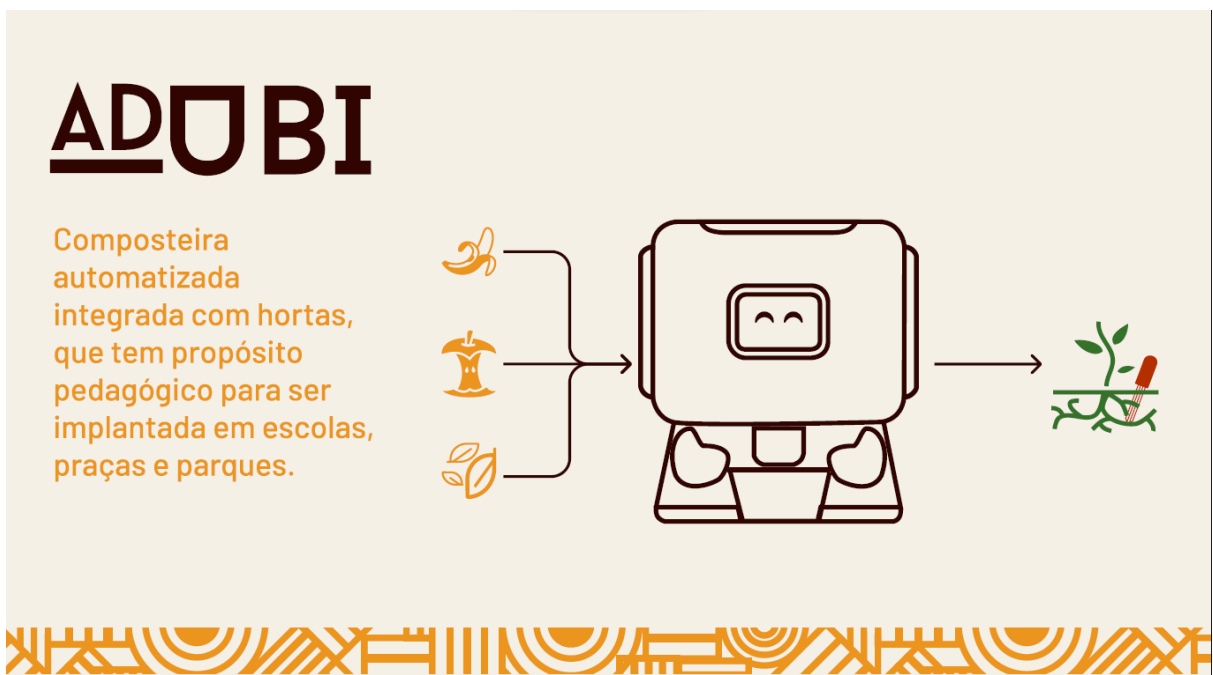


Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

A ideia dos estudantes era incentivar a interação contínua com o tabuleiro, onde as ações das crianças influenciariam a dinâmica e o contexto do ambiente, proporcionando uma experiência de aprendizado mais imersiva. Eles buscavam criar uma experiência altamente envolvente que usasse tanto a modalidade sonora quanto a visual para auxiliar as crianças na assimilação dos conceitos ambientais. As interações, considerando a multimodalidade do projeto, foram estabelecidas pelos estudantes de três maneiras principais. Primeiro, por meio do toque, que envolve a movimentação dos objetos a partir de uma sensação tátil. Em segundo lugar, por meio do toque em tela, onde as interfaces de superfície permitem interações já caracterizadas por gestos como tocar, deslizar, arrastar, entre outros. Uma terceira forma de interação seria por comandos de voz, que seriam direcionados aos próprios dispositivos, como televisores, computadores, notebooks, smartphones ou tablets.

3.7.2. Adubi

Figura 48: O projeto Adubi



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

O projeto Adubi (Figura 48) é uma composteira que se insere no contexto das interfaces ubíquas, pois relaciona um projeto em que há a possibilidade de interagir com o principal elemento, a composteira, e uma aplicação móvel para smartphones ou tablets. A proposta deste projeto surge a partir da ODS 11 da ONU, já que pela ferramenta do IoT toolkit se faz necessário especificar um cenário baseado nas ODS, e sendo mais específico, esse projeto busca atender a meta 11.6 relacionada ao desenvolvimento sustentável de cidades e comunidades sustentáveis. O grupo se concentrou em reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, melhorando a qualidade do ar e a gestão de resíduos sólidos.

Após uma extensa pesquisa e envolvimento com a problemática, os estudantes conseguiram estabelecer uma proposta que se relaciona com hortas urbanas ou espaços específicos da cidade do Recife, nos quais as pessoas se dedicam ao cuidado desses espaços para cultivo de hortaliças e outras culturas. A composteira foi escolhida como uma solução para lidar com o alto descarte de resíduos sólidos pela população da cidade, fornecendo adubos para a manutenção das culturas plantadas nesses espaços. A interação com a solução está principalmente relacionada à composteira, que pode ser realizada de forma Proxêmica, por comando de voz (VUI), por interfaces de superfícies (SUI) e por interação física em botões físicos (háptico). No entanto, também existe a possibilidade de distribuir a interface, atendendo ao conceito de ubiquidade, através de uma aplicação móvel, onde os responsáveis pela compostagem podem entender o momento ideal para coletar a compostagem e as necessidades da horta. Isso ocorre porque o projeto da equipe envolve sensores localizados próximos a cada cultura cultivada no espaço. Esses sensores medem a umidade do solo, os nutrientes presentes, a temperatura e o pH, permitindo que o sistema informe aos usuários quando coletar a compostagem para atender às necessidades específicas de cada cultura. Essa abordagem demonstra a clareza e a transparência da solução, proporcionando uma interação direcionada e objetiva aos usuários, auxiliando no processo de uso e facilitando o fluxo cognitivo.

Para o artefato físico, a equipe inicialmente fundamentou sua pesquisa com referências da cultura pop, especialmente personagens de filmes, e buscou uma relação entre o desenvolvimento da composteira e elementos de personagens

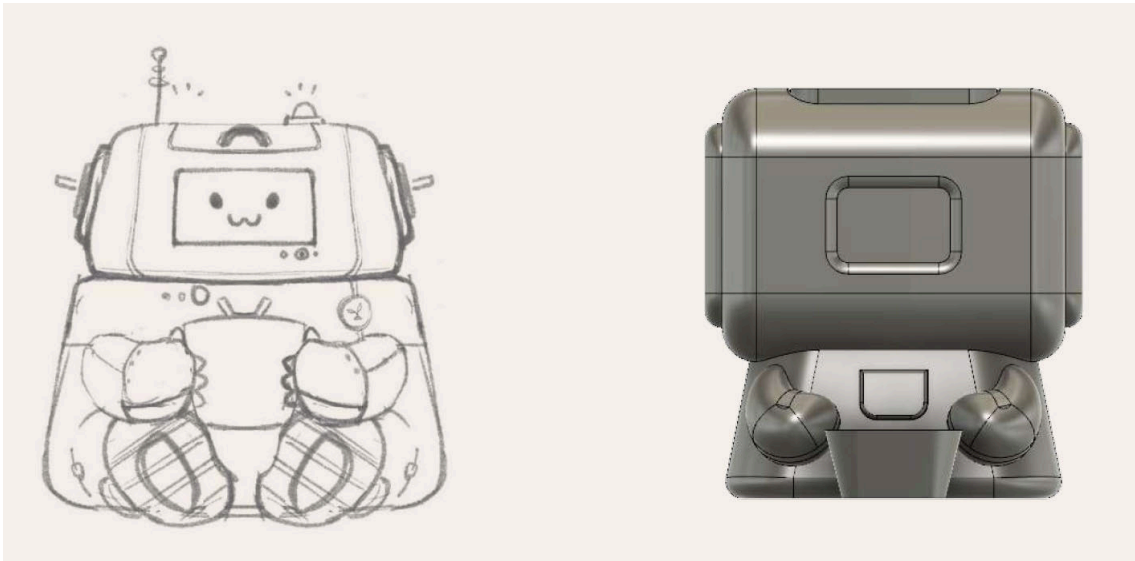
reconhecidos na cultura pop, como Wall-e (Pixar). Além disso, a estética "Kawaii" da cultura do Sudeste Asiático também foi uma influência importante no projeto (Figura 49).

Figura 49: Ideação do projeto Adubi



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Um ponto notável dessa proposta foi a colaboração próxima entre a equipe no desenvolvimento dos esboços para a criação do conceito do projeto. Isso foi possível devido às aulas presenciais, que permitiram uma maior interação entre os estudantes e comigo para a contribuição de desenhos em papel e lápis com a finalidade de alcançar os resultados desejados. Portanto, foi possível visualizar uma série de esboços e um processo de ideação baseado em *brainstorming* e a seleção de ideias que levou à percepção da modelagem tridimensional por meio do uso de *software* (Figura 50).

Figura 50: Modelagem tridimensional Adubi

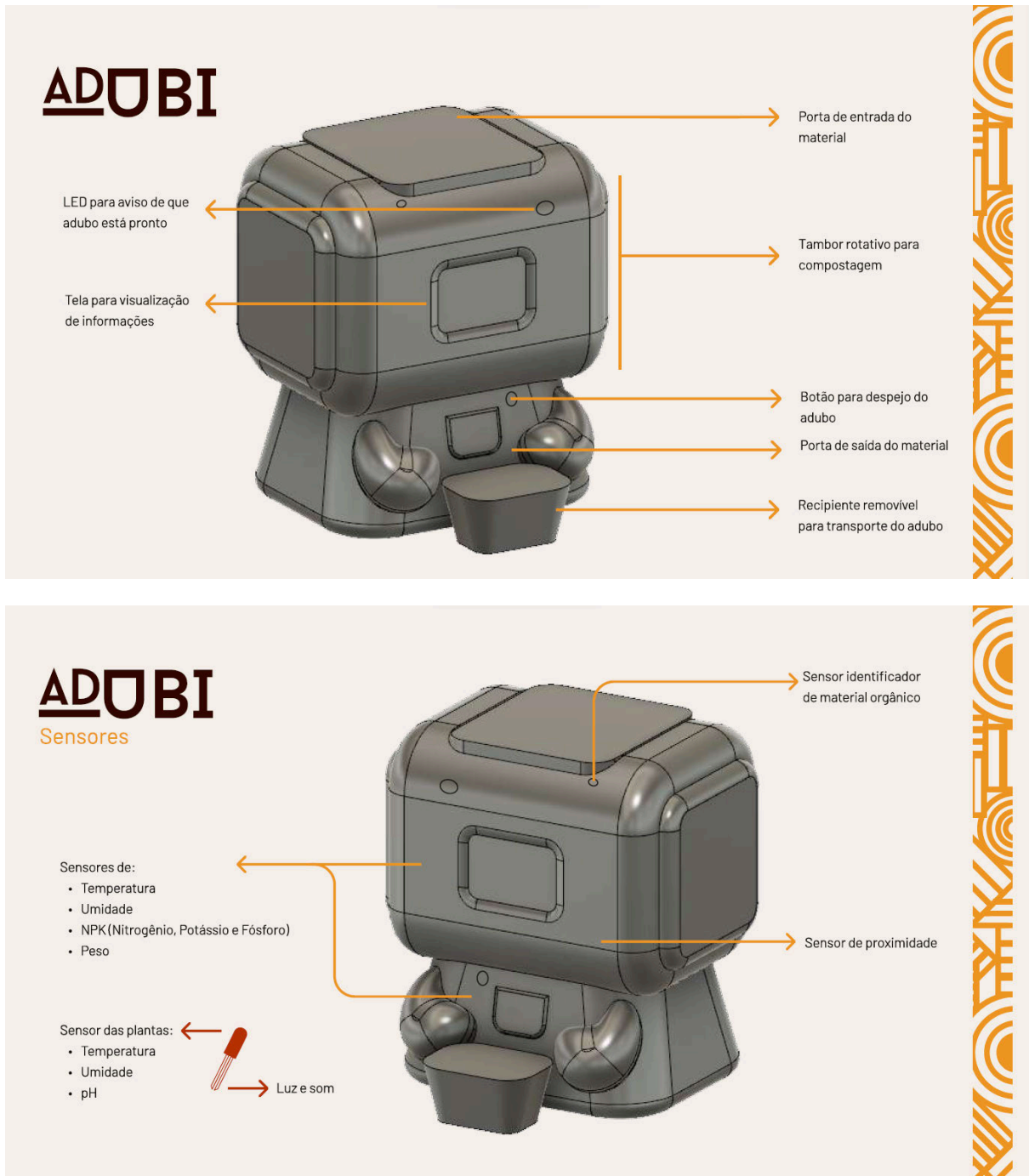
Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Uma das principais questões relacionadas à interação entre o desenho e a modelagem tridimensional foi a capacidade dos estudantes de transitar de um ambiente bidimensional para a percepção do volume tridimensional presente nas formas esboçadas. Eles precisaram entender como transformar esses esboços em modelos tridimensionais, considerando a volumetria como parte fundamental do processo e um requisito para o desenvolvimento da modelagem. Para auxiliar nesse processo, os estudantes trabalharam na compreensão dos sólidos platônicos, o que permitiu entender a tipologia básica da proposta idealizada. Além disso, foi necessária uma adaptação da solução para que fosse viável e funcional no espaço em que seria implantada. Por exemplo, um dos esboços indicava que a coleta do material da compostagem estava localizada acima do solo, mas na modelagem tridimensional, essa parte foi ajustada para que o local de depósito da compostagem ficasse ao nível do solo, facilitando o uso por qualquer pessoa que interagisse com o produto.

Um aspecto curioso e interessante na solução desenvolvida pela equipe foi como a modelagem tridimensional, em grande parte baseada nos esboços prévios, proporcionou uma compreensão mais aprofundada das diferentes partes ou seções do artefato físico. Isso incluiu a identificação dos elementos de interação com os usuários, como botões para abrir o compartimento de compostagem ou a

localização do espaço destinado a uma tela, como um *tablet* ou *iPad*, bem como a tampa essencial para permitir que as pessoas descartassem os resíduos sólidos, entre outros elementos, como a cabeça do boneco, que se transforma em um tambor rotativo para a compostagem (Figura 51).

Figura 51: Possibilidades identificadas a partir da modelagem tridimensional Adubi



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Esse processo revelou como o objeto tridimensional está intimamente relacionado com suas partes individuais e como essas partes desempenham um papel fundamental na disposição do *hardware*, além de cumprir sua própria funcionalidade dentro de um espaço físico. Essa percepção foi destacada como um critério importante durante as apresentações realizadas ao final do segundo marco da disciplina, que corresponde à última avaliação do projeto.

Além da contribuição da modelagem tridimensional no entendimento da associação entre *hardware*, produto e interação, a modelagem também desempenhou um papel importante na prototipagem por meio da fabricação digital (Figura 52). Isso permitiu uma compreensão mais aprofundada de como a volumetria do artefato físico se estabelece no contexto da percepção do desenvolvimento do produto e, além disso, ajudou a compreender a escala do produto em relação ao ambiente em que ele seria implantado. Isso ocorreu porque a equipe teve que desenvolver uma maquete para compreender como seria a relação da composteira em uma horta urbana, considerando os espaços visitados na cidade do Recife pela própria equipe. Além disso, eles puderam observar a relação com as lixeiras seletivas disponíveis na cidade em espaços públicos. Dessa forma, foi possível estabelecer critérios mais específicos para entender como seria a interação do artefato com os usuários durante o processo de uso, incluindo a necessidade de depositar resíduos sólidos e retirar a compostagem já realizada a partir do produto.

No que diz respeito à fabricação digital, mais especificamente à impressão 3D, o modelo desenvolvido pela equipe foi impresso em uma impressora 3D usando filamento PLA na cor amarela. Além disso, houve a integração de uma experimentação de *hardware*, envolvendo o uso do Arduino e um conjunto de LEDs e sensores, para visualizar como seria a interação entre os usuários e o sistema. Nesse contexto, os usuários precisariam se aproximar da composteira para abrir o sistema na tela e iniciar o processo de interação, que neste caso devido a escala foi simulado com a aproximação das mãos. Como consequência da interação, a proposta sugere que os usuários se posicionem em frente a composteira para visualizar a abertura da tampa para que o depósito dos resíduos sólidos seja realizado e, conseqüentemente, a compostagem possa ocorrer.

Figura 52: Fabricação digital do protótipo Adubi



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

A solução desenvolvida pela equipe possui uma relação direta com um artefato físico, que inclui uma interface de superfície (SUI) através de uma tela para acessar o sistema. Além disso, há uma aplicação móvel dedicada principalmente para *smartphones* (Figura 53). Conceitualmente, há uma diferença no sistema, onde pela aplicação móvel presente no smartphone e pela aplicação presente na composteira, é capaz de identificar perfis de usuários e direcionar funcionalidades específicas de acordo com cada perfil, incluindo aqueles responsáveis pela horta e pessoas que desejam contribuir com a compostagem para o espaço público.

Figura 53: Aplicação móvel dedicada para smartphones Adubi

Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

É notável a forma como a equipe se organizou e distribuiu responsabilidades entre seus membros para cumprir os objetivos específicos necessários para atender aos requisitos da disciplina. Isso demonstra sua capacidade de trabalhar de forma estruturada. Além disso, a equipe fez um excelente trabalho na modelagem tridimensional, o que contribuiu significativamente para o entendimento da solução. Eles também demonstraram habilidades de relacionamento, especialmente ao receber colaboração de estudantes do curso de Ciências da Computação da mesma instituição. Isso permitiu a implementação de um protótipo de baixa fidelidade que envolveu o uso do Arduino na impressão 3D, capaz de ajudar a equipe a compreender melhor como a solução poderia se comportar em um ambiente físico real. Somado a isto, o desenvolvimento da maquete foi uma estratégia importante para visualizar a escala da solução e como ela se relacionaria com o espaço físico. Portanto, foi possível discutir a possibilidade de distribuição da interface não apenas na composteira em si, com a viabilidade de interação multimodal, mas também na dinâmica de uso da solução em hortas urbanas específicas.

3.7.3. Projeto Fervo

Figura 54: O projeto Fervo



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

O projeto Fervo (Figura 54), assim como todos os outros projetos, começa com a escolha do cenário, principalmente através da ferramenta IoT Toolkit. Neste caso, houve uma recorrência da mesma ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) do projeto anterior, ou seja, a ODS número 11, que trata de cidades e comunidades sustentáveis. Neste contexto, a equipe decidiu focar na meta 11.4, que envolve fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo, integrando a agenda ambiental com a agenda urbana e promovendo a gestão participativa das políticas. Portanto, o projeto tem uma relação direta entre o produto (solução) e a cidade.

A equipe se aprofundou no conceito de patrimônio brasileiro imaterial, com foco no Frevo, que é considerado um patrimônio cultural imaterial. Elas formularam uma questão-problema que destaca a necessidade de difundir o conhecimento sobre o Frevo como patrimônio imaterial, a fim de promover sua valorização. A proposta da equipe busca tanto valorizar o Frevo quanto proporcionar uma

experiência de qualidade no espaço urbano por meio das interfaces ubíquas (Figura 55).

Figura 55: Apresentação do projeto Fervo



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

A solução proposta pela equipe é um sistema chamado "Fervo", que oferece um roteiro interativo e tecnológico focado na história do Frevo. Esse roteiro é um roteiro turístico imersivo e gamificado que transporta o indivíduo através das memórias e vivências na cidade. O uso de até quatro artefatos não essenciais, sendo eles: smartwatch, smartphone (celular), sombrinha de cabeça (adereço) e óculos de realidade aumentada, pois permite que os turistas explorem locais de interesse turístico relacionados à história do patrimônio imaterial do Frevo. Diante desse contexto, é possível realizar o roteiro tendo acesso ao sistema com ou sem o fornecimento de alguns dispositivos (Figura 56).

Figura 56: Apresentação da proposta de solução do projeto Fervo



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

A solução foi desenvolvida e distribuída ao longo do bairro do Recife Antigo, que serviu como ambiente de estudo para esse projeto. Em resumo, o sistema incentiva os usuários a percorrer rotas turísticas, coletar informações e itens colecionáveis relacionados ao Frevo.

Como parte do processo de desenvolvimento, a equipe decidiu não criar uma modelagem tridimensional de uma solução específica, tendo como justificativa que se trata de um patrimônio imaterial e queriam trabalhar com a premissa da imaterialidade simulada, ou seja, de forma virtual. No entanto, o aspecto da fabricação digital esteve presente, mas não envolveu a impressão 3D; em vez disso, a equipe optou por utilizar uma cortadora a laser. Isso ocorreu porque elas também queriam aprender a utilizar essa tecnologia e associá-la à solução proposta.

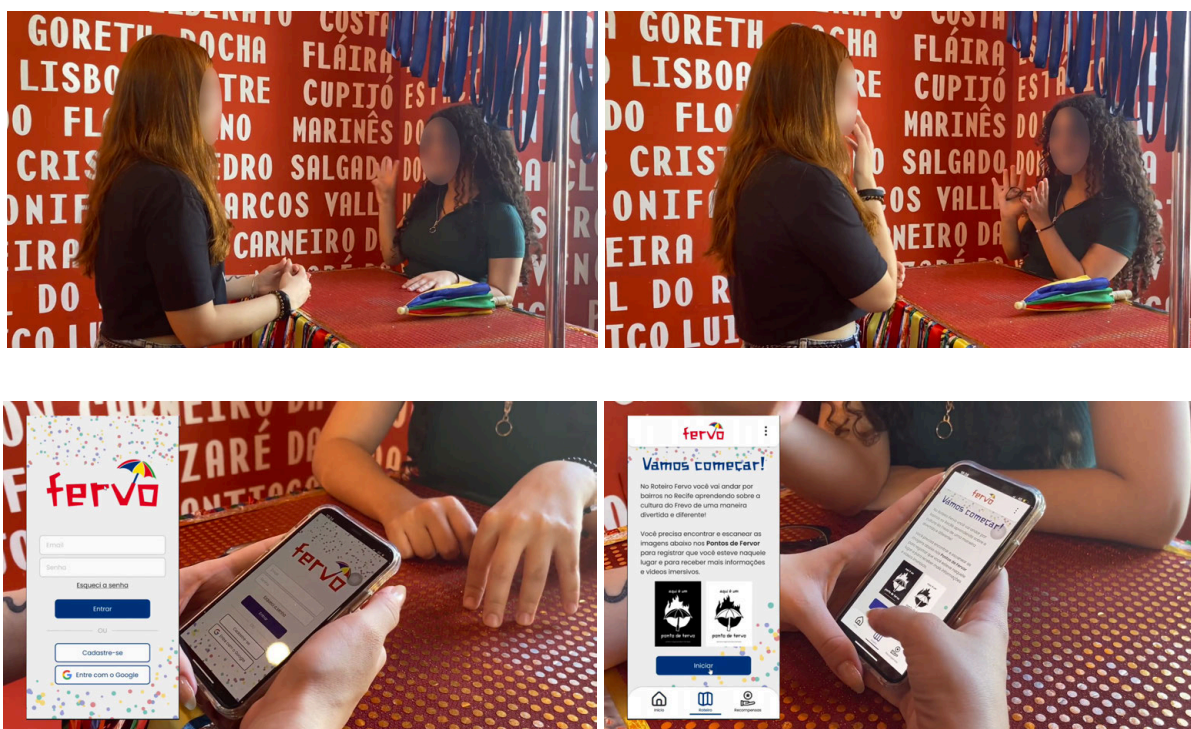
As estudantes desenvolveram um protótipo inovador, que consistiu em um *video prototyping*, ou seja, uma produção audiovisual que apresentava as possíveis interações de um turista tendo contato com a solução projetada, considerando os primeiros passos ao se ingressar no local específico sobre o Frevo na cidade do Recife, chamado "Paço do Frevo". O objetivo era que o turista pudesse interagir com

um serviço oferecido por esse espaço para obter uma rota específica do Frevo ao longo do bairro do Recife Antigo e experimentar as principais imersões relacionadas a esse patrimônio imaterial através da solução Fervo.

A seguir, estão os principais frames do vídeo projetado e desenvolvido pelas alunas. Esse vídeo demonstra a relação entre os dispositivos mencionados anteriormente, a tentativa de distribuir a interface, a relação das interfaces gráficas com esses dispositivos e a criatividade das estudantes na realização de intervenções artísticas no espaço urbano por meio de lambe-lambe.

Inicialmente, uma turista se aproxima da recepção do Passo do Frevo e expressa o desejo de realizar a Rota do Frevo no bairro do Recife Antigo. A pessoa que a recebe informa sobre os tipos de dispositivos que ela pode utilizar e a necessidade de baixar uma aplicação móvel em seu celular para interagir diretamente com as funcionalidades do sistema (Figura 57).

Figura 57: Primeiro contato da pessoa turista com a a solução móvel Fervo



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Após o primeiro contato com a solução móvel e a escolha do tipo de roteiro que a pessoa prefere realizar, ela deve selecionar quais artefatos ou dispositivos

pretende utilizar e, assim, iniciar a rota, identificando o percurso a ser seguido diretamente na solução móvel (Figura 58).

Figura 58: Segundo contato da pessoa turista com a a solução móvel Fervo



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Em seguida, ao se apropriar dos dispositivos e entender o funcionamento da solução, a turista veste os óculos de realidade aumentada e, juntamente com seu *smartwatch*, faz a integração entre os sistemas. Ela recebe uma notificação em seu *smartwatch* informando que há um ponto próximo a ela, e que pode utilizar seu smartphone para visualizar esse ponto e marcar pontos próprios para ganhar colecionáveis (Figura 59).

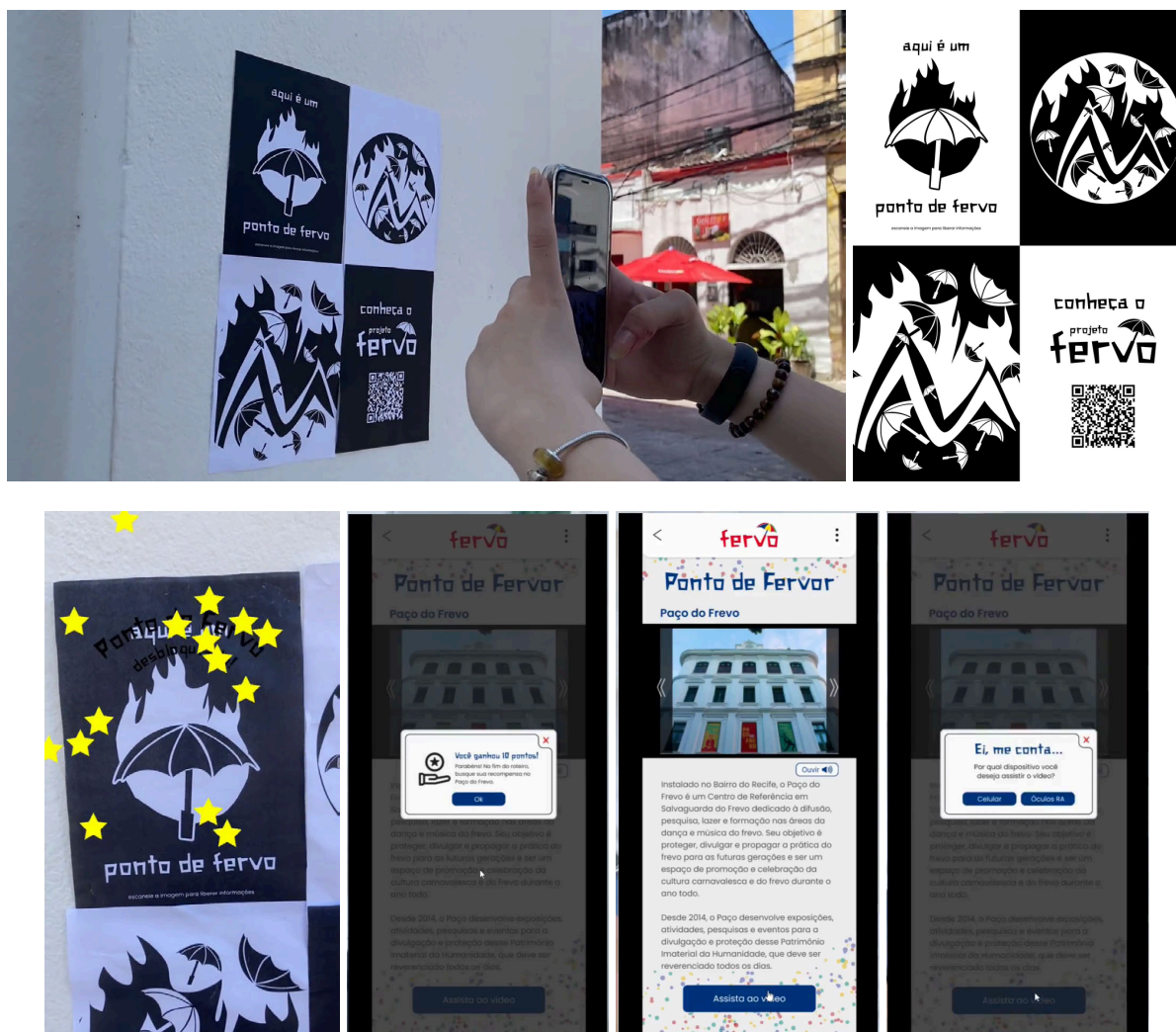
Figura 59: Uso do óculos de realidade aumentada e integração de smartwatch com a solução móvel Fervo



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Esses pontos de frevo são, na verdade, lambe-lambes espalhados pela cidade, e a turista pode reconhecê-los a partir de seu *smartphone* com realidade aumentada. Assim, ela pode mergulhar na história do patrimônio imaterial que é o frevo, educando-se sobre o espaço público e sua relação com a história da cidade e o frevo (Figura 60).

Figura 60: Interação da pessoa turista com lambe-lambes no projeto Fervo



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Após identificar a relação do patrimônio ou monumentos com a cultura do frevo, a aplicação móvel sugere uma visualização de vídeos ou áudios com narrações sobre o espaço e eventos históricos ocorridos naquele local. Isso se dá, pois o sistema considera o GPS e verifica a localização do turista no roteiro estabelecido e aciona (ou desabilita) as funcionalidades no sistema, considerando a característica proxêmica (movimento) de interação. O usuário pode escolher entre assistir o vídeo no smartphone, caso não tenha optado pelos óculos de realidade aumentada durante a fase inicial do roteiro, ou assistir o vídeo diretamente nos óculos de realidade aumentada, se tiver feito essa opção (Figura 61). Dessa forma, a turista pode visualizar instantaneamente as informações que anteriormente estavam disponíveis em seu *smartphone* agora nos óculos que está usando. Isso destaca a

integração entre dispositivos na solução, permitindo que o usuário tenha dois pontos de contato com o mesmo sistema e experimente essa integração de forma calma e transparente.

Figura 61: Simulação da visualização de vídeo por óculos de realidade aumentada



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

Após passar por vários pontos e realizar as atividades, como a leitura dos lambe-lambes, explorar a história dos patrimônios e monumentos, e visualizar conteúdos relacionados à história do frevo e sua relação com o espaço público urbano, a turista conclui o roteiro e retorna ao Paço do Frevo. Lá, ela é atendida por uma pessoa, que entrega os brindes decorrentes do roteiro realizado. Esses brindes são itens colecionáveis (Figura 62), formados por grafismos e elementos visuais que estão diretamente associados à cultura imaterial do frevo, mas foram materializadas através de prototipação e fabricação digital, usando uma cortadora a laser, como mencionado anteriormente. Esses itens colecionáveis são distribuídos ao passo que o turista participe cada vez mais do processo, incentivando as pessoas a fazerem diferentes tipos de roteiros para aprender cada vez mais sobre o patrimônio imaterial e cultural do frevo, bem como aprofundar seu conhecimento sobre a história e melhor se relacionar com a cidade e o próprio patrimônio.

Figura 62: Brindes colecionáveis disponíveis após realização da rota do frevo



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2022)

O fato mais relevante nos exemplos deste projeto é a ênfase na multimodalidade, distribuída por diversos dispositivos, como smartwatch, smartphone e óculos de realidade aumentada. Cada um desses dispositivos contribui de forma única para a imersão do usuário na experiência do roteiro turístico do frevo. Apesar de apresentarem limitações individuais, juntos, eles oferecem uma experiência completa e envolvente.

O smartwatch fornece informações essenciais, enquanto o smartphone é a principal plataforma de interação com o sistema de roteiro. O óculos de realidade aumentada, por sua vez, amplia a experiência visual e auditiva. A conectividade entre esses dispositivos é crucial para a tecnologia calma do projeto, pois permite que o usuário se conecte ao sistema enquanto explora a cidade, ou seja, em fluxo cognitivo, como sugere Quigley (2010).

Além disso, o projeto também aborda a ubiquidade, não apenas na relação entre dispositivos, mas também na interação das pessoas com os elementos dos patrimônios e da cidade. A maneira como os turistas precisam identificar lambe-lambes, ler informações com seus smartphones e estabelecer marcos no roteiro para ganhar itens colecionáveis promove uma interação ativa com a cidade e o patrimônio imaterial do frevo.

Este projeto demonstra uma abordagem robusta e inovadora para envolver as pessoas com a cidade e sua cultura, e a forma como ele integra dispositivos e interações em uma experiência imersiva é notável. Além disso, a transição das aulas remotas para as aulas presenciais permitiu explorar de forma mais eficaz o meio físico, tornando a experiência ainda mais envolvente.

3.7.4. Considerações e lições aprendidas

Pela experiência com a disciplina e a proposta em conjunto com outra disciplina (fabricação digital), sentimos a necessidade de ter uma proposição mais direcionada ao contexto da vivência pessoal, a fim de conseguir aproximar mais a realidade concreta com a dinâmica do desenvolvimento de um design que pudesse causar maior senso de pertencimento, tal como foi visto no projeto Fervo, que permitiu ter, além de todas as qualidades já citadas, um resgate e associação com a **cultura local** de alguma maneira.

Um dos principais aprendizados com essa turma foi a importância de considerar o **espaço físico** como um elemento essencial no processo de design e na criação de soluções para os desafios propostos pela disciplina. Anteriormente, o espaço físico não havia sido completamente explorado como parte do processo de design, mas com os dois últimos projetos apresentados pela turma, especialmente o projeto do frevo, ficou claro como o ambiente físico pode desempenhar um papel fundamental na criação de soluções que impactam positivamente as pessoas que o utilizam no dia a dia.

O projeto do frevo, que se concentra no bairro do Recife Antigo, destacou a importância de entender e considerar o espaço físico em que as soluções serão

implementadas. Isso levou a equipe a explorar como as soluções criadas na disciplina poderiam melhorar a qualidade de vida das pessoas que frequentam esse espaço. Essa abordagem de considerar o ambiente físico como parte integrante das soluções demonstrou um aprendizado significativo para a turma e, em especial, para mim.

Além disso, os três projetos apresentados pelos estudantes - o ambiente interativo, as hortas urbanas e o projeto do frevo - mostraram como suas vivências pessoais e conexões com diferentes espaços físicos influenciaram suas escolhas de projeto e soluções. Isso destacou a importância de relacionar as soluções com o ambiente em que as pessoas vivem e interagem, pois isso pode levar a soluções mais relevantes e impactantes.

Em resumo, o principal aprendizado foi a necessidade de considerar e explorar o espaço físico como parte fundamental do processo de design, garantindo que as soluções criadas estejam alinhadas com as necessidades e contextos dos usuários nos ambientes em que serão implementadas. Essa abordagem pode levar a soluções mais eficazes e significativas.

Um outro elemento em que podemos destacar e que trouxe um destaque interessante para o desenvolvimento da estrutura da disciplina foi justamente os dois elementos novos dentro dessa turma: A **modelagem tridimensional** e a **fabricação digital**.

Para a modelagem tridimensional, como já mencionado, especialmente nos dois primeiros projetos, foi possível perceber um impacto significativo na forma como as equipes dos projetos percebiam e compreendiam seus projetos. Isso incluiu não apenas a compreensão da volumetria, mas também a relação do artefato físico com as interações e os aspectos de escala, considerando elementos como ergonomia e a relação com o espaço físico. A modelagem tridimensional permitiu que as equipes concebessem e visualisassem soluções de uma forma mais completa, indo além dos esboços bidimensionais. Além disso, a materialização desses modelos tridimensionais possibilitou uma melhor compreensão da qualidade estética, prática e, em última instância, a qualidade simbólica das soluções (Löbach, 2001).

Observou-se que esses elementos percorreram o desenvolvimento dos artefatos físicos e que os estudantes conseguiram desenvolver uma capacidade melhor de associar o produto com a implementação de hardware, mesmo que de forma simulada, prevendo espaços necessários para o hardware. Isso incluiu o entendimento de como sensores e atuadores, como o Arduino, poderiam ser incorporados em uma solução com base em considerações como o tamanho do artefato, a fiação necessária e outros elementos que compõem o arranjo de hardware.

Esses novos elementos, modelagem tridimensional e fabricação digital, enriqueceram o processo de design e permitiram que os estudantes explorassem soluções de maneiras mais concretas e tangíveis, levando em consideração não apenas a parte estética, mas também a funcionalidade prática e o contexto em que as soluções seriam implementadas.

Conforme já destacado ao longo dessas considerações, observa-se que as palavras-chave para o feedback coletado dessa turma foram (Figura 63):

Figura 63: Nuvem de palavras resultante do feedback da turma 2022.2



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Por Modelagem 3D e Fabricação Digital, atribuo a recorrência dessas palavras nos feedbacks pelo fato desses elementos serem particularmente significativos

devido à relação entre as disciplinas e ao impacto no aprendizado coletivo. A entrega conjunta das disciplinas de modelagem tridimensional e fabricação digital consolidou uma abordagem integrada que teve um impacto significativo nos estudantes da turma. Ambas as disciplinas fazem parte do processo de avanço do curso, e, portanto, as notas atribuídas nessas disciplinas são importantes para que os estudantes prossigam para o próximo período.

Além disso, o aprendizado coletado a partir dessas disciplinas foi valioso devido a vários fatores. Primeiramente, os estudantes tiveram a oportunidade de compreender materiais e explorar a criação de artefatos físicos. Muitos deles perceberam a importância de equilibrar o foco no desenvolvimento de interfaces gráficas com uma abordagem mais concreta e prática na materialização de produtos, tendo em vista que sempre foi comum receber críticas de algumas pessoas em relação ao curso, pelo fato de não ter um direcionamento maior para **design de produto**.

E mais, a experiência com novas tecnologias, como impressoras 3D e cortadoras a laser, foi destacada. Essas tecnologias não são familiares para todos os estudantes e são altamente relevantes para a criação de produtos físicos. A cortadora a laser, em particular, é usada em nichos específicos de mercado, como sinalização e indústria têxtil, o que adicionou um elemento prático e aplicado ao aprendizado dos estudantes.

No geral, esses elementos contribuíram para uma experiência de aprendizado enriquecedora, destacando a importância da integração de habilidades de modelagem tridimensional e fabricação digital no contexto do curso.

3.8. EXPERIMENTO #06 | TURMA 2023.1

Após dois anos e meio de prática de processos para o desenvolvimento de projetos em interfaces ubíquas numa sala de aula, chega o momento final do contato com a coleta de dados, considerando a turma de 2023.1 como a minha última turma durante esse processo de pesquisa, contendo um total de 21 pessoas, subdividida em 05 equipes. Durante todo esse percurso, atuei como um pesquisador que faz

parte do processo, idealizando e implementando as mudanças necessárias. Após refletir sobre os resultados positivos da turma anterior, mantive a proposta de parceria com a disciplina de Fabricação Digital, dando margem para a consolidação da modelagem 3D no processo, entretanto, percebi a necessidade de algumas modificações na estrutura até então apresentada.

Até aquele momento, eu me sentia satisfeito com o progresso que os estudantes haviam alcançado ao longo do curso e como o processo estava evoluindo. No entanto, uma lição aprendida com a turma anterior me fez realizar um ajuste novamente e, de grande relevância, que foi a importância do espaço físico como parte do requisito projetual e pertencente ao cotidiano das pessoas, assim como, como ele influencia a dinâmica do processo e, por consequência, as soluções propostas. Portanto, nesta nova turma, foi necessário observar e propor uma nova condição que ajudasse na sensibilização do espaço e na compreensão do Design da Interação complementado pela proposta do ritual matinal.

A diferença notável foi que, na estrutura da disciplina, a sensibilização agora ocorria também como uma **imersão in loco**, ou seja, uma imersão direta no ambiente. Isso foi estabelecido no primeiro mês de encontros, durante a etapa de entendimento da disciplina (Figura 64). Escolhemos explorar o bairro do Recife antigo, o ambiente físico mais próximo da nossa realidade devido à localização da instituição.

Figura 64: Estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas para turma 2023.1

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Saímos para essa imersão sem um roteiro pré-estabelecido e, de forma orgânica e dialógica enquanto percorremos as ruas do bairro, escolhemos os percursos enquanto observávamos o ambiente. Durante esse passeio, tínhamos como objetivo observar espaços inativos e/ou vazios urbanos, bem como locais com objetos e artefatos que tinham potencial para a aplicação de soluções de design, focando nas interfaces ubíquas. Isso nos permitiu uma perspectiva mais próxima das pessoas com o ambiente urbano, com ênfase na aplicação do Design.

Ao longo do percurso, enquanto observávamos o espaço urbano, instruí os estudantes a tirarem fotografias e fazerem vídeos dos principais espaços que eles identificassem como potenciais para a aplicação do Design. Essencialmente, registramos todas as ruas que percorremos durante o passeio. Após a conclusão desse registro, pedi que todos os alunos fizessem o upload das fotografias e vídeos para uma pasta no Google Drive que foi disponibilizada pelo Google Classroom da turma.

Posteriormente, realizamos uma seleção e filtro dessas fotos, levando em consideração quais eram repetitivas ou quais melhor enquadravam os espaços, artefatos ou equipamentos urbanos identificados nos registros. Após essa seleção, fizemos a impressão desses registros e todas essas fotos impressas foram afixadas

na parede da sala de aula. Isso permitiu que todas pessoas envolvidas com a disciplina tivessem contato com os espaços físicos, mesmo que não estivessem percorrendo o bairro diariamente. Ou ainda, mesmo que algumas pessoas vivenciassem determinadas ruas por estar nos seus percursos rotineiros, tínhamos a possibilidade de discutir em conjunto, caso fosse possível realizar tais discussões sem a necessidade do deslocamento.

Essa exposição das fotografias na sala de aula foi particularmente útil nos momentos em que precisávamos realizar processos de ideação dentro do contexto das técnicas de criatividade e, portanto, como mostra na Figura 64 (Estrutura da disciplina Design de Interfaces Ubíquas para turma 2023.1), adentrando na fase de desenvolvimento da disciplina. Ter todas as fotos expostas facilitou a troca de informações e permitiu que usássemos papel vegetal, por exemplo, para criar esboços em cima das fotografias. Isso possibilitou discutir a melhor maneira de como esses espaços ou os artefatos identificados nos registros poderiam ser explorados dentro do processo de Design das interfaces ubíquas.

É importante ressaltar que esse passeio não estava diretamente relacionado à arquitetura ou ao urbanismo, mas os estudantes poderiam escolher elementos relacionados a essas áreas, se isso estivesse alinhado com a sensibilização proposta e com o projeto em que estivessem envolvidos.

Vale aqui um registro puramente subjetivo, mas claramente impactante no processo, que foi a visualização de como esse tipo de atividade despertou nas pessoas da turma uma afinidade com o conteúdo e a capacidade resolutive dentro do contexto da disciplina que não havia experimentado ainda. O senso de curiosidade e vontade de mergulhar nas possibilidades ficaram bem evidentes na maioria das pessoas da turma. No entanto, no desenrolar do período, já próximo do fim da disciplina, notei que esse envolvimento com os espaços não se fazia mais da mesma forma, mesmo sendo sugerido que as propostas finais tivessem que ser implementadas nos locais selecionados pelos estudantes das equipes - fato este que não ocorreu.

3.8.1. Baque Mestre

Intitulado de "Baque Mestre", essa proposta de design no contexto das interfaces ubíquas traz como elemento principal de seu desenvolvimento a referência ao Maracatu, uma manifestação cultural muito presente na cultura recifense e pernambucana, especialmente no bairro do Recife Antigo, que é um dos espaços emblemáticos para o festejo do Carnaval e a manifestação do Maracatu. Esta solução foi desenvolvida como uma maneira de promover a cultura do Maracatu e envolver as pessoas na experiência de tocar uma Alfaia, um instrumento tradicional do maracatu, de forma divertida e educacional.

Eles identificaram a potencialidade de uma solução dedicada a essa característica da cultura. A equipe descreve a solução como um "Alfaia" de Maracatu que pode ensinar qualquer pessoa a tocar as batidas da cultura local. Este instrumento foi projetado para levar o Maracatu para qualquer lugar do mundo, assumindo o formato de um Alfaia, que é um instrumento de percussão tradicional. Porém, esta versão possui tecnologia embarcada e se conecta aos smartphones das pessoas, principalmente os turistas que visitam a cidade.

Inicialmente, como parte do processo de sensibilização da disciplina, além dos elementos previamente descritos na estrutura da disciplina, como *benchmark* e rituais matinais, os estudantes da equipe desenvolveram um registro fotográfico (Figura 65).

Figura 65: Registro fotográfico do projeto Baque Mestre

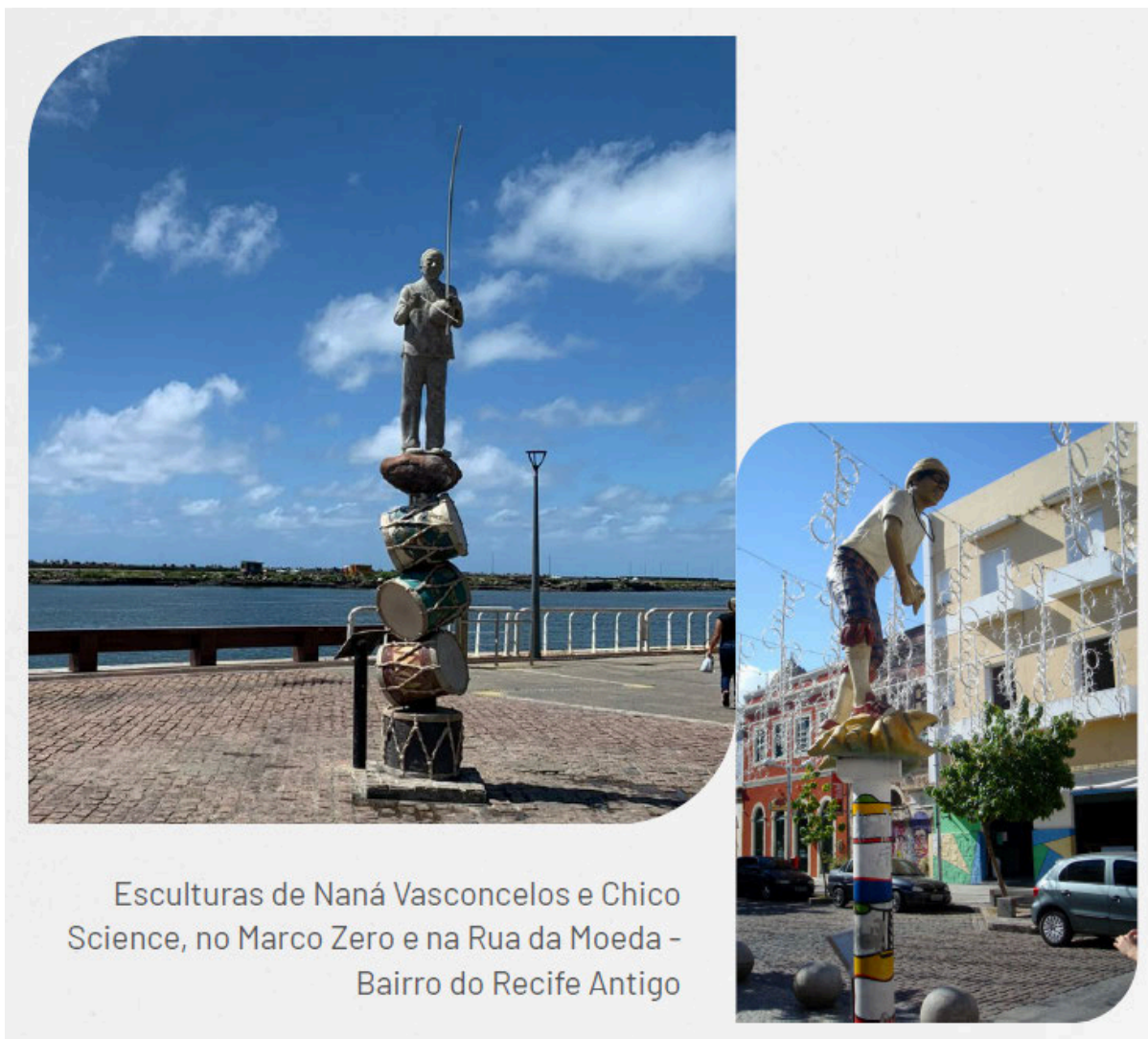
Registros



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

Eles escolheram como principais fontes de inspiração a escultura de Chico Science, que está presente na Rua da Moeda, e a escultura de Naná Vasconcelos, que está localizada no Marco Zero do bairro do Recife Antigo (Figura 66).

Figura 66: Principais fontes de inspiração para o projeto Baque Mestre



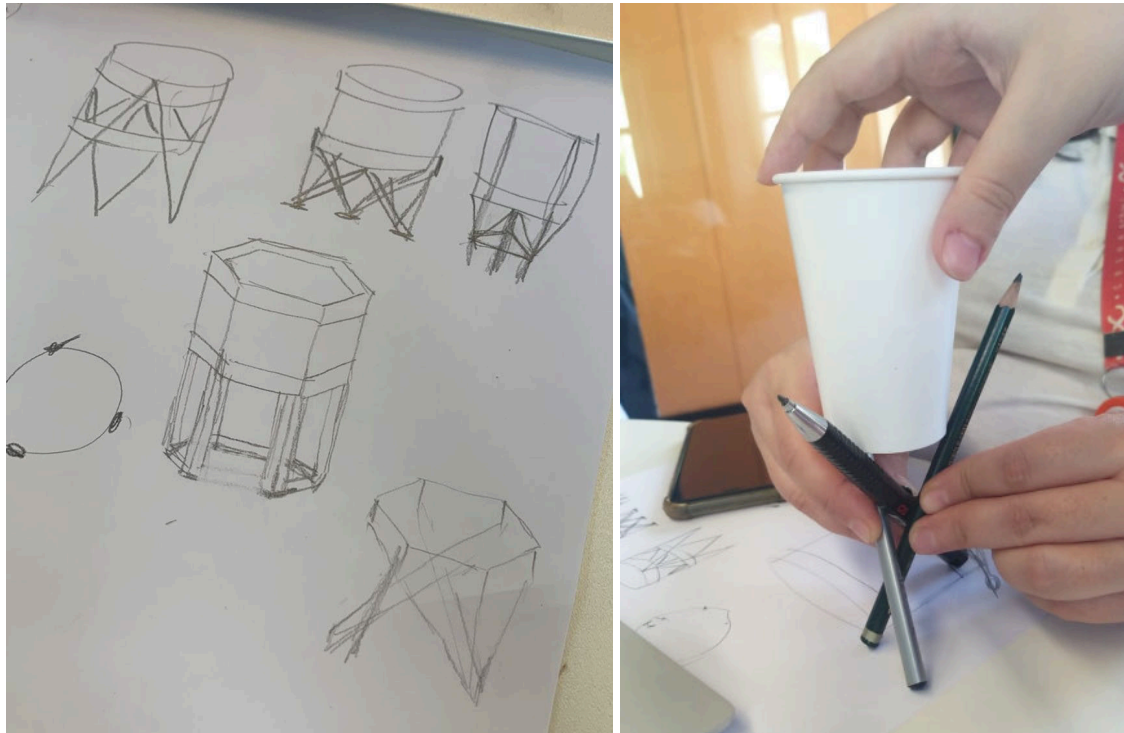
Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

Após o processo de imersão e a coleta de registros fotográficos, as equipes precisaram iniciar o processo de definição da solução. Para isso, utilizaram a ferramenta de ideação do IoT Inventor Toolkit, conforme mencionado anteriormente em outras turmas. No contexto específico desta equipe, foram estabelecidos cenários, missões e personas dentro da estrutura do toolkit que faziam parte do contexto identificado com a imersão. Avançando no processo e considerando que a solução seria focada no Maracatu, estabeleceram uma relação com o instrumento musical da Alfaia.

Durante essa fase, foram feitos esboços que exploravam a estrutura da Alfaia com a tecnologia embarcada. Além disso, foram pensadas maneiras de criar

estruturas utilizando materiais simples encontrados na sala de aula, como lápis grafite, lapiseiras, canetas e copos de papel, que eram elementos do dia a dia dos estudantes na instituição. Essa abordagem permitiu a compreensão da volumetria e a proposição de um artefato físico (Figura 67).

Figura 67: Volumetria e proposição de artefato físico para o projeto Baque Mestre



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

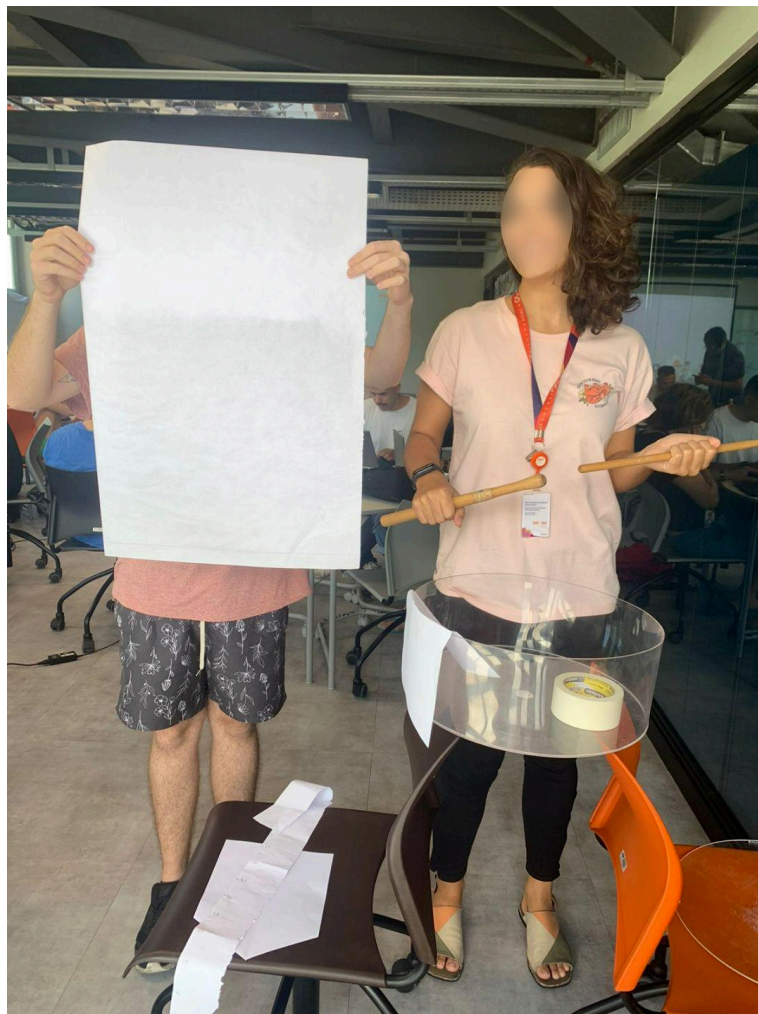
A fabricação digital desempenhou um papel importante neste contexto, uma vez que havia parceria com outra disciplina do curso de mesmo nome. Isso trouxe a necessidade de entender como a solução do artefato físico se comportaria após o processo de impressão 3D ou cortadora a laser, garantindo sua concretude e funcionalidade. Portanto, a modelagem tridimensional (Figura 68) facilitou o entendimento da estrutura do projeto e, principalmente, auxiliou os estudantes da equipe a compreenderem a escala do artefato.

Figura 68: Modelagem tridimensional do artefato físico do projeto Baque Mestre

Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

Isso foi essencial para que tivessem uma percepção mais clara do aspecto ergonômico da solução. Dado que o artefato estaria sendo utilizado por pessoas de diferentes alturas, era fundamental considerar a ergonomia, uma vez que a altura de uso influencia a força aplicada sobre o instrumento musical de percussão. Logo, para auxiliar nesse processo, foi sugerido aos estudantes que criassem protótipos de baixa fidelidade. O objetivo era entender quais seriam as relações e associações que o artefato físico teria com os potenciais usuários. Portanto, eles foram solicitados a utilizar materiais acessíveis, como papelão, caixas de papelão, papel e até mesmo outros materiais de fácil obtenção, como resíduos sólidos e afins. Esses materiais foram escolhidos por serem facilmente encontrados e manipulados durante o processo de prototipação. No caso desta equipe, uma pessoa integrante possuía uma peça de acrílico que se assemelhava a volumetria da alfaia, outra integrante já havia participado de um grupo de Maracatu da cidade do Recife e possuía baquetas de alfaia, e assim, foi possível verificar as características de uma possível solução dentro dos parâmetros citados acima (Figura 69).

Figura 69: Uso de artefatos físicos das integrantes da equipe para viabilizar a verificação das características da solução proposta pelo projeto Baque Mestre



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

Os modelos tridimensionais também foram úteis para compreender a estrutura e as peças que seriam necessárias para desenvolver toda a parte de hardware. Além disso, ajudaram a visualizar como esse hardware seria integrado à Alfaia sem afetar diretamente sua volumetria e sem comprometer a estética do instrumento musical. Como uma base para a criação de um protótipo de média ou baixa fidelidade, a modelagem tridimensional desempenhou um papel fundamental ao permitir que os estudantes avaliassem melhor a solução proposta nessa fase do processo.

Vale ressaltar que essa dinâmica de escolha de materiais e seleção de elementos para testes e verificação das possibilidades se deu de forma bastante

orgânica e intuitiva, assim como, ocorreu nessa equipe uma subdivisão das tarefas de forma bem natural. As duas pessoas citadas se responsabilizaram pela prática da manufatura nessa etapa do processo e outras duas se dedicaram a entender a lógica de hardware e software da solução.

Quanto ao trabalho das duas últimas pessoas, se faz necessário abrir um destaque nesta equipe, justamente porque conseguiram implementar código e desenvolver uma saída de sistema com as luzes de LED controladas por um Arduino, levando em consideração o ritmo e compasso de uma música do maracatu.

Essa fase inicial do experimento, ou seja em baixa fidelidade, era composta especificamente com a placa de Arduino, a fiação e as luzes de led, além de sensores piezoelétricos (para identificar pressão ou força, neste caso as batidas das baquetas). Essa foi a primeira vez que uma equipe conseguiu estabelecer uma relação direta entre o hardware e o conceito proposto numa solução e ter uma experimentação em baixa fidelidade dando a possibilidade de entender melhor como as interações podem ocorrer. Nesse caso, nós verificamos que as luzes de LED não estavam condizente com o tempo certo da música, então sugeri que a estudante que estava à frente da programação para o Arduino realizasse a localização da partitura da marcação específica do maracatu a ser tocado pelos usuários da solução e, assim, encontrar o tempo certo para o acionamento das luzes em LED. A partitura foi localizada e traduzida em código, conseguindo ter sucesso na proposta. Esse episódio me trouxe a reflexão do quanto o *sound design* é um elemento crucial na imersão de interfaces e está presente no contexto das interfaces ubíquas, mas ainda é muito distante da práxis desse requisito por parte dos estudantes e que a própria instituição não dá suporte para esse nicho da atividade de design.

Como resultado da prototipação, especialmente com a utilização da modelagem tridimensional e da fabricação digital, a equipe optou por empregar uma cortadora a laser para criar a estrutura de suporte da Alfaia. Além disso, eles também utilizaram a cortadora a laser para fabricar a própria estrutura de suporte para o *hardware*, que incluía o Arduino, as luzes de LED e os sensores piezoelétricos embarcados no projeto. Para essas estruturas, foram empregados materiais como papelão-couro, papel pinheiro, acrílico de 3mm e chapas de MDF de 6mm (Figura 70). O papelão couro foi usado para o revestimento externo, dando forma à

volumetria da Alfaia, o MDF serviu para a estrutura interna e os pés do artefato; o acrílico serviu como equivalente ao couro da alfaia, na parte superior, onde ocorre a interação com as baquetas. Optou-se pelo acrílico na parte superior por ser transparente e remeter a um material frágil, para que as pessoas não aplicassem muita força com a baqueta a ponto de danificar o protótipo, assim como, para que fosse possível visualizar o hardware embarcado.

Figura 70: Materiais utilizados pela equipe do projeto Baque Mestre para prototipação da solução

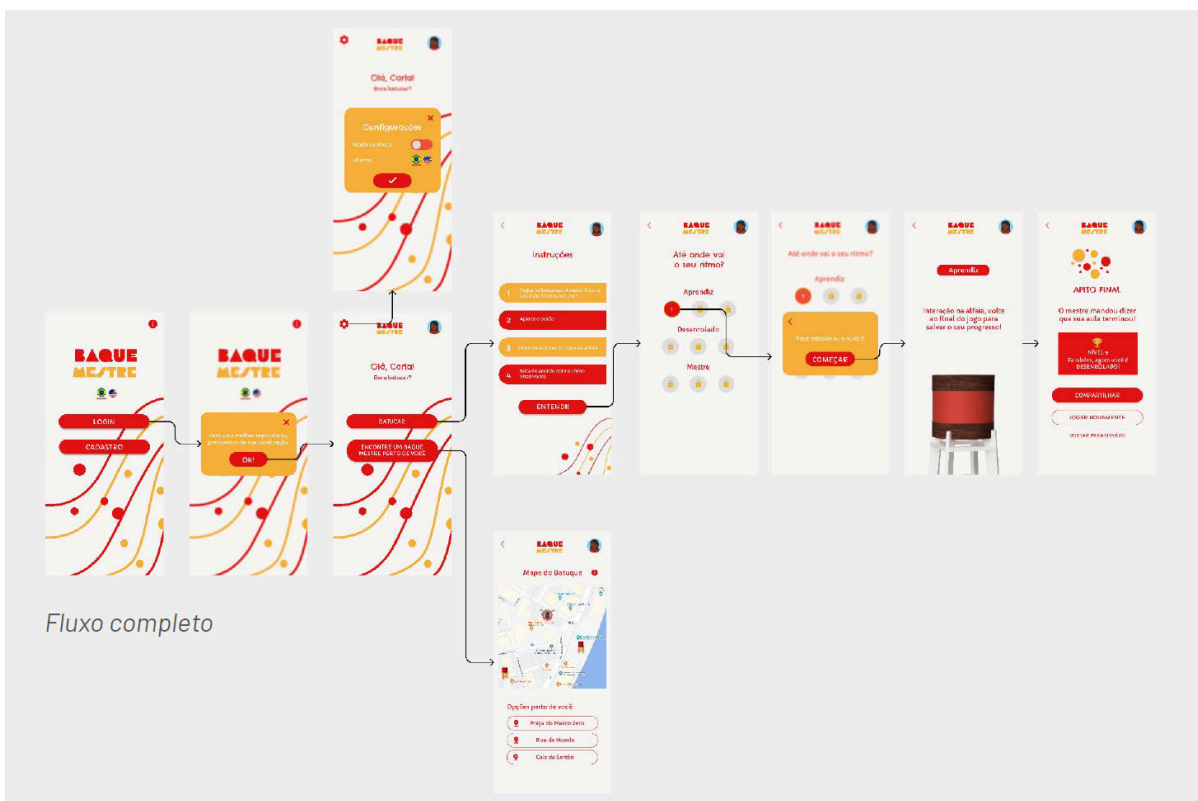


Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

Como já mencionado, o "Baque Mestre" é composto por LEDs, alto-falantes e baquetas, permitindo que as pessoas aprendam a tocar um instrumento que

tradicionalmente requer um processo de aprendizado mais longo. A Alfaia se conecta a um aplicativo móvel (Figura 71) que oferece diferentes níveis de dificuldade para os usuários aprenderem a tocar o instrumento. As luzes de LED indicam quando e onde o usuário deve tocar a Alfaia com as baquetas, orientando-os sobre qual baqueta usar. A interação com o objeto é simples, semelhante a um brinquedo de criança dos anos 80 chamado "Genius", tornando-o acessível para pessoas de todas as idades e níveis de habilidade.

Figura 71: Aplicativo móvel proposto pela equipe do projeto Baque Mestre



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

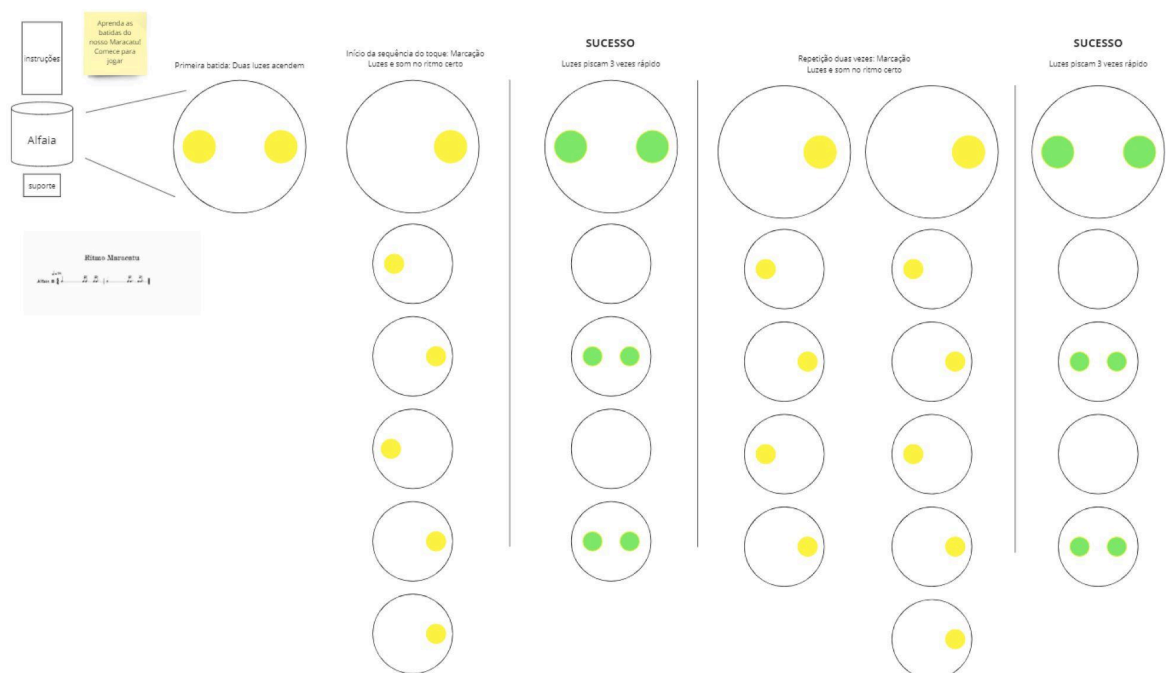
Durante o uso do "Baque Mestre," o usuário só precisa se concentrar na Alfaia enquanto a aplicação móvel faz todo o processamento em segundo plano. Para conectar a Alfaia ao celular, basta escanear um QR Code presente nela, e o jogo começa. O usuário simplesmente precisa retirar as baquetas do compartimento para iniciar a interação. Para finalizá-la, o usuário deve colocar as baquetas de volta.

Os modos de sistema, como ativação, escuta, repetição e stand-by, são introduzidos por meio de sequências de sons e luzes visuais na própria Alfaia. Além

disso, a aplicação móvel oferece *feedback* visual quando usada em conjunto com o smartphone. Os modos estão sempre indicados por luzes de LEDs e saídas sonoras na Alfaia (Figura 72). Portanto, o usuário sabe em que modo a Alfaia está durante a interação. Quando o usuário está realizando a marcação do maracatu, luzes acendem de acordo com a batida da baqueta (em amarelo), quando há o término da marcação e sucesso do fluxo, luzes piscam 3 vezes de forma rápida (em verde).

Figura 72: Feedback visual disponível no aplicativo Baque Mestre

ATIVAÇÃO DIRETAMENTE PELA ALFAIA + JOGO



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

A aplicação móvel adiciona equidade ao artefato, permitindo que o usuário selecione níveis de jogo, salve e compartilhe sua pontuação e escolha músicas para acompanhar. A Alfaia, por si só, já apresenta uma interface que reproduz a dinâmica de uso de um instrumento musical. Essa interface é estendida para a aplicação móvel, e a conectividade entre os dois objetos traz a noção de ubiquidade, discutida ao longo da disciplina.

A equipe teve um debate interno considerável sobre como seria ter ubiquidade entre dois objetos tão diferentes, considerando se deveria haver a mesma interface ou interações em ambos os dispositivos. No entanto, eles chegaram à conclusão de

que não era necessário que as interações fossem idênticas em todos os dispositivos do ecossistema. Portanto, a aplicação móvel oferece interações e funcionalidades específicas que se relacionam diretamente com a Alfaia, mantendo a singularidade de cada dispositivo e distribuindo a interface de acordo com a proposta da ubiquidade.

3.8.2. Recitour

Figura 73: O projeto Recitour

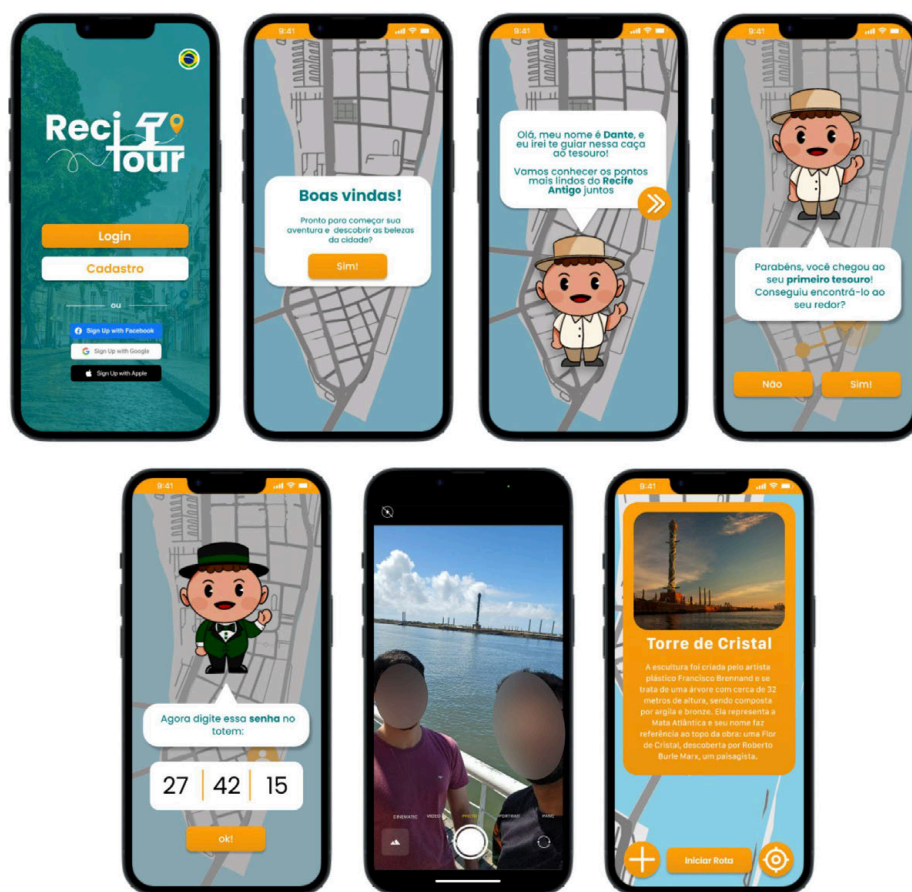


Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

O projeto Recitour (Figura 73) é uma proposta de um totem como um equipamento urbano no qual turistas, visitantes ou trabalhadores do bairro do Recife Antigo podem acessar informações geográficas, históricas e culturais do local, bem como estabelecer uma conexão com figuras icônicas da cultura de Pernambuco, como o Homem da Meia-Noite.

A ideia é oferecer informações de forma inovadora aos turistas e àqueles que buscam informações sobre a cultura pernambucana, relacionando com a cultura do Estado e, neste caso, especialmente com elementos presentes no Carnaval de Recife, uma vez que o bairro do Recife Antigo é um dos locais de celebração dessa festa popular. O mobiliário em si possui uma interface gráfica com uma tela, representa a figura do Homem da Meia-Noite transformando-o no próprio totem, e também inclui um aplicativo móvel para *smartphones* (Figura 74), que desempenha um papel fundamental na distribuição da interface e na coleta de informações.

Figura 74: Exemplo de interface gráfica para dispositivo móvel do projeto Recitour



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

De imediato, é possível identificar que essa relação com elementos da cultura, assim como a associação com a cultura do carnaval no próprio espaço do Recife Antigo, se faz presente, principalmente pelo fato de que a imersão in loco foi desenvolvida nesse bairro em específico. Isso tem um aspecto significativo e forte

para as pessoas da cidade e aquelas que usufruem desse ambiente. Portanto, observa-se que parte dos estudantes, mas não apenas neste projeto, como já visto anteriormente em projetos anteriores, há uma forte influência dessa necessidade de abordar a cultura. Além disso, há uma percepção de que, ao se colocarem na condição de turistas, não há tanta informação disponível sobre a própria cultura ou o carnaval no espaço em questão.

Sendo assim, considerando a fase inicial da imersão no local, após as etapas de *benchmark* e dos rituais matinais, conforme estabelecido na fase de Entendimento da disciplina, foi realizada a imersão *in loco* e os estudantes fizeram registros dos locais (Figura 75) que mais chamaram a atenção, buscando visualizar quais espaços seriam interessantes ou apresentassem potencial para a proposição de um artefato, no caso, o mobiliário urbano. Um ponto importante e positivo derivado da atividade proposta foi a possibilidade de identificar que os espaços mais registrados durante a imersão, tiveram um impacto relevante no processo criativo e desenvolvimento da solução. Trata-se da realização da análise e seleção dos principais espaços do bairro que se relacionam com o contexto da solução, gerando a elaboração de uma funcionalidade de mapa e nele a identificação destes pontos específicos, pois são relativos à cultura e ao turismo, presente na aplicação e no próprio totem, assim como, a localização de outros totens espalhados pelo bairro, de modo que os usuários possam acessar as principais informações da solução, que incluem compreender sobre os espaços físicos, os monumentos e a cultura, entre outras informações relevantes para um turista, por exemplo.

Figura 75: Registro fotográfico do projeto Recitour

Fotos

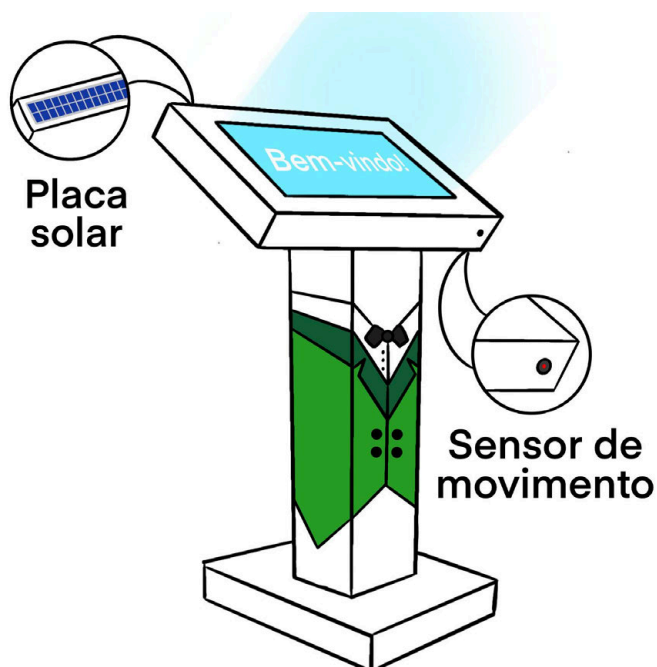


Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

Após a identificação dos espaços no bairro do Recife antigo e do entendimento do contexto da solução a partir do processo desenvolvido na ferramenta de ideação do IoT Inventor Toolkit, foi possível observar a etapa de

criatividade sendo desenvolvida principalmente em sala de aula, a partir de esboços e desenhos à mão livre no papel e caneta, assim como a utilização do próprio quadro branco com piloto, o que permitiu uma discussão mais ampliada não apenas com a equipe, mas uma abertura para toda a turma. Inicialmente, a equipe estava desenvolvendo a perspectiva de um artefato físico com a característica de um totem tradicional (Figura 76), semelhante aos que se encontram em espaços públicos, como shoppings.

Figura 76: Primeiro modelo de totem ideado pela equipe

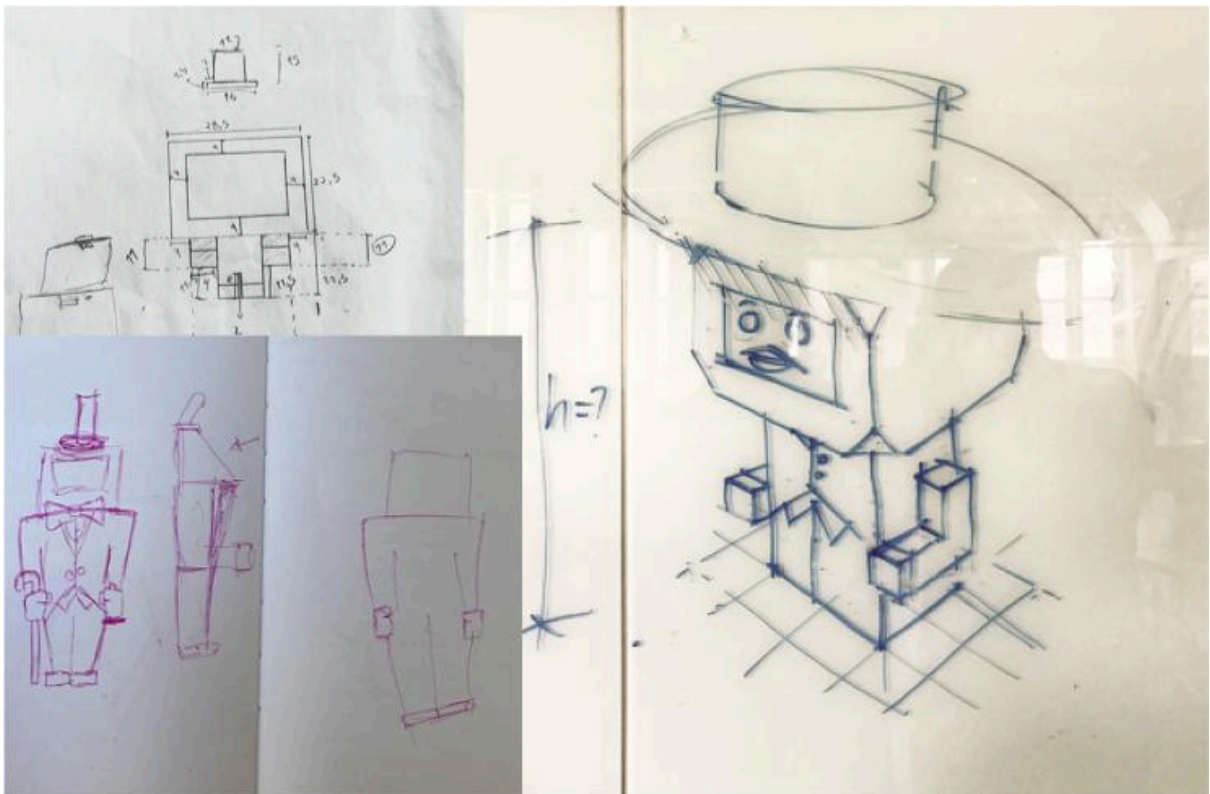


Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

No entanto, após um debate em sala de aula, de forma horizontal com a participação de toda a turma, um ponto relevante foi levantado, principalmente, sobre a influência do totem no contexto cultural e como esses totens podem aproximar os turistas de personagens característicos da cultura do estado, assim, a turma sugeriu a possibilidade do totem se transformar no próprio personagem. Após esse diálogo, a equipe voltou para o processo de criação utilizando as mesmas ferramentas disponíveis na sala de aula, como papel e o quadro branco, para criar desenhos e esboços que ajudassem a entender como seria o resultado final (Figura 77). Neste momento, participei ativamente do processo criativo, tendo em vista que

poderia contribuir com a lógica da fabricação digital, principalmente levando em conta o uso da cortadora a laser, por ser considerada o melhor processo para a materialização da solução e, assim, a proposição do desenho da personagem levou em conta as possibilidades de corte e planificação. Nesse contexto, outras discussões ocorreram, tais como sobre a localização da tela, inclinação da tela para uma visualização adequada do usuário e outros elementos que compõem o desenvolvimento de um artefato físico, como possibilidades de materiais, ferragens, entre outros.

Figura 77: Desenhos iniciais da proposta em papel em quadro branco com pílto



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

O fato curioso nesse contexto do processo criativo dessa equipe é que, normalmente, em um ambiente de sala de aula, há uma condição em que o docente se coloca em uma posição de hierarquia, passa atividades para os estudantes e espera que eles resolvam por conta própria, trazendo informações que possam direcionar o processo. No entanto, neste caso, não houve da minha parte uma liderança passiva, mas sim uma liderança ativa, buscando aproximar o espaço de

sala de aula com os ambientes de trabalho em escritórios ou estúdios de design, em que assumindo a condição de designer-docente, participei ativamente do processo e contribui junto com a equipe no projeto.

Ao longo desses anos, utilizando a disciplina como um espaço de experimentação, especialmente no contexto de entender o processo de design para a formatação de uma interface ubíqua, ficou claro que neste espaço de sala de aula, para elaboração de um artefato físico requer conhecimentos prévios específicos. Como já mencionado anteriormente, os estudantes que participaram da grade curricular dessa instituição não possuíam todo o repertório necessário para abordar esse tipo de especificidade de projeto. Portanto, minha participação ativa junto à equipe foi de grande importância, principalmente na tomada de decisões e na compreensão do processo de fabricação por cortadora a laser.

Os estudantes estavam em um estágio inicial de aprendizagem em relação à disciplina de fabricação digital e não possuíam conhecimento específico sobre essa técnica. Nesse contexto, minha contribuição foi fundamental para auxiliar a equipe a adquirir as habilidades necessárias e compreender como utilizar a cortadora a laser para materializar o projeto de interfaces ubíquas. Essa participação ativa permitiu os estudantes superarem as limitações iniciais e alcançar um nível mais avançado de desenvolvimento do projeto, garantindo sua viabilidade técnica e criativa.

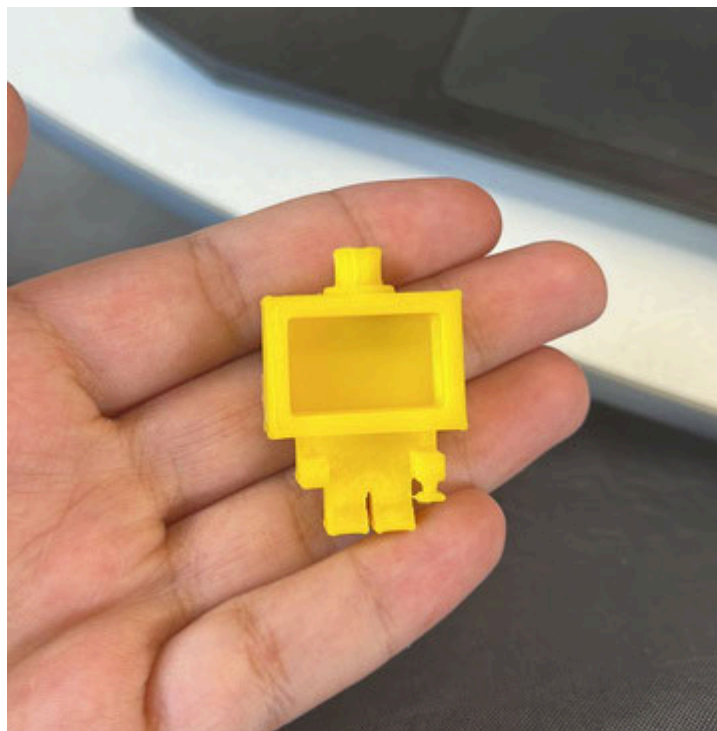
No entanto, percebi que minha participação não interferiu negativamente no processo criativo dos estudantes. Pelo contrário, ao fornecer conhecimento técnico nesse momento do processo sobre a fabricação a laser e sugerir a forma de materializar o projeto, os estudantes se apropriaram desse momento de troca de conhecimento e conquistaram novos espaços criativos, resultando em propostas mais interessantes e bem desenvolvidas do que as iniciais. Pouco tempo depois, o conteúdo foi tratado pelo docente da disciplina de Fabricação Digital e fez um fechamento no conhecimento necessário entre as pessoas da equipe para a elaboração da materialização do projeto.

Vale salientar que enquanto designer-docente, não tomei o controle do projeto, me coloquei na mesma condição que as pessoas da equipe, ou seja, mais um designer e auxiliei na execução, permitindo que a equipe tivesse uma discussão

horizontal, o que levou a uma solução mais adequada às necessidades do projeto, indo além da perspectiva inicial de um totem tradicional.

E por se tratar do conhecimento da fabricação digital, mais especificamente sobre a cortadora laser, os estudantes precisaram realizar a modelagem tridimensional do produto e desenvolver protótipos em baixa fidelidade para compreender a volumetria da solução que estavam buscando estabelecer. Inicialmente, foi realizada uma impressão 3D em escala para identificar a relação de volumetria do artefato (Figura 78).

Figura 78: Impressão 3D em escala do artefato físico ReciTour



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

Posteriormente, foi proposto que os estudantes realizassem um protótipo em papelão, levando em consideração a volumetria desenvolvida pela modelagem tridimensional e o esquema de corte para uma cortadora a laser (Figura 79).

Figura 79: Protótipo do personagem do projeto ReciTour



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

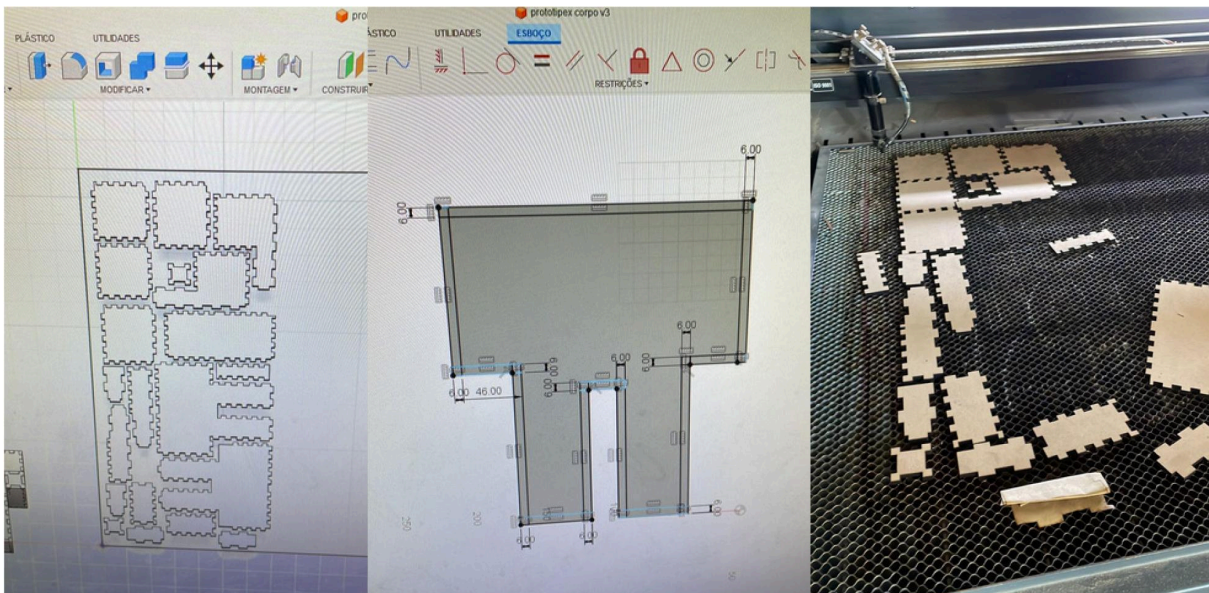
É relevante ressaltar os benefícios do uso de protótipos feitos com materiais como papelão, devido principalmente à sua facilidade de manuseio, baixo custo (às vezes, sem custo de aquisição) e capacidade de criar modelos em escala 1:1 ou muito próxima da dimensão real, usando ferramentas simples como lápis, tesoura ou estilete, régua ou escalímetro, fita adesiva ou cola. A capacidade de visualizar a volumetria se torna um recurso valioso para compreender a escala e a relação do produto com seu ambiente e com os usuários. Isso permite uma compreensão mais profunda dos elementos estruturais de um artefato, como encaixes, rebaixos, aberturas, posicionamento de componentes, de dispositivos de tela, alojamento de

hardwares, sensores, fiação, ventilação, acesso para manutenção, e uma variedade de outros aspectos relevantes para avaliar a eficácia da configuração do produto.

Resultando, mais uma vez, no entendimento do desenvolvimento de uma solução no contexto das interfaces ubíquas, pertencendo a um conjunto de dispositivos, onde alguns são essencialmente derivados do campo do Design de Produto e outros surgem principalmente como resultado de artefatos digitais, tais como aplicações móveis.

Após a verificação da volumetria baseada no protótipo de baixa fidelidade com o uso do papelão, foi possível avançar no processo de design, principalmente no aspecto do desenvolvimento do artefato físico, para entender melhor como seria essa proposta dentro do processo de fabricação digital. Levando em consideração a utilização da materialidade escolhida, que nesse caso seriam chapas de MDF de 6mm, foi necessário criar encaixes específicos para facilitar o processo de montagem e alcançar a volumetria desejada com a solução projetada (Figura 80).

Figura 80: Preparação do modelo em software e peças do modelo cortados à laser



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

Ainda nesse contexto, vale salientar que os conhecimentos específicos para esses aspectos de encaixes e de adequação de desenhos para a fabricação digital partiram principalmente da disciplina de fabricação digital, que foi parceira da nossa

disciplina. Eu tive envolvimento constante com os estudantes durante todo esse processo para validarmos as propostas. Sendo assim, os estudantes realizaram o corte a laser das peças e puderam montar toda a volumetria do produto (Figura 81).

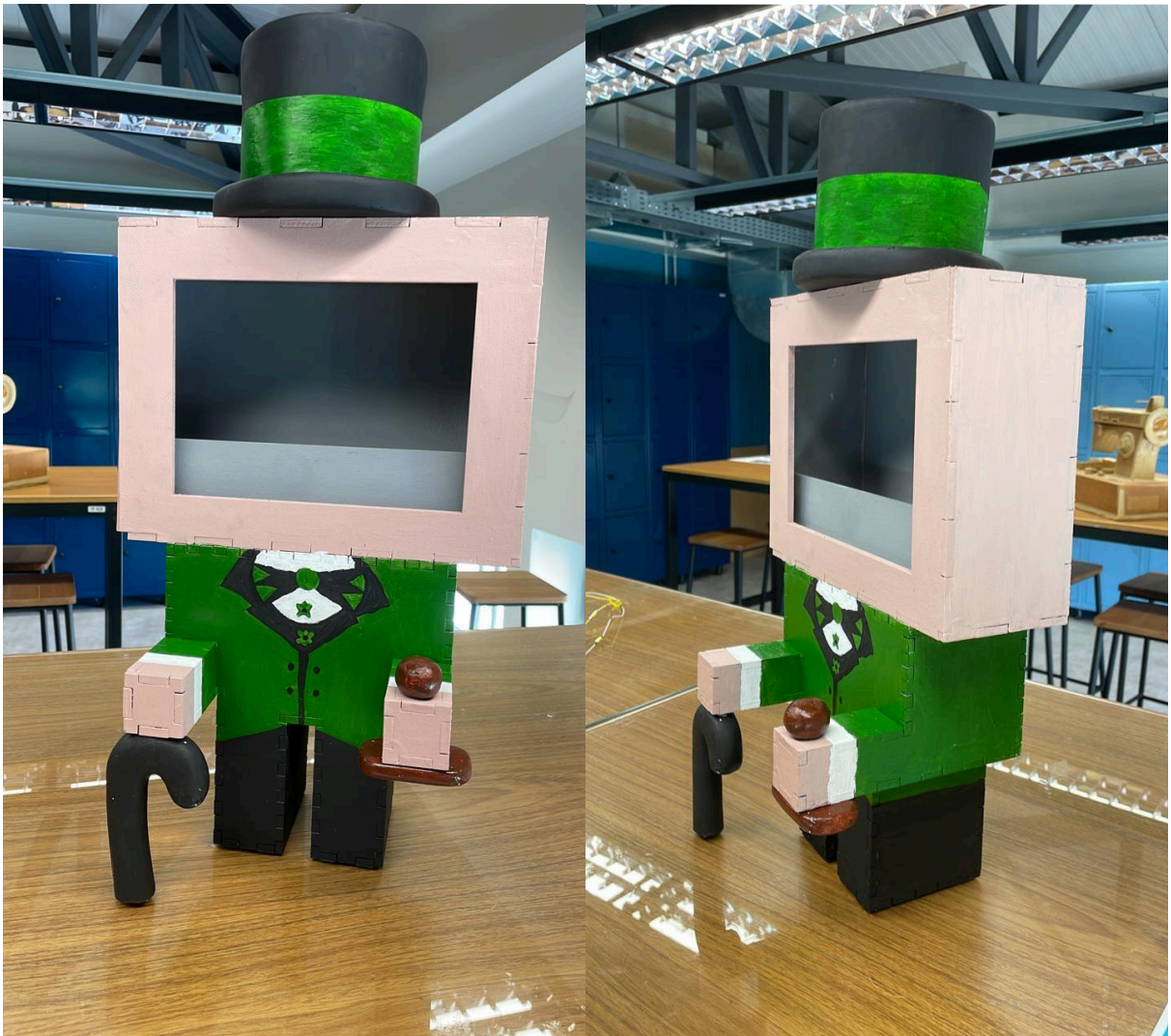
Figura 81: Montagem da volumetria do produto do projeto ReciTour



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

Após a montagem completa das peças e realizada uma pintura de acordo com o personagem do Homem da Meia-Noite, o totem se materializou de forma condizente com o diálogo e processo criativo desenvolvido no ambiente de sala de aula como um espaço aberto para a participação do coletivo. O protótipo finalizado toma a aparência do personagem e tem um espaço dedicado para a introdução de um *tablet* (Figura 82), fornecido pela instituição a fim de representar o rosto da personagem quando em stand by e servir de Interface de Superfície (SUI) quando os usuários interagem com o totem.

Figura 82: Inserção da aparência do personagem e tablet ao protótipo do produto do projeto ReciTour



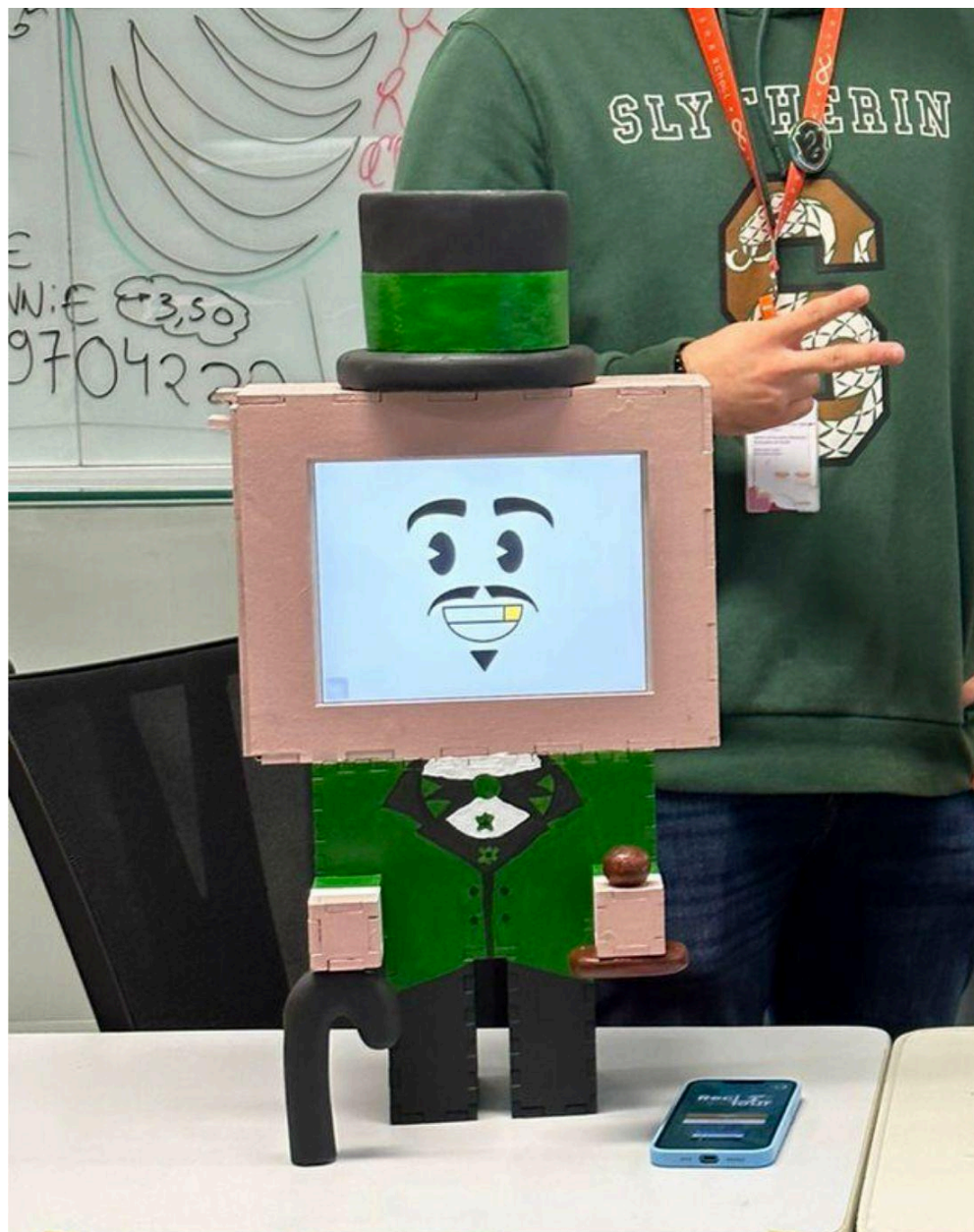
Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

Destaco que a adoção da madeira - o MDF por exemplo - pode ser considerada como um passo subsequente ao uso do papelão. Embora envolva um custo maior, a compreensão detalhada da volumetria e suas nuances em relação às funcionalidades e configurações do artefato físico torna a madeira uma escolha que promove uma apresentação de protótipo de alta qualidade. Isso abre portas para a personalização, a incorporação de hardware e componentes eletrônicos, resultando na materialização do artefato de acordo com a visão original da equipe de design.

Os estudantes introduziram um aspecto de gamificação na proposta, representando as figuras da cultura popular de Pernambuco, neste caso, o Homem

da Meia-Noite. Quando o usuário se aproxima do totem, um sensor de presença ativa o sistema. Quando o sistema está em *stand-by*, a personagem representada na tela começa a se mexer e fazer algumas expressões faciais (Figura 83). No entanto, quando o usuário se aproxima e ativa o sistema, a tela muda, revelando a interface que permite às pessoas interagirem diretamente com o sistema e acessarem informações culturais sobre o espaço, bem como compreenderem a relação entre o totem e o aplicativo móvel.

Figura 83: Ativação do sistema por meio de sensor de presença e início da interação com o personagem do ReciTour



Fonte: Elaborado por discentes do projeto (2023)

Esse foi um projeto que traz como uma relevância bem evidente para a solução a relação da execução do artefato físico e todo o seu processo de desenvolvimento. Trata-se de um artefato físico com tecnologia embarcada, capaz de ter interação por uma interface de superfície (SUI). Sendo assim, a necessidade de pensar em um dispositivo que precisa ter uma relação computacional ou uma proposição computacional interna embarcada já parte do princípio de que teríamos dentro desse contexto um projeto passível ao aspecto das interfaces ubíquas.

De outra forma, a possibilidade de entender a volumetria do artefato e a relação disso com o aspecto da tecnologia embarcada, como um hardware, demonstra que em uma proposição de conclusão de atividade do roteiro, o usuário pode aproximar o smartphone em uma das mãos do personagem no totem. Isso permite um registro a partir de um NFC, onde, teoricamente, o "Homem da Meia-Noite" iria carimbar o roteiro específico do usuário e marcar o ponto onde o usuário deve receber bonificações e pontuações para favorecer o aspecto da gamificação pensado pelos estudantes.

Quando o aspecto computacional da solução se distribui para dispositivos móveis, como smartphones pessoais dos usuários que interagem com essa solução, a interface definitivamente se distribui também. Ao mesmo tempo em que os usuários interagem com cada totem de acordo com o percurso desenvolvido pelo bairro, ativando os checkpoints e pontos de interesse que contêm totens específicos com cada personagem, esse totem reage à aproximação da pessoa. Portanto, temos aí ainda um aspecto de transparência, uma vez que, mesmo que o totem seja chamativo por suas cores ou forma, o sistema computacional funciona de maneira calma e traz naturalidade ao processo de uso e entra no centro das atenções a partir do momento em que há uma interação direta com os usuários.

3.8.3. Considerações e lições aprendidas

Um dos pontos de aprendizado com essa turma está diretamente relacionado com a proposição da **modelagem 3D** e da **fabricação digital** na fase de desenvolvimento do produto. Isso fica claro que em uma proposta de projeto dentro do contexto das interfaces ubíquas, considerando o ambiente de sala de aula e trazendo a perspectiva de um designer-docente, se faz e demonstra muito necessário como um elemento crucial para a conclusão integral de um projeto dentro do contexto de ubiquidade.

Uma das exceções em relação às turmas anteriores foi o aspecto da imersão in loco, no sentido de ter essa sensibilização do espaço ao qual as pessoas estão inseridas no processo de projeto, ou ao qual elas podem verificar as potencialidades ou as necessidades dos espaços que elas habitam usualmente. Com essa aproximação do ambiente em que se vivencia, uma perspectiva de **identidade e de relacionamento** mais evidente ficou clara. É importante fazer esse mergulho no espaço, pois, além do registro desses espaços e da identificação dessas potencialidades ou necessidades, isso traz à tona vários outros aspectos que tangenciam o repertório dos indivíduos, resgatam os símbolos e elementos culturais que formam suas identidades e, portanto, suscitam a qualidade de um produto, viabilizam um processo criativo e trazem proposições de soluções alinhadas com a perspectiva das pessoas que participam do projeto.

Observar os espaços ao nosso redor e entender a possibilidade de pensar em soluções que estejam associadas à vivência que temos nesses espaços é fundamental. Isso traz uma grande conotação de aspectos subjetivos, mas esse aspecto subjetivo passa a ser importante dentro do contexto do projeto, porque ajuda na objetividade da solução, uma vez que há uma imersão e um relacionamento maior entre todas as partes envolvidas com a proposição desenvolvida, ou seja, várias vozes com suas subjetividades buscando um ponto em comum de objetividade com o encontro de suas vozes. Isso amplia as possibilidades de uso das soluções, que fogem das necessidades individuais de cada participante pelo aspecto subjetivo e entram dentro de um contexto de um processo de design e seus resultados.

Um fator importante dentro do contexto da imersão in loco é o registro desenvolvido pelas pessoas, que favoreceu uma aproximação com esses espaços. Notavelmente, o fato de terem realizado esses registros, feito as impressões dessas fotografias e disposto essas imagens nas paredes da sala de aula ao longo de toda a disciplina, permitiu que os estudantes tivessem contato diário com essas imagens. Foi interessante observar que a maioria dos estudantes se relacionava de forma indireta com essas fotografias, muitas vezes até atingindo o estágio de transparência, embora não necessariamente na mesma concepção da transparência da Computação Ubíqua. No entanto, quando necessário, os estudantes traziam essas imagens para o centro das atenções e faziam associações entre suas soluções e esses espaços.

Esse processo de registro e exposição das imagens foi um facilitador para a seleção e desenvolvimento de funcionalidades voltadas especificamente para esses espaços identificados. Isso foi algo bastante pertinente e reforça ainda mais a característica da imersão no espaço em que se vivencia, bem como a associação da **subjetividade na proposição da objetividade** de um projeto de design.

Quando se trata das palavras-chave (Figura 84) obtidas através da coleta de feedback com os estudantes a partir de um momento de escuta com a proposição de “que bom, que pena e que tal?”, observei que o impacto da **modelagem tridimensional** e da **fabricação digital** no entendimento dos estudantes em relação ao contexto do desenvolvimento de um projeto de interfaces ubíquas foi bem destacado. Além disso, a relação com o espaço físico, ou seja, a **imersão in loco**, também foi considerado um elemento de grande importância. As palavras evidentes e recorrentes no discurso dos estudantes estão relacionadas à **cultura, turismo, identidade** e, principalmente, ao **entendimento do espaço**. A vivência do espaço de uma forma subjetiva influenciou as proposições, direcionando-as para um aspecto mais objetivo do design.

Figura 84: Nuvem de palavras resultante do feedback da turma 2023.1

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

No diálogo realizado com os estudantes ao término do período, ficou evidente que eles consideram que o tempo necessário para o desenvolvimento do projeto deveria ser maior. Isso se deve, principalmente, ao fato de que uma equipe específica buscou desenvolver o código para o Arduino e a utilização de sensores, e não conseguiu concluir essa etapa do projeto, deixando a sensação de uma tarefa não concluída. É importante ressaltar que, desde o início da disciplina, essa possibilidade foi levantada como um aspecto a ser considerado, mas ter o desenvolvimento de código e embarcar hardware nos artefatos físicos não se tornou um requisito de projeto. No entanto, observa-se que, dentro desse contexto de solução, caso os estudantes tenham um entendimento maior de programação e uso de sensores e atuadores, isso tem um grande potencial no desenvolvimento de soluções no contexto das interfaces ubíquas. Vale salientar, que devemos aqui levar em consideração a percepção do designer dentro desse tipo de proposta, que provavelmente difere da percepção de um desenvolvedor, como um engenheiro de software ou cientista da computação, quando se envolvem em projetos nesse contexto.

Considerando os resultados aqui vistos, mesmo que haja a necessidade de amadurecimento dos protótipos em relação à fidelidade, fica claro que ao longo do

processo, ao qual me coloquei também como um agente em estágio de aprendizado, junto à aplicação de diversas estruturas e métodos para compreender qual a melhor maneira de estabelecer esse processo de design dentro de uma sala de aula, demonstra a qualidade das soluções, dos conceitos e, principalmente, o atendimento dos critérios da interface ubíqua. É verificada a possibilidade da distribuição da interface entre dispositivos e a relação entre esses dispositivos, permitindo gerar uma sensação de que há um sistema único rodando entre os diversos dispositivos, mesmo que sejam de modelos diferentes, como smartphones ou tablets. Além disso, há a presença de uma proposição da Computação Ubíqua associada à computação móvel e à computação pervasiva, bem como um aspecto de transparência que permite aos usuários mesmo havendo a necessidade de interagir com artefatos físicos e ter a motivação para o processo de interação, adentrar no processo de uso de artefatos digitais com naturalidade e quando o sistema se coloca como centro das atenções. Portanto, a transparência e a proposição da tecnologia estão presentes em todos os conceitos aqui visualizados.

3.9. MODELO PROPOSTO PARA DESENVOLVIMENTO DE INTERFACES UBÍQUAS

Após o desenvolvimento das seis aplicações durante a coleta de dados desta pesquisa e pela passagem sequencial das etapas da abordagem da pesquisa-ação composta por planejamento, implementação e coleta de fatos relevantes, por meio do aprendizado obtido ao longo dessa experiência, foi possível alcançar um modelo como estratégia para o desenvolvimento das interfaces ubíquas considerando o ambiente de sala de aula como campo de trabalho.

Cada aplicação do processo nessa pesquisa gerou uma proposta única para o desenvolvimento contínuo das interfaces ubíquas no ambiente da sala de aula. Vale ressaltar que, durante essas aplicações, não significa necessariamente que em cada uma delas tenha sido entregue um modelo finalizado para o desenvolvimento das interfaces. Após diversas tentativas e aplicações, foram observadas nuances que exigiam ajustes e incrementos, garantindo que os resultados obtidos ao longo do processo estivessem contextualizados na área da computação ubíqua e das interfaces ubíquas.

Dentro do contexto desta pesquisa, é apresentada a proposta de um modelo para o desenvolvimento das interfaces ubíquas, considerando estritamente o ambiente da sala de aula, onde ocorre uma relação de aprendizado em paralelo com outras disciplinas, conforme recorte desta pesquisa foi dado pela disciplina Design de Interfaces Ubíquas. Esse modelo traduz a possibilidade de uma entrega factível e resultados plausíveis no âmbito da Computação Ubíqua, especificamente ao se tratar das interfaces. É importante observar que a estrutura deste modelo baseia-se na contextualização do ambiente de sala, que inclui a integração com outros agentes ou atores, como a matriz curricular de um curso de graduação em Design e docentes de outras disciplinas que se desenrolam ao longo do período, sendo necessário a colaboração e cooperação entre pessoas.

Mediante o contexto da Computação Ubíqua, onde dispositivos e tecnologias estão integrados ao nosso ambiente diário, a colaboração e cooperação entre diferentes partes interessadas são fundamentais. Isso pode envolver designers de interfaces, desenvolvedores de software, professores, estudantes e até mesmo profissionais de outras áreas relacionadas ao contexto de uso dos sistemas. A colaboração permite que diferentes especialistas contribuam com seus conhecimentos e perspectivas únicas para o desenvolvimento de soluções mais completas e adaptadas às necessidades dos usuários. Por exemplo, docentes podem fornecer insights valiosos sobre as dinâmicas da sala de aula e as necessidades das pessoas estudantes, enquanto designers - como já mencionado, também estando como docentes - podem criar experiências de usuário intuitivas e eficazes.

Ao se tratar do Design de Interfaces Ubíquas, concentra-se em criar experiências de usuário consistentes e fluidas em ambientes onde os dispositivos e tecnologias estão presentes de forma onipresente e interconectada. Isso inclui considerar não apenas a interface gráfica, mas também as interações físicas presentes nos dispositivos distribuídos pelos espaços, além dos aspectos contextuais e sensoriais dos usuários com os sistemas. A abordagem de design de interfaces ubíquas é altamente interdisciplinar, combinando princípios de design de interação, psicologia cognitiva, ergonomia, ciência da computação e outras áreas relacionadas. Isso reflete a complexidade e a variedade de elementos envolvidos na

criação de interfaces que se integram harmoniosamente ao ambiente e às atividades do dia a dia das pessoas.

Ademais, a colaboração, cooperação e design de interfaces ubíquas desempenham papéis interligados e cruciais no desenvolvimento de sistemas que integram tecnologia de forma transparente e significativa ao nosso ambiente diário, podendo promover uma experiência de usuário aprimorada e uma maior eficácia em uma variedade de contextos, inclusive, sendo capaz de se voltar para o próprio ambiente educacional da sala de aula.

Levando em conta tais aspectos, as etapas que compõem o modelo proposto nesta pesquisa derivam da compreensão dos aspectos teóricos que se insere a proposta de interfaces ubíquas, dos artefatos físicos e digitais (dispositivos ou computadores), das interações, das capacidades dos seres humanos e das tecnologias e sistemas. Portanto, é possível verificar na Figura 85 o resultado desta tese com a proposição de um **modelo para o desenvolvimento de interfaces ubíquas**:

Figura 85: Modelo para o desenvolvimento de Interfaces Ubíquas



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

As etapas que delineiam o modelo proposto, seguem a apropriação da condição de verificação de pressupostos e conhecimentos teóricos a partir da

primeira fase intitulada **Entendimento**. Com a aquisição dos conhecimentos necessários ao contexto de projeto e a compreensão estabelecida sobre o que são os artefatos, suas interações, as sensibilizações por parte das pessoas envolvidas na equipe para identificar as nuances das modalidades presentes nas interações com artefatos cotidianos, assim como, os modelos e soluções de interfaces ubíquas ou computação ubíqua utilizadas no dia a dia das pessoas, torna-se possível desencadear uma série de proposições. E mais, reconhecendo os espaços em que as pessoas habitam, interagem e usufruem dos artefatos presentes, busca-se promover uma segunda sensibilização que traga uma relação entre artefato e espaço, sob a ótica do Design da Interação.

Assim, a tabela 5 apresenta os elementos, os objetivos, as ferramentas e os procedimentos presentes na etapa de Entendimento:

Tabela 5: Caracterização da etapa Entendimento

Elemento	Objetivo	Ferramentas	Procedimentos
Pesquisa Bibliográfica	Proporcionar o entendimento sobre os fundamentos teóricos que abrangem o contexto da computação ubíqua e interfaces ubíquas	_ Livros _ Artigos científicos _ Artigos de revista técnica _ Dissertações _ Teses _ Sites de empresas _ Documentações de empresas	_ Debates _ Criação de relatórios _ Apresentações
Benchmarking	Verificar a existência de soluções presentes no mercado e soluções experimentais que permitam a percepção concreta dos fundamentos teóricos da computação ubíqua e Interfaces Ubíquas	_ Livros _ Artigos científicos _ Artigos de revista técnica _ Vídeos _ Fotografias _ Sites _ Documentações de empresas	_ Debates _ Criação de relatórios _ Apresentações _ Registro em board digital (ex.: Miro, FigJam, etc)
Sensibilização (Rituais matinais)	Identificar os princípios do design de interação e modalidades do ser	_ Filmadora _ Máquina	_ Registro em vídeo _ Criação de linha do

	humano a partir dos artefatos do cotidiano	fotográfica _ Smartphone _ Computador _ Tablet _ Board digital ou software	tempo em board digital _ Identificação das emoções
Imersão in loco	Observar os espaços previstos para a implementação da solução e verificar as potencialidades nos vazios e nos artefatos já existentes	_ Filmadora _ Máquina fotográfica _ Smartphone	_ Passeio pelo espaço a pé _ Registro fotográfico das potencialidades
Tiles IoT Inventor Toolkit	Iniciar o processo de design de interfaces ubíquas	_ Computador _ Tablet _ Smartphone	_ Elaboração do preenchimento da ferramenta

Fonte: Autor

Considerando a tabela acima, é possível verificar como a etapa de Entendimento desempenha um papel crucial ao estabelecer as bases para o desenvolvimento das interfaces ubíquas, utilizando ferramentas adequadas para registrar e documentar as informações coletadas ao longo do processo, servindo de insumo para as próximas etapas. Essa documentação não apenas orienta o desenvolvimento futuro, mas também serve como um recurso valioso para a colaboração entre diferentes membros da equipe de projeto, pois como já dito anteriormente, é um elemento norteador para o desenvolvimento das interfaces ubíquas.

Vale ressaltar que os dois últimos elementos desta etapa que são Imersão In Loco e IoT Toolkit, frutos do processo desenvolvido e relatado nesta pesquisa, só devem ser iniciados após a sensibilização dos rituais matinais. Isto porque, os três primeiros elementos vão criar uma base para o reconhecimento das possibilidades de aplicação das interfaces ubíquas enquanto processo projetual. Outra característica dos últimos elementos desta etapa, é que se encontram presentes ao longo do processo projetual, pois sempre que possível ou necessário a equipe de designers pode voltar a observá-los, buscando inspirações com os registros

fotográficos dos espaços, por exemplo, ou entender melhor as relações entre os elementos presentes no toolkit.

Após a consolidação dessas informações e a estruturação do conhecimento, é possível entrar no contexto do **Desenvolvimento** propriamente dito, que é também o nome da etapa seguinte. Nesta segunda etapa, compreendida a partir da proposição, busca-se entender a modalidade com base em contextos de interações e sistemas sensoriais presentes nos seres humanos, capazes de estabelecer requisitos projetuais para soluções nas interfaces ubíquas. Da mesma forma, percebe-se como os computadores ou dispositivos devem ser inseridos no contexto das soluções, levando em consideração as diversas interfaces presentes nos espaços. Isso permite compreender a relação entre hardware e software e a possibilidade de uso de dispositivos em uma premissa de invisibilidade, uma característica da distribuição de computadores (WEISER, 1991; 1994). A tabela 6 apresenta os elementos, os objetivos, as ferramentas e os procedimentos presentes na etapa de Desenvolvimento:

Tabela 6: Caracterização da etapa Desenvolvimento

Elemento	Objetivo	Ferramentas	Procedimentos
Multimodalidade	Verificar as modalidades que os seres humanos possuem a fim de propor interações e comportamento naturais para as interfaces	_ Fotografias _ Vídeos _ Smartphone _ Tablets _ Computadores _ Documentações de empresas _ Materiais para registro e/ou desenho (ex.: <i>lápiz</i> , <i>papel</i> , <i>post-its</i> , etc)	_ Entrevistas _ Observação assistemática _ Definição dos tipos de interfaces presentes na solução _ Registros em board digital (ex.: <i>Miro</i> , <i>FigJam</i> , etc)
Requisitos Projetuais	Identificar os elementos que norteiam o projeto quanto às limitações tecnológicas, materiais, sociais e culturais	_ Personas _ Mapa de empatia _ Jornada do usuário _ Materiais para registro e/ou desenho (ex.: <i>lápiz</i> , <i>papel</i> , <i>post-its</i> , etc)	_ Identificação das entradas e saídas de sistemas _ Técnicas de ideação associadas com viabilidade de hardware e

			software _ Registro em board digital (ex.: <i>Miro</i> , <i>FigJam</i> , etc)
Modelagem 3D	Identificar os princípios do design de interação e modalidades do ser humano a partir dos artefatos do cotidiano	_ Computador _ Tablet _ Esboços _ Fotomontagens _ Inteligência Artificial _ Materiais de fácil acesso: papelão, papel paraná, cola, fitas adesivas, etc.	_ Amadurecimento dos esboços resultantes das técnicas de ideação _ Prototipação de artefato física em baixa fidelidade _ Modelagem tridimensional via software
Fabricação Digital	Observar os espaços previstos para a implementação da solução e verificar as potencialidades nos vazios e nos artefatos já existentes	_ Computadores _ Impressoras 3D _ Cortadoras à laser _ Impressões em papéis	_ Materialização dos protótipos por fabricação digital
Métricas de Usabilidade para UI <i>Tiles IoT Inventor Toolkit</i>	Associar as métricas de usabilidade propostas por Quigley (2010) em consonância com os requisitos projetuais	_ Computador _ Tablet _ Smartphone	_ Registro em board digital (ex.: <i>Miro</i> , <i>FigJam</i> , etc)

Fonte: Autor

No desenvolvimento das interfaces, observa-se a necessidade de novos dispositivos diante dos contextos previstos, dependendo da problemática ou da intenção de projeto. Isso envolve a geração de novos artefatos para trazer novas possibilidades de interações e comportamentos variados por parte dos usuários, visando a qualidade de vida e o apoio às atividades rotineiras. Nesse contexto, o design de produto desempenha um papel importante, considerando aspectos como volumetria, materiais, resistência e características estéticas presentes nos produtos. Além disso, é nessa etapa que se definem as categorias de interfaces presentes nas soluções, sejam elas no contexto do artefato físico ou dispositivos, visando a consciência de contexto a partir, por exemplo, das Interfaces naturais (NUI)

entendendo as entradas de sistemas sendo acionadas por voz, gestos, movimentos, toques, condições ambientes, entre tantas outras formas de entradas de sistema. Sejam por sensoriamento através das Interfaces de Ambientes (AUI) ou por Interfaces Gráficas (GUI).

Esses elementos podem ser associados ao suporte de sistemas computacionais por meio da modelagem tridimensional, permitindo que a abstração da solução proveniente dos requisitos projetuais se encontrem com a concretização das percepções desses produtos por meio de simulações da forma e volumetria. Nessa fase, a materialização é realizada pela fabricação digital, um recurso promissor no desenvolvimento das interfaces ubíquas, permitindo a rápida criação de elementos tangíveis, capazes de fornecer aprendizados eficientes em relação a escala do produto ou quanto à multimodalidade do usuário.

O projeto também exige um pensamento sistêmico, voltado para a resolução das necessidades dos usuários no auxílio de suas atividades diárias. A usabilidade se espalha por diversos dispositivos, o que introduz o conceito das interfaces ubíquas como uma forma direta de abordar esse contexto. Métricas propostas por Aaron Quigley (2010) auxiliam no afunilamento dos objetivos do projeto, influenciando diretamente nas soluções, indo além das boas práticas consolidadas por Nielsen (2020) e Schneiderman (2018) para interfaces gráficas. O pensamento sistêmico e a compreensão das nuances das interfaces são essenciais nesse contexto.

Na terceira etapa, denominada **Avaliação**, toda a estrutura do desenvolvimento de uma interface, sendo relevante ao contexto da Computação Ubíqua, estabelece a possibilidade de verificar o quanto o artefato físico, além do artefato digital, se integra no espaço proposto e se relacionam com os usuários nos contextos de uso. A tabela 7 apresenta os elementos, os objetivos, as ferramentas e os procedimentos presentes nesta etapa:

Tabela 7: Caracterização da etapa Avaliação

Elemento	Objetivo	Ferramentas	Procedimentos
Prototipação	Viabilizar a materialização das soluções, sejam	_ Smartphone _ Tablets	_ Técnicas de ideação associadas com

	digitais ou físicas	_ Computadores _ Storyboard _ Esboços _ Materiais para registro e/ou desenho (ex.: <i>lápiz, papel, post-its, etc</i>) _ Materiais de fácil acesso: papelão, papel paraná, cola, fitas adesivas, etc.	viabilidade de hardware e software _ Processo de desenvolvimento de interfaces gráficas _ Processo de desenvolvimento de Design de produto _ Registros em board digital (ex.: <i>Miro, FigJam, etc</i>)
Testes com usuários	Verificar e analisar a eficácia dos protótipos com os usuários em contextos de uso ou em ambiente controlado	_ Smartphone _ Tablets _ Computadores _ Salas ou laboratórios _ Mágico de Oz _ Materiais para registro e/ou desenho (ex.: <i>lápiz, papel, post-its, etc</i>)	_ Mapeamento, definição e seleção de usuários _ Técnicas de teatro _ Preparação de ambiente para realização de testes _ Registro fotográfico e audiovisual _ Elaboração de roteiro _ Registro em board digital (ex.: <i>Miro, FigJam, etc</i>)

Fonte: Autor

Ao adotar uma visão mais restrita e focada, examina-se cada dispositivo e cada interface gráfica em sua concretude. O processo de testes e prototipação permite aprendizados valiosos, tanto em relação às interfaces gráficas tradicionais quanto às novas modalidades de dispositivos dentro do contexto da solução. Através dos processos de testes e prototipação, permite-se que ocorram os devidos aprendizados, que já estão naturalmente consolidados, por exemplo, a partir das interfaces gráficas conforme apresentadas por McElroy (2017).

Como pode ser visto na tabela, a caracterização da etapa de avaliação suporta dois elementos, nos quais a prototipação viabiliza a materialização das soluções. Nesse caso, basicamente, diz respeito aos tipos de interfaces que fazem parte da solução, ou seja, se são interfaces a partir das soluções digitais por meio das interfaces gráficas, ou se são interfaces a partir dos artefatos físicos. Portanto, as ferramentas necessárias para o desenvolvimento desse elemento de prototipação se dão principalmente pelo entendimento da ideação como resultado. Faço uma ressalva que a prototipação pode ser iniciada previamente com a fabricação digital realizada na etapa anterior. No entanto, ela se estabelece na etapa de avaliação, tendo em vista que possui uma relação direta com testes com usuários.

A proposição dessa etapa é justamente fazer uma consideração de como os produtos ou as soluções materializadas se encontram em consonância com as necessidades e os desejos dos usuários, e se atendem às suas necessidades. Para isso, o uso de smartphones, tablets e computadores servem para simular interfaces gráficas que auxiliam nos processos de testes juntamente com os usuários, por exemplo. Por outro lado, o uso de materiais de baixo custo como papelão, papel Paraná, madeiras e resíduos sólidos, que permitam uma materialização das soluções em baixa fidelidade e média fidelidade. Cabe nessa fase, a possibilidade de integração com hardwares e implementação de software, visando atingir um nível mais avançado do protótipo mediante o paradigma das Interfaces Ubíquas para a Ubicomp.

Neste modelo proposto, a fase de avaliação busca criar uma integração e uma relação direta entre a prototipação e os testes, tendo em vista que em qualquer momento do processo, protótipos podem ser inseridos. Mas aqui, há uma definição da prototipação como uma etapa específica, uma vez que quando a solução passa por todo o amadurecimento e um entendimento do que realmente é, surgem protótipos com fidelidades maiores, permitindo se aproximar dos usuários finais e, portanto, verificar a viabilidade das soluções em atender às necessidades dos usuários.

Este modelo foi desenvolvido num recorte de tempo e espaço estabelecido durante o momento de coleta de dados desta tese, sua replicabilidade pode incorrer em nuances de resultados que podem ser incapazes de identificá-los previamente, o

que para mim é recomendável (para não dizer necessário) que assim o seja, pois o contexto da sua aplicação é determinante para o seu amadurecimento e, portanto, a atribuição do processo como um *meta-artefato* o consolida como um elemento chave para este trabalho.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta é a última parte deste trabalho e nela abordaremos as considerações finais da pesquisa, incluindo avaliações do que foi realizado durante o processo de implementação da abordagem metodológica de coleta de dados e da proposição do modelo. Buscamos atender ao objetivo geral da pesquisa, que surge da necessidade de estabelecer uma relação entre o projeto das interfaces ubíquas sob a perspectiva do Design. Esse enfoque se destina a um ambiente de experimentação, como uma sala de aula. Há duas razões fundamentais para a escolha desse espaço: em primeiro lugar, a presença constante como docente durante todo o período da coleta de dados e a capacidade desse ambiente de oferecer uma estrutura de conhecimento e aprendizado para compreender as técnicas, ferramentas, abordagens e métodos necessários para uma definição clara e compreensão precisa de como desenvolver interfaces ubíquas.

Torna-se evidente que ambientes de aprendizado oferecem amplas possibilidades de experimentação e proposição no desenvolvimento de interfaces no campo da Computação. Isso se torna ainda mais relevante quando consideramos a falta de propostas claras nas publicações e cursos nacionais, especialmente no âmbito do Design. Portanto, esta pesquisa contribui para **ampliar o escopo e o conhecimento** no relacionamento entre Design e tecnologias computacionais. Isso é crucial para a formação de designers, preparando-os para abraçar esse novo paradigma emergente, que já se manifesta nos dias atuais.

Ao entender que a Computação é um campo promissor para o Design, surge a inquietação de como propor algo nesse contexto, levando em consideração os requisitos inerentes ao Design. Na tentativa de consolidar uma relação apropriada para o desenvolvimento das interfaces ubíquas, considerei as implicações do Design de Interação e do Design de Interface de forma abrangente, capaz de fornecer soluções que contribuam para a construção desse campo.

É importante ressaltar a falta de informações concretas sobre as relações entre Design e o contexto das interfaces ubíquas, principalmente no contexto da cultura de projeto. Portanto, esta pesquisa propõe **ferramentas e métodos** que abordam essa lacuna, visando contribuir para o campo e destacando o conceito de

Metadesign quando associado a um ambiente de sala de aula. Essa abordagem se concentra na relação direta com o problema da pesquisa, que inicialmente buscou entender como configurar o desenvolvimento de interfaces ubíquas considerando a sala de aula como um ambiente de experimentação, com a colaboração do corpo docente discente de uma instituição de ensino superior.

Logo, o uso do Modelo para desenvolvimento de Interfaces Ubíquas aqui apresentado busca estruturar o processo de projeto mediante o cenário visualizado, inicialmente, por Weiser desde 1991, trazendo uma contribuição para ao campo do Design. Embora existam várias contribuições de outras áreas para o campo da Computação Ubíqua, quando se trata do pensamento voltado ao Design, há poucas contribuições quanto às abordagens, métodos ou modelos.

Nesse cenário, é fundamental destacar a presença de duas dimensões que coexistem no âmbito da pesquisa-ação abordada nesta tese:

(I) O próprio processo de pesquisa-ação, direcionado ao desenvolvimento da estrutura da disciplina de interfaces ubíquas, representando um exemplo do conceito de metadesign - o processo do processo.

(II) O reflexo da implementação da pesquisa-ação na disciplina, através do processo de design focado na criação de artefatos no contexto das interfaces ubíquas. Este segundo aspecto, por sua vez, influencia diretamente o primeiro, à medida que a pesquisa-ação avança.

Assim sendo, essas duas dimensões estão alinhadas com a proposição de enfatizar que a pesquisa-ação visa tanto compreender como intervir na realidade investigada (primeira dimensão), com foco no aprendizado adquirido ao longo do processo (segunda dimensão). Portanto, a qualidade da contribuição para o conhecimento decorre da profundidade e validade das lições aprendidas por meio das ações empreendidas.

O modelo proposto neste trabalho tem sua relevância no campo do Design de Interfaces Ubíquas, pois aborda um processo estruturado e iterativo para o desenvolvimento dessas interfaces, com um enfoque especial no ambiente de sala de aula. Sua importância pode ser resumida da seguinte forma:

Visão Geral:

O modelo é resultado de um extenso trabalho de pesquisa, envolvendo o desenvolvimento de seis aplicações práticas ao longo do tempo. Essas aplicações geraram uma proposta única para o desenvolvimento contínuo de Interfaces Ubíquas em contextos educacionais, especificamente em salas de aula.

Relevância para o Campo do Design

Preenchimento de Lacuna: A pesquisa identificou uma lacuna no campo do Design de Interfaces Ubíquas em relação à sua aplicação em sala de aula. Dentro do recorte da pesquisa, o modelo proposto preenche essa lacuna, podendo fornecer diretrizes claras para designers que desejam criar soluções nesse contexto.

Abordagem Sistemática: O modelo oferece uma abordagem sistemática e estruturada para o desenvolvimento de Interfaces Ubíquas, considerando não apenas os aspectos teóricos, mas também as interações humanas, tecnologias e dispositivos.

Iteração e Aprendizado Contínuos: Uma das principais contribuições do modelo é enfatizar a importância da iteração contínua e da adaptação com base no feedback dos usuários. Isso ajuda a garantir que as soluções atendam às necessidades em constante mudança dos alunos e professores.

Integração com a Educação: O modelo reconhece a importância da integração das Interfaces Ubíquas com o ambiente educacional. Isso pode melhorar significativamente a experiência de aprendizado dos alunos e facilitar a colaboração entre disciplinas.

Contribuição para a Computação Ubíqua

Foco nas Interfaces Ubíquas: O modelo concentra-se especificamente no desenvolvimento de Interfaces Ubíquas, uma área importante da Computação Ubíqua. Isso o torna relevante para pesquisadores e profissionais que trabalham nesse domínio.

Adequação ao contexto: O modelo garante que as soluções desenvolvidas estejam contextualizadas na área da Computação Ubíqua, levando em consideração as nuances desse campo.

Adoção de tecnologias emergentes: O modelo reconhece a necessidade de adotar novas tecnologias e dispositivos à medida que surgem, o que é fundamental na área em constante evolução da Computação Ubíqua.

Potencial de aplicação ampliado: O modelo pode ser aplicado em uma variedade de contextos educacionais, não se limitando apenas a salas de aula, pois fornece diretrizes e princípios gerais que podem ser adaptados a diferentes ambientes de aprendizado.

Limitações conscientes: O modelo reconhece suas limitações, especialmente em relação à replicabilidade. Busco com isso trazer uma perspectiva de entendimento que a aplicação do modelo pode variar dependendo do contexto e que é importante adaptá-lo conforme necessário.

A pesquisa identificou os elementos necessários para atingir o objetivo geral, preenchendo a lacuna de conhecimento na contextualização do Design de Interfaces para o contexto da Computação ubíqua. Além disso, enfatiza a importância do Design ao propor uma estrutura e compreensão para designers que atuam como docentes, bem como para profissionais em formação, tanto na educação quanto no mercado.

É crucial observar que este estudo se concentra em ambientes de experimentação, como a sala de aula. Portanto, é necessário considerar a possibilidade de aplicar o modelo em outros contextos, como o mercado, para avaliar sua viabilidade e fazer ajustes conforme necessário, levando em consideração elementos adicionais, como briefing, relações com clientes e aspectos econômicos. Essa avaliação precisa ser mais aprofundada, especialmente em relação à utilização de ferramentas digitais em cenários que demandam presença física para testes de hardware e outros dispositivos computacionais.

Em resumo, o modelo proposto propõe fazer uma contribuição para o campo do Design de Interfaces Ubíquas e Computação Ubíqua, oferecendo uma estrutura abrangente e orientações práticas para o desenvolvimento de soluções inovadoras e contextualmente relevantes em ambientes educacionais e além. Sua ênfase na

iteração a partir da pesquisa-ação, integração com a educação e adaptação a novas tecnologias o torna um recurso valioso para designers, pesquisadores e profissionais que desejam explorar esse campo em constante evolução.

REFERÊNCIAS

BENYON, David. **Designing interactive systems**: a comprehensive guide to HCI and interaction design. Essex: Pearson, 2010.

BENYON, David. **Designing user experience**. Harlow, UK: Pearson Education, 2019.

BONSIEPE, Gui. **Design, cultura e sociedade**. São Paulo: Blucher, 2011.

CASE, Amber. **Calm Technology**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2016.

CHURCHILL, Elizabeth F., BOWSER, Anne, and PREECE, Jennifer. **Teaching and learning human-computer interaction**: past, present, and future. In: Interactions v.20, n.2 (March + April 2013), p.44–53, 2013.

EKMAN, Ulrik; BOLTER, Jay David; DÍAZ, Lily; SØNDERGAARD, Morten; ENGBERG, Maria. **Ubiquitous Computing, Complexity, and Culture**. Nova York: Routledge, 2016.

ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. In: **Educar**, Curitiba, n. 16, p. 181-191, 2000.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da Pesquisa-Ação. In: **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v.31, n.3, p.483-502, set./dez., 2005.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2023.

GIACCARDI, Elisa. (2005). Metadesign as an Emergent Design Culture. In: **Leonardo**, v.38, n.2. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.128.6276&rep=rep1&type=pdf> . Acesso em: 12 mar. 2021.

GIACCARDI, Elisa. **Principles of Metadesign**: processes and levels of co-creation in the new design space. 2003. Tese de doutorado apresentada à Universidade Plymouth. Disponível em: <https://pearl.plymouth.ac.uk/handle/10026.1/799>. Acesso em: 09 mar. 2021.

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

GODOY, Arilda Schmidt. Estudo de caso qualitativo. In: GODOI, Christiane K.; BANDEIRA-DE-MELO, Rodrigo; SILVA, Anielson B. da. (Org.). **Pesquisa Qualitativa em Estudos Organizacionais**: Paradigmas, Estratégias e Métodos. São Paulo: Saraiva, 2006.

HALL, Erika. **Conversational design**. New York, NY: A Book Apart, 2018.

KUNIAVSKY, Mike. **Smart things**: ubiquitous computing user experience design. Burlington, MA: Elsevier, 2010.

LEWIN, K. Action Research and Minority Problems. In: **Journal of Social Issues**, v.2, p.34-46. 1946.

LÖBACH, Bernd. Design Industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Editora Blucher, 2001.

LOYD, Peter; HEKKERT, Paul; DIJK, Matthijs van. **vision in product design [vip]**: the warm bath. v2. 2016.

McELROY, Kathryn. **Prototyping for Designers**. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2017.

McKAY, Everett. **UI is communication**: how to design intuitive, user centered interfaces by focusing on effective communication. Waltham: Morgan kaufmann, 2013.

MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MORA, S., GIANNI, F., DIVITINI, M.. **Tiles: A Card-based Ideation Toolkit for the Internet of Things**. Proceedings of ACM Designing Interactive System conference (DIS), 2017.

MOROZOV, Evgeny; BRIA, Francesca. **A cidade inteligente: tecnologias urbanas e democracia**. São Paulo: Ubu Editora, 2019.

NIELSEN, Jakob. **10 Usability Heuristics for User Interface Design**. Interaction Design Foundation, 2020. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/> . Acesso em 10 out. 2022.

PARK, Christine W., ALDERMAN, John. **Designing Across Senses**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2018.

PEARL, Cathy. **Designing Voice User Interfaces**. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2017.

PEIXOTO, M. J. P., DUARTE, P. A. S., ARAÚJO, P. T., PINTO, P. I. C., SARMENTO, W. W. F., TRINTA, F. A. M., & VIANA, W. Teaching Ubiquitous Computing Using Simulations Based on Smartphone Sensors. In: **Informatics in Education**, v.19(n.1), p.129-159, 2020.

QUIGLEY, Aaron. From GUI to UUI: Interfaces for Ubiquitous Computing. In: KRUM, John (Ed.). **Ubiquitous Computing Fundamentals**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2010.

RONZANI, D. **The battle of concepts:** ubiquitous computing, pervasive computing and ambient intelligence in mass media. In: Ubiquitous Computing and Communication Journal, v.4(n.2), p9-18, 2008.

ROWLAND, Claire; GOODMAN, Elizabeth; CHARLIER, Martin; LIGHT, Ann; LUI, Alfred. **Designing connected products.** Sebastopol: O'Reilly Media, 2015.

SAFFER, Dan. **Designing Gestural Interfaces.** Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2009.

SANTOS, Aguinaldo dos. **Seleção do método de pesquisa:** guia para pós-graduando em design e áreas afins. Curitiba, PR: Insight, 2018.

SCHILIT, B., ADAMS, N. e WANT, R. **Context-Aware Computing Applications.** In: First Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, Santa Cruz, CA, USA, 1994, pp. 85-90.

SHARP, Helen; ROGERS, Yvonne; PREECE, Jennifer. **Interaction Design:** beyond human-computer interaction. 5.ed. Indianapolis, IN: Wiley, 2019.

SHNEIDERMAN, Ben; PLAISANT, Catherine; COHEN, Maxine; JACOBS, Steven; ELMQVIST, Niklas; DIAKOPOULOS, Nicholas. **Designing the user interface:** strategies for effective Human-Computer Interaction. Essex, England: Pearson Education, 2018.

TANTER, É., GYBELS, K., DENKER, M., BERGEL, A. **Context-Aware Aspects.** In: Löwe, W., Südholt, M. (eds) Software Composition. SC 2006. Lecture Notes in Computer Science, vol 4089. Springer: Berlin, Heidelberg, 2006.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação.** São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1986.

TIDWELL, J., BREWER, C., VALENCIA, A. **Designing Interfaces.** Sebastopol: O'Reilly Media, 2020.

TRIPP, David. Pesquisa-Ação: uma introdução metodológica. In: **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v.31, n.3, p.443-466, set./dez., 2005.

UBÍQUO. In: **MICHAELIS dicionário da língua portuguesa**. Editora Melhoramentos, 2023. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/ub%C3%A9quo/>. Acesso em 23 fev. 2022.

VASSÃO, Caio Adorno. **Arquitetura Livre**: Complexidade, Metadesign e Ciência Nômade. Tese de Doutorado. São Paulo: FAUUSP, 2008.

VASSÃO, Caio Adorno. **Metadesign**: Ferramentas, estratégias e ética para a complexidade. São Paulo: Blucher, 2010.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 1998.

WEISER, M., BROWN, J.S. The Coming Age of Calm Technology. In: **Beyond Calculation**. Springer, New York, NY, 1997.

WEISER, M. The Computer for the 21st Century. In: **Scientific American**, v.265, p.94-104, 1991.

WEISER, Mark. The world is not a desktop. In: **Interactions** v.1, n.1 (Jan. 1994), p.7–8, 1994.

APÊNDICE

APÊNDICE A - ATIVIDADE DE RITUAIS MATINAIS

OBJETIVO:

Esta atividade tem por objetivo a compreensão dos alunos sobre Rituais Matinais e sua relação com artefatos. Trata-se de uma fase inicial de investigação para o desenvolvimento de artefatos no cenário em que se inserem as Interfaces Ubíquas.

REQUISITOS:

- O exercício é individual.
- Cada aluno/aluna deverá fazer um pequeno vídeo de até 2 minutos capturando as atividades dos seus rituais matinais.
- Enxergar como algumas atividades fazem parte da rotina (automática, atividades subconscientes) ou parte do ritual (Atividades significativas e consciente)
- Identificar como os artefatos fazem parte e moldam suas rotinas e rituais matinais.
- Identificar as preocupações durante os rituais matinais e se essas preocupações chegam a conflitar (Ex. Fazer exercício ou preguiça).
- Enxergar como juntos, suas preocupações, atividades e produtos, moldam a forma como você experiencia seus rituais matinais.

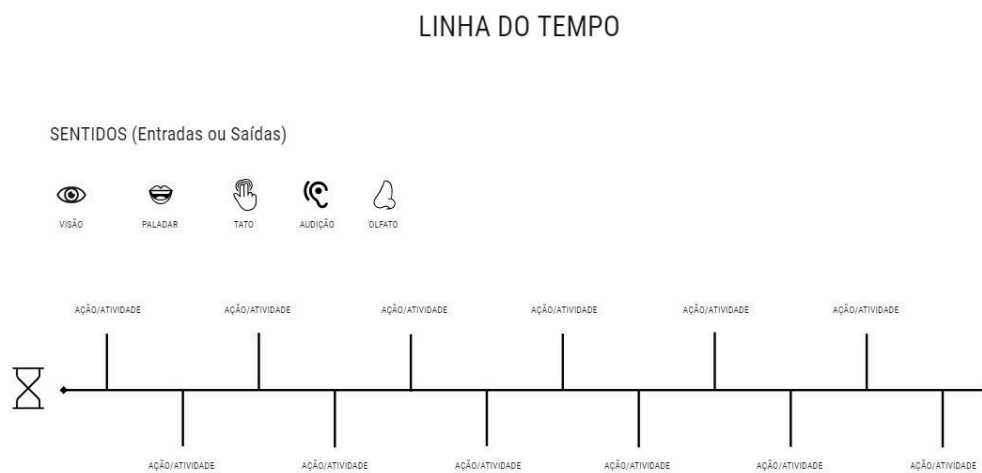
RECURSOS UTILIZADOS:

- Para o vídeo: você pode editar seu vídeo com pequenos takes, pode usar música ou narrar o vídeo para explicar o que acontece. Poderá ser usado qualquer dispositivo audiovisual para se expressar, contanto que o resultado seja apresentado.

- O mais importante é o conteúdo e como vocês experienciam os rituais matinais.

LINHA DO TEMPO:

Utilizem o MIRO (anexo) para desenvolverem a linha do tempo do Ritual Matinal de cada um de vocês. Só façam isso após a realização do vídeo. A observação do Ritual é uma tarefa importante e faz parte do processo.



APÊNDICE B: EXEMPLO DE LINHA DO TEMPO DOS RITUAIS MATINAIS

