



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Artes e Comunicação
Programa de Pós-Graduação em Design

André Phillipp de Almeida Muniz

FRA.G.O.L.A: um *framework* para a avaliação do uso da multimodalidade em
artefatos digitais

Recife
2022

André Phillipp de Almeida Muniz

FRA.G.O.L.A: um *framework* para a avaliação do uso da multimodalidade em artefatos digitais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco como requisito necessário à obtenção do Título de Mestre em Design.

Área de concentração: Planejamento e Contextualização de Artefatos.

Orientador: Professor Doutor Pedro Martins Aléssio.

Recife

2022

André Phillipp de Almeida Muniz

FRA.G.O.L.A: um *framework* para a avaliação do uso da multimodalidade em artefatos digitais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco como requisito necessário à obtenção do Título de Mestre em Design.

Área de concentração: Planejamento e Contextualização de Artefatos.

Aprovada em: 29/06/2022.

Banca Examinadora

Professor Doutor Pedro Martins Aléssio (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Professor Doutor André Menezes Marques das Neves (Examinador interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Professor Doutor Vinícius Cardoso Garcia (Examinador externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esse trabalho ao meu filho, Rafael Muniz. Que ele possa um dia ler e, mesmo sem entender o conteúdo desse trabalho, possa perceber que o verdadeiro significado é não se contentar com pouco e que o conhecimento é a chave para a verdadeira felicidade.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter tudo sobre seu domínio e fazer com que tudo aconteça da melhor forma possível e na melhor hora possível. Sem ele, nada disso daria sentido. Pesquisei, estudei e aprendi, mas ainda não descobri o que eu fiz para merecer tanto.

Aos meus pais, Selma e Anacleto, que através de todo amor e carinho recebidos durante toda minha vida, nunca mediram esforços para que eu pudesse ser uma pessoa melhor através do estudo e da educação.

À minha esposa Danielle que esteve comigo durante toda essa jornada de conhecimento, sendo sempre uma inspiração e um incentivo para perseguir mais esse sonho.

Aos professores Pedro Aléssio, André Neves e Vinícius Garcia pelas suas contribuições e conhecimento compartilhado, esses sempre importantes para que esse trabalho fosse construído sobre os pilares da ciência e da humanidade.

Aos colegas de trabalho, de classe e amigos, que durante toda a trajetória me aconselharam, me acalentaram e tornaram dias difíceis em toleráveis.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

Um ser humano deve ser capaz de trocar uma fralda, planejar uma invasão, matar um porco, guiar um navio, projetar uma construção, escrever um soneto, fazer balanço de caixa, construir uma parede, colocar um osso no lugar, dar conforto a quem está morrendo, receber ordens, dar ordens, cooperar, agir sozinho, resolver equações, analisar um novo problema, adubar o solo, programar um computador, cozinhar algo gostoso, lutar eficientemente, morrer galantemente. Especialização é para os insetos. (HEINLEIN, 1973)¹.

¹ HEINLEIN, R. A. **Time enough for love**. New York: Putnam, 1973.

RESUMO

Desde a invenção dos dispositivos móveis e com a popularização da internet e das interfaces digitais, milhões de aplicativos, sites e outros artefatos são desenvolvidos ainda se utilizando de modos de interação baseados exclusivamente no uso de telas e dispositivos como teclado e mouse. O uso de modos não convencionais tais como gestos, áudio, tato, olfato e paladar ainda é subutilizado. Isso em parte por falta de conhecimento mais profundo por parte dos designers e por reticência das companhias ou equipes na implementação destas interfaces. Por meio de pesquisa realizada com desenvolvedores de artefatos digitais, foram levantadas algumas das dificuldades nos projetos de interfaces desses modos e, em conjunção com uma revisão bibliográfica foi desenvolvido um *framework* próprio para avaliar se o uso de modos e modalidades não convencionais é vantajoso para o projeto de interface de um artefato digital. Assim, foram avaliados aspectos básicos no uso destes modos e definidas questões importantes a serem discutidas durante um projeto da interface. Essas questões remetem às referências balizadoras que também foram coletadas e agrupadas em cartas temáticas a cada um dos modos possíveis. Todo esse conjunto resultou em um conjunto inicial de dezessete cartas, segmentadas em quatro fases distintas que desencadeiam discussões sobre pontos como ergonomia, jurisprudência, fatores humanos, design de interfaces, biomecânica e outros, além de como as relações modais podem estar estabelecidas. Como resultado adicional, o *framework* foi adaptado à plataforma de transformação digital *strateegia* através da criação de uma jornada contendo kits com todos os elementos disponíveis nas cartas.

Palavras-chave: artefatos digitais; *framework*; projeto de interface; multimodalidade; plataforma *strateegia*.

ABSTRACT

Since the invention of mobile devices and the popularization of the internet and digital interfaces, millions of applications, websites and other artifacts are still being built using modes of interaction based exclusively on the use of screens and devices such as keyboard and mouse. The use of unconventional modes such as gestures, audio, touch, smell and taste is still underused, in part due to a lack of deeper knowledge on the part of designers and due to the reluctance of companies or teams to implement these interfaces. Through research carried out with developers of digital artifacts, some of the difficulties in the design of interfaces of these modes were raised and, in conjunction with a bibliographic review, a specific framework was developed for the evaluation of whether the use of non-conventional modes and modalities is advantageous for the interface design of a digital artifact. Thus, basic aspects in the use of these modes were evaluated and important issues to be discussed during an interface project were defined. These questions refer to guiding references that were also collected and grouped in thematic letters for each of the possible ways. This whole set resulted in an initial set of seventeen letters, segmented into four distinct phases that trigger discussions on points such as ergonomics, jurisprudence, human factors, interface design, biomechanics and others, as well as how modal relationships can be established. As an additional result, the framework was adapted to the strategy digital transformation platform by creating a journey containing kits with all the elements available in the cards.

Keywords: digital artifacts; framework; interface project; multimodality; strategica platform.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Distribuição dos participantes da pesquisa por anos de experiência no desenvolvimento de artefatos digitais	23
Figura 2 –	Distribuição dos participantes da pesquisa por conhecimento sobre temática do trabalho	23
Figura 3 –	Distribuição dos participantes da pesquisa por quantidade de projetos envolvendo modalidades não convencionais	24
Figura 4 –	Distribuição dos participantes por percepção de modo de interface mais difícil de se desenvolver projetos de interface	24
Figura 5 –	Distribuição dos participantes por percepção de modo de interface mais fácil de se desenvolver projetos de interface	25
Figura 6 –	Representação da arquitetura de Von Neumann com detalhes para os elementos de entrada e saída	27
Figura 7 –	Tela do <i>FreeDOS</i> , uma das várias implementações da interface de linha de comando	28
Figura 8 –	Conceito de esquemorfismo nos botões, <i>LEDs</i> e indicador de intensidade de sinal em aplicativo digital de compressor de áudio	32
Figura 9 –	Diagrama contendo as principais fases do design centrado no usuário em azul	44
Figura 10 –	Pilares da transformação digital	72
Figura 11 –	Focos da transformação digital	73
Figura 12 –	Aspectos da transformação digital	74
Figura 13 –	Camadas da transformação digital	75
Figura 14 –	Exemplo de mapa modular do <i>strategie</i>	77
Figura 15 –	Filtros aplicados à simplificação dos kits	78
Figura 16 –	Elementos da ferramenta “desafio” disponibilizada no <i>strategie</i>	79
Figura 17 –	Detalhes do uso da ferramenta “canais” contendo comentários, respostas, concordância e outros	80
Figura 18 –	Diagrama indicativo das motivações para o uso da multimodalidade	85

Figura 19 –	Diagrama indicativo das macro-fases do fra.g.o.l.a	86
Figura 20 –	Cenário de aplicação da fase 1 do fra.g.o.l.a	87
Figura 21 –	Cenário de aplicação das fases 1 e 2 do fra.g.o.l.a	87
Figura 22 –	Cenário de completa do framework do fra.g.o.l.a	88
Figura 23 –	Estrutura geral da carta (frente)	90
Figura 24 –	Estrutura geral da carta (verso)	94
Figura 25 –	Descrição da carta #1, fase 1	96
Figura 26 –	Descrição da carta #2, fase 2	98
Figura 27 –	Descrição da carta #7, fase 3	99
Figura 28 –	Detalhamento de um kit fra.g.o.l.a criado no <i>strategie</i>	101
Figura 29 –	Imagem da jornada fra.g.o.l.a no <i>strategie</i>	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Resumo com exemplos de modos e modalidades de interação	37
Quadro 2 –	Resumo com exemplos de modos e modalidades de interação	42
Quadro 3 –	Títulos das cartas do fra.g.o.l.a	91
Quadro 4 –	Código de cores por modalidade	92
Quadro 5 –	Código de ícones por modalidade	93

LISTA DE SIGLAS

3D	3 Dimensões
APP	Aplicativo
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CARE	<i>Complementarity Assignment Redundancy Equivalence</i>
CESAR	Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife
DOS	<i>Disk-Operating System</i>
EPI	Equipamento de Proteção Individual
fra.g.o.l.a	<i>Framework de Avaliação Gestual, Olfativo, de Paladar e Auditivo</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
I/O	<i>Input/Output</i>
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
LIBRAS	Linguagem Brasileira de Sinais
NBR	Norma Brasileira
NUI	<i>Natural User Interface</i>
TD	Transformação Digital
TDS	<i>The Digital Strategy Company</i>
TYCOON	<i>Types of Cooperation</i>
WCAG	Diretrizes de Acessibilidade para o Conteúdo da Web (<i>Web Content Accessibility Guidelines</i>)
WIMP	<i>Windows, Icons, Mouse, Pointer</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	PROBLEMÁTICA E OBJETIVOS	18
2	METODOLOGIA	19
2.1	PROCEDIMENTOS DE PESQUISA E COLETA DE DADOS	21
2.2	RESULTADOS DA PESQUISA	22
3	EVOLUÇÃO HISTÓRICA DAS INTERFACES DIGITAIS	26
3.1	WIMP E SISTEMAS DE JANELAS	29
3.2	POST-WIMP E INTERFACES NATURAIS	33
4	AVALIAÇÃO DE INTERFACES NATURAIS NÃO CONVENCIONAIS	36
4.1	MODO X MODALIDADE	36
4.2	O USO DA MULTIMODALIDADE	38
4.3	MODELO <i>CARE</i>	40
4.4	MODELO <i>TYCOON</i>	41
5	HEURÍSTICAS APLICADAS AO DESIGN DE INTERFACE	43
5.1	ÁUDIO E VOZ	46
5.2	GESTOS	55
5.3	TATO	61
6	A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL	66
6.1	A <i>TDS COMPANY</i>	71
6.2	O <i>FRAMEWORK STRATEEGIA</i>	76
7	O <i>FRAMEWORK FRA.G.O.L.A</i>	81
7.1	MOTIVAÇÕES PARA A APLICAÇÃO DO <i>FRAMEWORK</i>	82
7.2	APLICAÇÃO DO <i>FRAMEWORK</i>	85
7.3	ESTRUTURA DOS ELEMENTOS DO <i>FRAMEWORK</i>	88
7.4	DESCRIÇÃO DAS CARTAS	95
7.4.1	Fase 1	96
7.4.2	Fase 2	97
7.4.3	Fase 3	98
7.4.4	Fase 4	99
7.5	ADAPTAÇÃO DO <i>FRAMEWORK</i> AO <i>STRATEEGIA</i>	100
8	CONCLUSÕES	103

8.1	TRABALHOS FUTUROS	106
	REFERÊNCIAS	108
	APÊNDICE A – FLUXO GERAL DO <i>FRAMEWORK</i> FRA.G.O.L.A	111
	APÊNDICE B – DESCRIÇÃO DAS CARTAS DO <i>FRAMEWORK</i>	112
	APÊNDICE C – MODELO DO QUESTIONÁRIO DE PESQUISA APLICADO	121
	APÊNDICE D – RESULTADOS OBTIDOS NA PESQUISA	127
	APÊNDICE E – LISTA INICIAL DE ARTIGOS DAS CARTAS POR FASE	131

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 50 anos, as empresas, serviços e usuários viveram um processo de transformação digital que mudou suas abordagens de produção, venda e prestação de serviços (HEILIG; SCHWARZE; VOSS, 2017). O uso da tecnologia se tornou um paradigma irreversível, e, hoje, transações bancárias, transportes e tantos outros serviços acontecem mediados por computadores e dispositivos móveis conectados em rede (SCHIOCHET, 2016). Muitas empresas ainda estão adaptando seus negócios e outras tentam inovar ainda mais nessa mediação tecnológica, experimentando novas formas de interação com seus sistemas e diferentes possibilidades de facilitar o acesso dos usuários a seus serviços (DUNBRACK *et al.*, 2016).

Apesar de computadores pessoais e notebooks corresponderem a uma boa parte dos modos de acesso à rede, a grande maioria desses acessos, cerca de 91%, é feita através de dispositivos móveis. Segundo relatório da GSM Association (2020), existem aproximadamente 5,15 bilhões de usuários únicos de smartphones ao redor do mundo. Com um crescimento médio de 121 milhões de novos consumidores a cada 12 meses, o número de assinaturas de serviços associados a smartphones já chega a 6 bilhões, segundo relatório da Ericsson (2020), com penetração na América latina, beirando a 99% da população.

Dados atuais (DATAREPORTAL, 2022) apontam que um número de 4.57 bilhões de usuários, cerca de 60% da população, acessam a internet, havendo, em média, 346 milhões de novos usuários a cada 12 meses, significando que, diariamente, se tem aproximadamente 950 mil novos indivíduos na rede.

A popularização do uso da internet e de artefatos digitais como aplicativos aconteceu após o lançamento do iPhone, em 2007, em que tivemos uma revolução na forma de interagir com a informação. Inicialmente projetados para realizar apenas ligações telefônicas, a inclusão de uma tela possibilitou uma atuação via toque e a possibilidade de se construir outras formas de interação.

Associado ao crescente número de aplicativos disponibilizados, houve também uma evolução no tipo de tecnologia e em como as interfaces desses artefatos digitais passaram de simples linhas de comando para modelos de interface gráfica, até mais atualmente para implementações de interação naturais (FERNANDEZ *et al.*, 2016).

Hoje conseguimos encontrar aparelhos com uma gama de sensores, tais como acelerômetro e giroscópio. Isso possibilitou expandir o uso desses dispositivos além dos modos de interação tradicionais como a tela e o teclado físico, esses hoje já consolidados. O desenvolvimento de novos modos, como gestos, tato e voz, possibilitou a exploração de várias modalidades, não se limitando apenas a bips sonoros ou ao uso simples do teclado.

Entendemos por modalidades aquelas manifestações decorrentes do uso dos modos de interação. Dessa forma, para um modo de áudio, podemos ter várias modalidades, a exemplo de: exibição de sons do sistema, síntese de diálogo, representação ultrassônica e outras. Algumas das aplicações que se utilizam dessas modalidades podem ser encontradas em artefatos como: jogos que utilizam gestos (Nintendo Wii e Microsoft Kinect), aplicativos de realidade virtual (como visitação a museus) e artefatos de feedback tátil (tais quais o joystick do Playstation ou o tênis da DropLabs).

Nesse contexto, o uso de aplicativos para dispositivos móveis — notadamente *smartphones* — vem consolidando sua presença através de novas experiências de uso com a utilização de sensores de localização, posicionamento espacial (GPS, acelerômetro e giroscópio), câmeras e outros recursos multimídia. Através dessas novas tecnologias, é possível desenvolver experiências que não só enriquecem o uso, como também permitem que o manuseio desses dispositivos ocorra de forma mais natural tanto ergonomicamente como alinhado a novos modelos mentais de operação.

Entretanto, existe uma falta de conhecimento sobre como projetar interfaces que se beneficiam de modos os quais se utilizam de tais recursos. Isso foi comprovado em pesquisa preliminar realizada com desenvolvedores de software. Dos entrevistados, cerca de $\frac{2}{3}$ não tinham conhecimento sobre o que era modalidade ou multimodalidade em softwares. Além disso, mais de 80% não tinham participado de nenhum projeto que envolvesse o uso de interfaces multimodais. Mesmo aqueles que cooperaram em projetos desse tipo — e, nesse caso, foram poucas experiências — não conseguiram desenvolver algo extenso o suficiente para esbarrar na falta de referências, de métricas ou de guias que se aplicassem ao uso de interfaces não convencionais.

Trabalhos anteriores (VILAR NETO; CAMPOS, 2014) propuseram um ajuste nessas heurísticas tradicionais no sentido de adaptar o processo de avaliação para contemplar interfaces multimodais. Porém, mesmo em tal estudo, como ponto de

partida para a definição das heurísticas, ainda se mantém o mesmo *mindset* tradicional.

A temática apresentada é o pano de fundo para o trabalho de pesquisa, que visa identificar modelos de interação naturais não convencionais, ou seja, aqueles que são desenvolvidos através de gestos, voz, olfato ou quaisquer outros sentidos e modos não popularmente explorados comercialmente. A presente pesquisa também tem o objetivo de analisar como softwares para dispositivos digitais (sejam *apps* ou outro tipo) podem se beneficiar dessas interações para criar um diferencial competitivo, além de proporcionar uma abordagem de desenvolvimento mais inclusiva para o usuário.

Dentro da perspectiva apresentada, faz-se necessário reduzir o escopo da pesquisa para atender critérios que sejam possíveis de se gerar dados iniciais para um futuro estudo. Esse estudo, especificamente, se dedicará a artefatos digitais que possam ser desenvolvidos com base em uma estratégia compatível com a requerida por uma organização dentro de um contexto do uso da multimodalidade.

Dado este cenário, o trabalho apresentado tem como foco investigar o uso de formas de interação homem-máquina através de projetos de interfaces não convencionais ainda não exploradas, como as gestuais, táteis e de voz. Outro intuito é identificar alguns dos padrões de referência para tais interfaces assim como — mas não se limitando a — elementos chave para a adoção e o uso de cada uma dessas modalidades.

Além disso, como ponto de partida para o desenvolvimento do trabalho, foram explorados dois modelos de avaliação entre modalidades amplamente utilizadas na indústria. Os modelos CARE e TYCOON são aplicados como referência para a construção de modelo próprio de avaliação de interfaces.

Dessa forma, o trabalho propõe um *framework* teórico baseado em padrões existentes na literatura e visa investigar a relação destes e seus aspectos como decisivos para a adoção ou não de uma estratégia de interação multimodal em artefatos digitais. O *framework* Fra.g.o.l.a é composto por uma série de cartas que se relacionam entre si e apresentam questões estruturantes sobre os modos de interface presentes no artefato, possíveis cenários de implementação de novas modalidades e revisão dos seus relacionamentos.

1.1 PROBLEMÁTICA E OBJETIVOS

Hoje, os dispositivos móveis permitem muito mais tipos e modos de interação do que apenas o visual. Celulares podem detectar movimentos e orientações, identificar rostos e expressões gestuais, além de outras nuances da manifestação humana. No entanto, as empresas relutam ou ignoram oportunidades de inovação decorrentes das mediações tecnológicas modais com seus serviços. Interfaces de voz já são alguns casos de uso dessa diversificação nos modos de interação, mas outros, como tato e olfato, ainda são de difícil adoção, utilização e compreensão, por motivos estratégico-financeiros.

Dessa forma, a problemática abordada por esse trabalho gira em torno da seguinte pergunta: como definir se é estrategicamente válido ou vantajoso para uma empresa ou equipe de design a adoção de novos modos de interação?

Similarmente, é objetivo desta pesquisa elucidar modos de interação e heurísticas em design para esclarecer, fomentar e estimular oportunidades, a fim de que as empresas explorem e descubram oportunidades nos novos modos de interação em mediações tecnológicas de seus serviços.

As empresas comumente desenvolvem seus modelos de negócios associados ao desenvolvimento de produtos e serviços que, naturalmente, não se aproveitam das possibilidades que outros modos de interação podem trazer para essas mediações tecnológicas. Dessa forma, como podemos trabalhar a justificativa da adoção de novas modalidades no projeto de interfaces para artefatos digitais?

2 METODOLOGIA

A metodologia definida para o desenvolvimento deste trabalho partiu de uma contextualização e levantamento do estado da arte sobre o uso de interfaces multimodais em artefatos digitais e também uma pesquisa exploratória em publicações de bases de dados como: *Interacting with Computers*, *Cognitive Research*, *Multimedia Tools and Applications*, *Journal on Multimodal User Interfaces*, *Communications of the ACM*, *Frontiers in Psychology*, *Personal and Ubiquitous Computing*, *Multimodal Technologies and Interaction*, *Education and Information Technologies*, *Qualitative Research*, *Multimedia Tools and Applications*, *Universal Access in the Information Society*, *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, *Multimodal Technologies and Interaction*, *International Journal of Human-Computer Interaction*, *Social Semiotics* e *Mathematics*, via portal de periódicos da CAPES.

Durante o estágio de estudo e revisão da literatura, foi feita uma atividade de imersão em ambiente específico para transformação digital, dentro da *The Digital Strategy Company*, situada no Bairro do Recife, no ecossistema do Porto Digital. Nessa fase foi desenvolvido um trabalho de habilitação do pesquisador em metodologia própria de promoção à transformação digital. O objetivo dessa etapa foi possibilitar o contato com empresas em processo de transformação e promover *insights* no desenvolvimento de artefatos com potencial para o uso da multimodalidade.

Além da fase de pesquisa da literatura e imersão em ambiente de transformação digital, foi desenvolvido um estudo com profissionais da área sobre as principais práticas de design de artefatos digitais por meio da coleta de experiências com esses participantes. Essa coleta de dados foi realizada através da aplicação de pesquisas, com auxílio de questionário específico. Os detalhes são descritos na seção 2.1, de procedimentos de pesquisa e coleta de dados.

Por fim, foi realizada a compilação e a análise dos resultados como forma de levantar os pontos comuns, recorrentes e mais importantes na experiência de se adotar interações multimodais em artefatos digitais. Essas entradas foram, então, classificadas e agrupadas em conjuntos teóricos de características que possam ser disponibilizadas como elementos definidores e balizantes sobre a necessidade nos principais mecanismos de utilização de interfaces multimodais em artefatos móveis.

Entre os principais achados — mais detalhados na seção 2.2 —, foi observado que a grande maioria dos participantes não tem experiência prática no desenvolvimento do projeto de interfaces que não sejam aquelas tradicionais (tela e teclado). Mais ainda, nenhum dos integrantes da pesquisa teve contato sequer com projetos para modos de interface de paladar, olfato e tato.

Segundo Bellik (1995), modalidade é “uma forma concreta sobre um determinado modo de comunicação”. Dessa forma, o autor associa qualquer um dos cinco sentidos básicos do ser humano (visão, audição, paladar, olfato e tato) e suas maneiras de expressão (gestos e voz). Ou seja, a comunicação é feita se utilizando de algum dos modos (sonoros, visuais, gestuais). Analogamente, aquilo que se é produzido através de um modo pode ser considerado uma modalidade. Isso se deve, relativamente, à falta de conhecimento por parte das equipes desenvolvedoras desses artefatos sobre os recursos disponíveis nas principais plataformas de desenvolvimento. Mais que isso, também há uma percepção restrita sobre que tipo de interfaces e como elas podem ser exploradas do ponto de vista de modelos de interação disruptivos.

Dessa forma, a pesquisa aborda a questão do uso da multimodalidade através do olhar de um conjunto de heurísticas definidas, mas também levando em consideração os aspectos da ergonomia e usabilidade. Nesse sentido, a referência apresentada passa a ser a da ótica da legislação e de referências balizadoras, como a NBR 9241-11, que versa sobre os aspectos da usabilidade em artefatos digitais, e a WCAG, que consiste no conjunto de diretrizes para a acessibilidade. Apesar de bem completas, as normas têm como foco, basicamente, aspectos de usabilidade e acessibilidade que se referem à manipulação de telas em artefatos digitais para cumprir o exigido e atender uma boa ergonomia.

Nesse sentido, o trabalho a seguir não se apoia sobre conceitos ou guias específicos de ergonomia ou de acessibilidade. Entendendo que tais tópicos são extensos e merecem um estudo completo à parte, as discussões posteriores englobam apenas aspectos referentes ao projeto de design de interfaces sem considerar implicações ergonômicas ou de acessibilidade.

Aliado a isso, no que se diz respeito à temática, nos referimos ao uso do framework *strategia*, proprietário da TDS, como recurso metodológico para o desenvolvimento de uma jornada de transformação digital desenvolvida em parceria

com organizações, para desempenhar um artefato que explore a avaliação sobre a ótica do uso da multimodalidade.

Por fim, o próprio processo de transformação digital completa uma tríade de pesquisa como processo desencadeador de inovação em um cenário onde as mudanças atuam como catalisador dos novos negócios e também nos legados, tanto em processos internos como também na forma de se realizar esses negócios com público, clientes e fornecedores.

2.1 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA E COLETA DE DADOS

A amostra escolhida para participar da pesquisa online foi feita através da seleção de designers e desenvolvedores de artefatos digitais. A proposta aqui é a de identificação dos principais valores adotados nos julgamentos e decisões na utilização de modos de interação e interfaces que preconizam o uso da multimodalidade.

Por parte da coleta quantitativa de dados desses profissionais, foi aplicado um questionário, utilizando-se perguntas do tipo fechadas (binárias, sim ou não) para definir o nível de aderência dos participantes a temas relativos à experiência de uso da multimodalidade em artefatos digitais. Além disso, também foram aplicadas perguntas de caráter subjetivo, com o intuito de se entender a percepção dos envolvidos sobre o quão importante é se explorar esse tipo de projeto e saber quais são os principais mecanismos de desenvolvimento de interfaces multimodais, além dos prováveis ganhos decorrentes do uso de tal tipo de projeto.

O modelo do questionário aplicado encontra-se no apêndice C. Tanto as respostas mais e menos recorrentes serviram de base para identificar os pontos em comum e aqueles menos explorados por parte dos designers no projeto de interfaces não convencionais.

O desenvolvimento da fase de pesquisa, em que os dados quantitativos dos designers foram levantados, foi feito através de questionário disponibilizado pela plataforma *Google Forms*, por um período de sete dias. Após o preenchimento das perguntas, as respostas foram tabuladas para identificar:

- I. A quantidade de respondentes que já utilizam ou utilizaram mecanismos de interfaces não convencionais nos seus artefatos;

- II. A quantidade de artefatos desenvolvidos que contemplam mecanismos de interfaces não convencionais;
- III. O nível de conhecimento a respeito de outros mecanismos que não sejam os convencionais de tela/janelas/mouse nem outros dispositivos tradicionais de interação;
- IV. Que tipos de interação não convencional (caso tenham sido manuseados) são mais utilizados no desenvolvimento de artefatos digitais;
- V. Qual o nível de aceitação por parte dos designers sobre a utilização de interfaces não convencionais;
- VI. Outras informações qualitativas pertinentes à adoção e ao uso de interfaces não convencionais.

Os detalhes do questionário aplicado podem ser acessados no apêndice C.

2.2 RESULTADOS DA PESQUISA

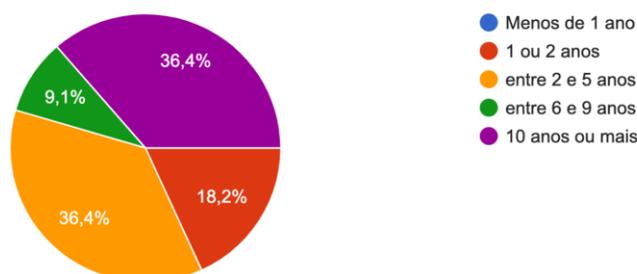
Foram coletadas 11 respostas individuais ao questionário, com participantes de perfis e localizações diferentes ao redor do Brasil. Desse total, sete foram designers de produtos digitais (*product designer*, designer de interação, designer) e quatro desenvolvedores (engenheiro de software, *front-end developer*, desenvolvedor de software).

A distribuição de participantes por anos de experiência em desenvolvimento de artefatos digitais pode ser identificada na figura 1 abaixo. Aqui cabe a primeira observação sobre os resultados: todos os participantes tinham pelo menos um ano de experiência, com a maioria dos respondentes entre dois e dez anos ou mais. Trata-se, nesse caso, de um público maduro no desenvolvimento dos artefatos em questão.

Figura 1 – Distribuição dos participantes da pesquisa por anos de experiência no desenvolvimento de artefatos digitais

Quantos anos de experiência você possui desenvolvendo artefatos digitais (aplicativos, web apps, portais de internet/intranet, dispositivos físicos com interface digital)?

11 respostas



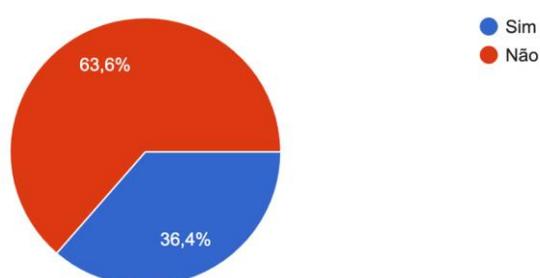
Fonte: o autor (2022).

Uma das informações solicitadas aos participantes dizia respeito ao conhecimento prévio sobre o conceito de modalidade e/ou multimodalidade. Cerca de $\frac{2}{3}$ dos pesquisados não tinham entendimento sobre o significado de modalidade em projetos de interfaces digitais (figura 2).

Figura 2 – Distribuição dos participantes da pesquisa por conhecimento sobre temática do trabalho

Você está familiarizado com o termo modalidade e/ou multimodalidade?

11 respostas



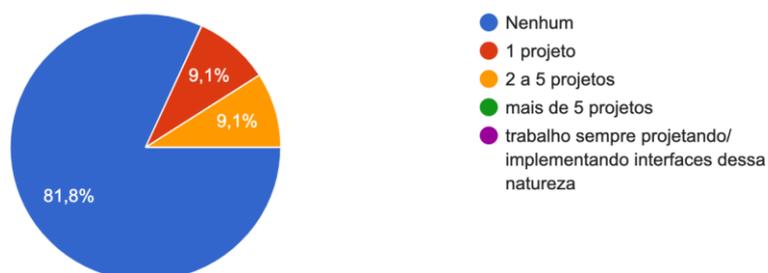
Fonte: o autor (2022).

Essa falta de familiaridade se reflete nos tipos de projetos que foram desenvolvidos previamente por esses profissionais. Mais de 80% dos pesquisados não desenvolveram projetos que envolvessem algum tipo de modo ou modalidade fora do tradicional (tela e teclado). Na verdade, apenas dois respondentes atuaram

em projetos dessa configuração: um deles participou de dois a cinco projetos e o outro participou somente de um projeto, conforme figura 3.

Figura 3 – Distribuição dos participantes da pesquisa por quantidade de projetos envolvendo modalidades não convencionais

Em sua experiência de trabalho, em quantos projetos você trabalhou que se utilizaram de modalidades de interface não convencionais (tato, gestos, áudio, voz, olfato ou paladar)?
11 respostas

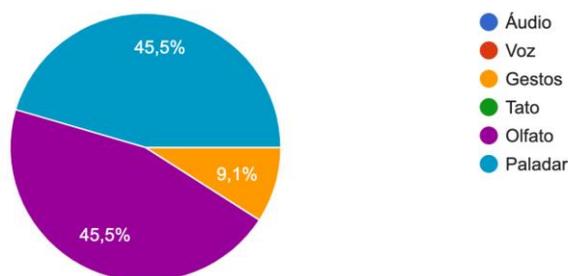


Fonte: o autor (2022).

Como forma de identificar a percepção dos pesquisados sobre possíveis dificuldades e experiências na construção de projetos de interface, foi questionado sobre quais modos de interface seriam mais fáceis ou difíceis de se projetar uma interface. As respostas são listadas nas figuras 4 (mais difícil) e figura 5 (mais fácil) abaixo.

Figura 4 – Distribuição dos participantes por percepção de modo de interface mais difícil de se desenvolver projetos de interface

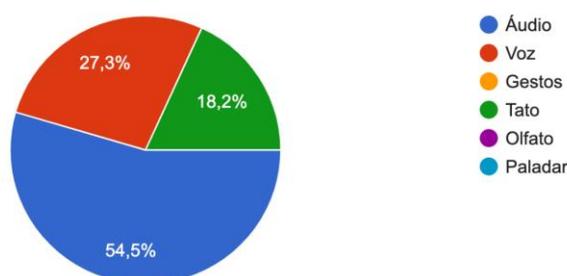
Qual dessas modalidades você imagina ser a mais DIFÍCIL de se construir um projeto de interface?
11 respostas



Fonte: o autor (2022).

Figura 5 – Distribuição dos participantes por percepção de modo de interface mais fácil de se desenvolver projetos de interface

Qual dessas modalidades você imagina ser a mais FÁCIL de se construir um projeto de interface?
11 respostas



Fonte: o autor (2022).

Podemos perceber, entre os pesquisados, que há praticamente uma unanimidade sobre os modos de paladar e de olfato como os mais difíceis a serem projetados. Isso provavelmente se dá por, aparentemente: 1) não existirem tantas implementações de hardware para esses modos, 2) não haver tantas aplicações que explorem esse tipo de modo e 3) ser um modo relativamente novo para o desenvolvimento de artefatos digitais.

Por outro lado, entre os modos entendidos como os mais fáceis a serem desenvolvidos nos projetos de interface, temos áudio e voz. Isso se deve particularmente pelo fato de que muitas das interfaces presentes nos aplicativos hoje já se utilizam de canais de voz e áudio para carregar informações importantes para o usuário.

Outras informações relevantes ao questionário aplicado podem ser encontradas no apêndice D.

3 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DAS INTERFACES DIGITAIS

Percebendo que existe uma deficiência no conhecimento sobre como projetar interfaces para modos não convencionais, faz-se necessário entender o porquê de os projetos contemplarem majoritariamente modos que se restringem apenas ao uso de teclados e telas touchscreen. Isso se deve em parte a questões históricas decorrentes da evolução das interfaces utilizadas nos primeiros computadores.

Desde a invenção do computador moderno, as interfaces vêm mudando e evoluindo para se adaptar ao uso por parte dos seus operadores. Inicialmente construídos como máquinas de cálculos, os computadores passaram de aparatos focados em uma única finalidade para instrumentos multi-propósito. Durante essa transição de paradigma, modificaram-se também as formas de se interagir com essas máquinas.

Passando de interfaces de lote (*batch-interfaces*) a interfaces naturais (*NUIs*), o aperfeiçoamento dos mecanismos de entrada e saída (*I/O*) nos computadores ainda foi construído inicialmente através de interfaces de linhas de comando (*command-line interfaces*) e, posteriormente, através de interfaces gráficas (*graphical user interface*, *GUIs*).

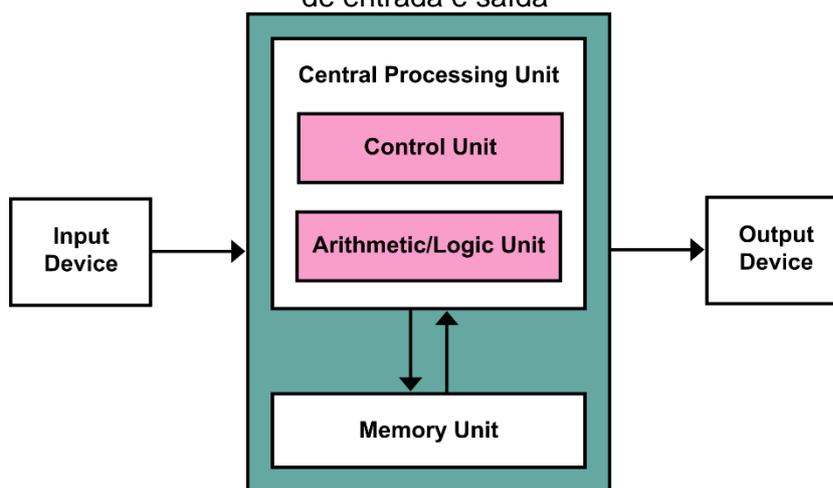
Dessa evolução, iniciada após o ano de 1945, foi edificada boa parte pela melhoria e disponibilização de novos materiais e equipamentos. Notadamente, com a criação da eletrônica (e, posteriormente, da microeletrônica), foi possível expandir a utilização de máquinas autômatas para a realização de cálculos e operações computacionais pré-determinadas.

Nesse sentido, podemos dizer que as primeiras interfaces disponíveis são aquelas de inserção de dados (e programas de computador) através de cartões perfurados ou outros dispositivos físicos em que os elementos computacionais eram carregados na memória do computador e, com isso, poderiam ser processados de forma linear para alcançar um determinado objetivo. As interfaces de lotes (*batch interfaces*) foram as primeiras implementações as quais era necessária alguma interação entre homem e computador. Especificamente nesses casos, boa parte do trabalho humano consistia em carregar – literalmente, nesse caso – informações para dentro da memória dos computadores.

Por questões técnicas e tecnológicas é fácil de se entender que, a priori, pela implementação do que hoje conhecemos como arquitetura de Von Neumann, esse

tipo de interação entre homem e máquina era restrito ao aspecto operacional da utilização do computador. Com a adoção desse modelo arquitetural, em que elementos de entrada e saída de dados (I/O) passaram a fazer parte do uso cotidiano, tivemos, então, a necessidade de criar mecanismos os quais permitissem que essa interação entre homem e máquina pudesse ser desenvolvida de forma mais próxima ao natural.

Figura 6 – Representação da arquitetura de Von Neumann com detalhes para os elementos de entrada e saída



Fonte: Wikipedia (2021).

Dessa forma, uma segunda geração de interfaces homem-máquina foi desenvolvida. Dessa vez, com interação em tempo real (em tempo de execução), as interfaces de linha de comando (*command-line interface*) trouxeram uma primeira implementação de um modelo de interface mais natural para os usuários.

A principal diferença entre esse modelo de interface e a interface de lotes é um padrão de interação que se baseia em um conceito de requisição e resposta. Isso significa que, dado um determinado repertório de comandos de máquina, é possível o usuário escolher quais operações devem ser feitas através das entradas de palavras reservadas que, após o processamento do computador, vão retornar o resultado da computação em mecanismos de saída, tais como consoles do sistema ou monitores de vídeo. Duas das mais famosas implementações desse tipo de interface são o DOS e o UNIX.

Figura 7 – Tela do *FreeDOS*, uma das várias implementações da interface de linha de comando

```

Welcome to FreeDOS

CuteMouse v1.9.1 alpha 1 [FreeDOS]
Installed at PS/2 port
C:\>ver

FreeCom version 0.82 pl 3 XMS_Swap [Dec 10 2003 06:49:21]

C:\>dir
Volume in drive C is FREEDOS_C95
Volume Serial Number is 0E4F-19EB
Directory of C:\

FDOS                <DIR>    08-26-04   6:23p
AUTOEXEC.BAT        435     08-26-04   6:24p
BOOTSECT.BIN        512     08-26-04   6:23p
COMMAND.COM         93,963  08-26-04   6:24p
CONFIG.SYS          801     08-26-04   6:24p
FDOSBOOT.BIN        512     08-26-04   6:24p
KERNEL.SYS          45,815  04-17-04   9:19p
6 file(s)           142,038 bytes
1 dir(s)            1,064,517,632 bytes free

C:\>_

```

Fonte: Wikipedia (2021).

Uma das grandes desvantagens desse tipo de implementação consiste no aspecto de que, apesar de ser totalmente focada em texto, há necessidade de que o usuário tenha conhecimento prévio sobre a gramática do sistema em que ele está operando. A fluência, nesse caso, é obtida apenas com extenso estudo e prática.

Outra construção similar é a de interfaces de usuário baseadas em texto (*text-based user interfaces*), que constitui basicamente em uma estrutura visual (mas, ainda assim, de texto) com menus na parte superior, barra de status na parte inferior e elementos de interação (via texto) no centro do display. Esse formato de interface veio a servir de base para os computadores e sistemas operacionais modernos baseados em interfaces gráficas.

A evolução natural desse tipo de interface se deu com a criação de elementos gráficos e novas possibilidades de se explorar ícones, ponteiros e janelas. Nessa perspectiva, os elementos interativos disponibilizados aos usuários possibilitaram o desenvolvimento de modelos de trabalho e interação mais ricos, complexos e customizados.

As interfaces gráficas de usuário (*graphical user interfaces*) passaram a ser o modelo padrão de desenvolvimento de mecanismos de interação entre seres humanos e computadores. Nelas, tanto usuários experientes quanto aqueles novos na operação de computadores puderam construir uma experiência de utilização

consistente e mais fácil, possibilitando a democratização do uso de equipamentos outrora relegados a especialistas.

Essa popularização das interfaces gráficas se deu em meio à adoção de sistemas operacionais mais amigáveis, tais como o *Windows* e o *MacOS*. Com a propagação do uso dos computadores pessoais em contextos cotidianos, empresas como a *Microsoft* e a *Apple* conseguiram sedimentar elementos de interface que passaram não apenas a fazer parte de sistemas interativos de computadores, mas também formaram a base de uso de dispositivos eletroeletrônicos em geral.

3.1 WIMP E SISTEMAS DE JANELAS

Entendemos como modelos de interação WIMP aqueles que se baseiam no uso de quatro elementos básicos, sendo eles: janelas (*windows*), ícones (*icons*), menu (*menu*) e ponteiros (*pointers*). Esse tipo de interação, popularizado em plataformas como as usadas no *Macintosh* já em 1984, são comumente padrão para interfaces gráficas (GUI) em geral.

Esses elementos (WIMP) definiram não apenas os modelos de interação, mas também os canais de comunicação utilizados pelos operadores para relacionar-se com as máquinas. Por anos, até a popularização dos smartphones, o uso de teclado e mouse foi e ainda é considerado uma das principais combinações disponíveis para operação do computador pessoal.

Essa combinação, entretanto, assumiu um aspecto secundário com o aparecimento de telas sensíveis ao toque de dispositivos móveis ou mesmo de equipamentos específicos, como os maquinários industriais.

Entre os elementos que compõem o sistema WIMP, podemos identificar as janelas como contêineres de elementos que, por sua vez, integram um programa (aplicativo) específico, separando-os de outros programas que são executados concorrentemente em um sistema operacional. Essas janelas podem ser redimensionadas, movidas e rearranjadas de forma a permitir uma melhor manipulação dos elementos gráficos disponíveis na interface de saída (normalmente uma tela/monitor digital).

Já os ícones são elementos de interface gráfica que funcionam como atalhos para a iniciação dos aplicativos (ícones de programa) ou para desempenhar funções específicas dentro de um aplicativo (ícones de funções). Esses ícones funcionam

como atalhos mnemônicos para operações comumente utilizadas, agindo como atalhos mentais para aquelas operações cotidianas realizadas durante o uso daqueles aplicativos, como o ícone do "disquete" em aplicativos de editores de texto, a exemplo do Microsoft Word, que funcionam como atalho para a funcionalidade de "salvar o documento".

O elemento relativo ao menu se refere à estrutura presente na maioria dos aplicativos em que as funcionalidades são normalmente agrupadas por funções de contexto. Os menus oferecem conjuntos de ferramentas que podem ser estáticas (ou seja, serem apresentadas nos mesmos locais e da mesma forma) ou dinâmicas (menus sensíveis aos contextos), a depender da seleção e das opções que podem ser executadas através delas.

Por fim, como principal elemento de interação, temos o ponteiro como interface digital entre um movimento físico (a movimentação de um mecanismo de entrada, como o mouse) e seu reflexo na interface (o movimento propriamente dito do ponteiro na tela do computador). Nesse sentido, o ponteiro funciona como elemento de virtualização da interação entre homem e máquina.

O uso do mouse (ou outro dispositivo como forma de apontador), apesar de ainda muito popular, vem dando espaço a manipulações diretas da interface, ou seja, à utilização direta dos elementos gráficos por parte dos usuários. Isso é claramente perceptível em interfaces sensíveis ao toque, tais como as telas de smartphones, que são cada vez mais acessíveis ao público em geral.

Através desse tipo de manipulação (direta), é possível remover do circuito o componente de interface que traduz o mecanismo de entrada em sinais digitais para processamento da máquina computacional, fazendo com que não só ganhemos tempo entre a ação desejada e o resultado esperado (hoje menos relevante para máquinas com alto poder de processamento), mas também no tempo necessário para a instrução do usuário na utilização desse dispositivo intermediário (mouse, teclado ou painel de comandos, por exemplo).

Um paradigma posterior ao usado pelo WIMP (post-WIMP) considera que, apesar de popular, em algumas situações, a utilização de elementos como janelas, ícones, menus e ponteiros não representam a melhor abordagem para que o usuário possa desempenhar a atividade desejada, — jogar um jogo ou operar uma máquina específica. Outras atividades como manipulação ou visualização de objetos 3D podem não se beneficiar de abordagens WIMP pelo fato de que, enquanto essas atividades

são fortemente dependentes de um espaço tridimensional de visualização e manipulação, interfaces que usam elementos WIMP são naturalmente construídos em dispositivos que ou exibem informações em duas dimensões (tela), ou manipulam em duas dimensões (mouse em uma superfície).

Consideramos sistemas de janela os softwares específicos para o gerenciamento e manipulação de janelas em um dispositivo de saída (comumente uma tela de computador ou algum outro dispositivo eletrônico). Eles são os responsáveis por criar um “ambiente” de trabalho com regras específicas sobre como as interfaces são apresentadas e manipuladas pelo usuário.

Existem vários protocolos de sistemas de janelas, muitas delas proprietárias e disponibilizadas juntamente com os sistemas operacionais desenvolvidos para os usuários. Esses ambientes são os encarregados por possibilitar a construção dos elementos WIMP nas interfaces.

Uma característica interessante sobre os sistemas de janelas é o fato de que eles definem não só a aparência visual dos sistemas operacionais, como também possibilitam criar metáforas e elementos de esquemorfismo que facilitam a manipulação bem como o processo cognitivo de entendimento dos componentes visuais apresentados ao usuário.

Esses componentes visuais funcionam como links entre o mundo real e aquele que está sendo desenvolvido através dos softwares. Muitos dos componentes utilizados em sistemas de computadores se baseiam em objetos e ações que refletem algo tangível nesse mundo real. Chamamos de esquemorfismo essa característica de “remeter” elementos digitais (ou mesmo objetos físicos) a elementos comuns ao mundo que nos rodeia. Isso é facilmente visto em componentes digitais como botões redondos na interface de um aplicativo de música. Para a utilização do controle em si (ou seja, para ajustar o volume), pode ser necessário fazer um movimento giratório (de rotação) no componente da interface, de forma a simular o ajuste em um botão físico.

O uso do esquemorfismo não se restringe, entretanto, a componentes que exijam algum tipo de interação. Elementos que possuem característica informativa ou apenas estética também podem se aproveitar desse tipo de mapeamento feito pelo nosso cérebro.

Um ponto importante sobre o uso do esquemorfismo na construção de interfaces é o fato de que o seu sucesso depende inteiramente do repertório de quem

é exposto (o usuário) à experiência de uso. Isso significa dizer que, se uma interface for projetada utilizando-se técnicas de esqueuormorfismo, o seu sucesso pode se tornar um fracasso caso os usuários não estejam habituados aos conceitos, representações e referências apresentadas na interface.

Figura 8 – Conceito de esqueuormorfismo nos botões, *LEDs* e indicador de intensidade de sinal em aplicativo digital de compressor de áudio



Fonte: Wikipedia (2021).

As metáforas de interface, por sua vez, se caracterizam como atalhos no mapeamento de experiências baseadas em construções prévias, comuns aos usuários. Diferente do conceito de esqueuormorfismo, que se baseia no formato de apresentação dos componentes, as metáforas carregam em si um elemento cultural, mutável e com características pessoais fortemente ligadas a quem se expõe àquela experiência. Conforme explicitado por Norman (2004), “o esqueuormorfismo em termos de aspectos culturais: interação com um sistema apenas aprendido através da cultura”.

Dessa forma, a utilização de metáforas de interfaces deve passar por um filtro adicional além dos tradicionais utilizados por designers e outros projetistas de artefatos digitais. Esse tipo de filtro deve levar em consideração o contexto no qual o artefato está inserido, qual é a experiência do usuário envolvido no desenvolvimento da tarefa e também qual o caminho que se quer percorrer para chegar ao objetivo desejado.

Mesmo havendo todo um projeto de uso de metáforas para a construção de interfaces, faz-se necessário entender como essas metáforas são entendidas e

internalizadas pelos usuários de modo a reforçar seu conhecimento e experiência prévia sobre o conceito apresentado. Isso significa dizer que um elemento de interface ou área de um aplicativo pode ter significado diferente para pessoas, inclusive da mesma cultura. Suas experiências passadas vão balizar esse entendimento e fazer com que cada usuário tenha sua forma de reagir e interagir com a interface projetada.

3.2 POST-WIMP E INTERFACES NATURAIS

Para a maioria das atividades desempenhadas pelos usuários, as abordagens que utilizam implementações do tipo WIMP, conforme descrito anteriormente, são suficientes no objetivo de fazer com que eles — os usuários — consigam desempenhar essas tarefas de forma eficaz e eficiente. Especialmente aquelas atividades que exigem a utilização de dispositivos de entrada como mouse e teclado são facilmente desenvolvidas, em boa parte pela construção histórica a qual esses dispositivos foram inseridos e utilizados conforme mencionado anteriormente.

Diferentemente, outras atividades que exijam controles e *hardware* específico ou que permitam a utilização de outros dispositivos de entrada podem não ter um alto grau de eficiência. Isso ocorre pelo simples fato de que, por mais que estejamos acostumados a utilizar tais dispositivos, como teclados e mouses, somos mais bem sucedidos na execução dessas tarefas quando: a) utilizamos *hardware* específico ou b) utilizamos mecanismos naturais de expressão das tarefas (mecanismos orgânicos de voz, gestos e tato, por exemplo).

Enquanto entendemos que existam algumas vantagens na utilização das tradicionais interfaces WIMP (e em especial aquelas adotadas de teclado e mouse em sua operação), principalmente em tarefas relacionadas ao cotidiano de um trabalho de escritório — redigir documentos e relatórios, construir planilhas eletrônicas e manipular gráficos e objetos 3d —, Van Dam (1997) explicita alguns dos motivos pelos quais é mais vantajoso a adoção de interfaces do tipo pós-WIMP (incluindo as interfaces naturais).

Primeiramente, é importante entender que, quando damos enfoque nas interfaces (e não nas tarefas que os usuários estão tentando desempenhar), estamos priorizando um elemento (a interface) que não é o fim, e sim o meio de se chegar ao fim (o desenvolvimento da tarefa). Isso traz, como consequência, o fato de que os

usuários passam muito tempo manipulando a interface e não a aplicação e o produto desenvolvido.

Em segundo lugar, precisamos entender que as interfaces WIMP são projetadas utilizando um espaço representativo em duas dimensões (2D), o que reforça mais o conceito das tarefas que são normalmente desenvolvidas em um escritório. Por outro lado, algumas tarefas são desempenhadas em um plano tridimensional, como manipulação de objetos 3D, operações de logística ou até mesmo performances artísticas que, apesar de poderem ser desenvolvidas em uma interface 2D, não são comumente bem representadas, o que torna esse tipo de interface inadequada.

Outro ponto a ser levado em consideração é que a utilização desse tipo de interface (WIMP) tem repercussões ergonômicas, visto que o uso inadequado de dispositivos pode levar a lesões por esforço repetitivo ou pode não ser apropriado de forma alguma, como em casos de pessoas portadoras de necessidades especiais.

O principal ponto em relação à desvantagem da utilização de tais interfaces, entretanto, está no fato de que elas não se beneficiam do uso de outros modos e modalidades como gestos, olfato ou voz.

Entendemos, então, por interfaces naturais aquelas que utilizam ou estão relacionadas com aspectos e mecanismos de interação comuns e naturais aos seres humanos, como a voz, os gestos, o tato, o olfato e o paladar. O manuseio dessas interfaces apresenta várias vantagens se compararmos com o uso de dispositivos como teclado e mouse.

Em primeiro lugar, quando aplicamos interfaces naturais para a realização de tarefas por parte do usuário, podemos nos aproveitar de mecanismos intrínsecos à natureza humana, como a expressão facial e corporal, gestos e o uso da voz, além de outros aparatos biológicos inerentes. É da natureza humana se utilizar de órgãos sensoriais, membros e suas extensões na realização de tarefas, principalmente aquelas relacionadas ao movimento ou posicionamento espacial.

O uso de interfaces naturais também possibilita que várias operações sejam realizadas de forma simultânea, paralelamente. Por exemplo: torna-se possível gesticular um comando da interface e verbalizar outro ao mesmo tempo, tornando a adoção de uma estratégia multicanal benéfica para o usuário.

Através da utilização das interfaces naturais, também é possível embutir nas interações um elemento mais subjetivo que é capaz tanto de diferenciar quanto de

potencializar as operações dos usuários. Esse elemento pode ser a alteração do timbre ou altura da voz, um gesto mais amplo ou angulado ou a depender da intensidade de um toque. Tais nuances podem indicar que o usuário deseja fazer algo mais rápido, com mais intensidade, ou simplesmente carregar ênfase em tarefas ou atividades relativas à criação ou execução artística.

4 AVALIAÇÃO DE INTERFACES NATURAIS NÃO CONVENCIONAIS

Revisitar como essas interfaces evoluíram ao longo do tempo nos faz entender como partimos de uma abordagem praticamente monomodal — em que o uso de teclado/mouse para a entrada de dados e da tela para saída de dados — para múltiplos modos e modalidades disponíveis para implementação.

A utilização de uma ou mais modalidades de interfaces faz parte do repertório de trabalho do profissional responsável pelo projeto do artefato digital, seja ele um designer, desenvolvedor ou qualquer outro. A escolha e elaboração de mecanismos de interação que utilizem interfaces de gestos, voz ou tato é decidida levando-se em consideração vários aspectos e restrições.

Antes, entretanto, faz-se necessário a distinção entre alguns conceitos básicos que, por vezes, se confundem ao se tratar de interfaces desse tipo. Em seu artigo *Time well spent with multimodal mobile interactions*, Elouali (2019) consolida algumas das informações essenciais nessa definição conforme veremos a seguir.

4.1 MODO X MODALIDADE

Uma das principais distinções a ser estabelecida durante o escopo deste trabalho é o conceito de modo e de modalidade. Essa diferenciação vai tornar mais claro o que é parte dos meios utilizados na construção de interfaces, bem como quais os canais envolvidos para as interações.

Inicialmente, faz-se necessário explicar que existem múltiplas definições sobre o que são modos de interação e modalidades e que, em alguns casos, autores ainda não convergem sobre uma definição comum ou, em outros casos, sobrepõem-se em alguns cenários. Bellik (1995) define modalidade como “uma forma concreta sobre um determinado modo de comunicação”, em que, por modo, o autor associa qualquer um dos cinco sentidos básicos do ser humano (visão, audição, paladar, olfato e tato) e suas maneiras de expressão (gestos, voz). Ou seja, a comunicação é feita se utilizando de algum dos modos (sonoros, visuais, gestuais). Analogamente, *aquilo* que se é produzido através de um modo pode ser considerado uma modalidade. A exemplo disso, barulho ou notas musicais podem ser modalidades do modo sonoro, enquanto que palavras desenvolvidas em LIBRAS (Linguagem Brasileira de Sinais)

que compõem uma conversa entre pessoas podem ser consideradas como parte de uma modalidade gestual em um modo gestual.

Por outro lado, Nigay e Coutaz (1997) definem a combinação de modo e modalidade como uma tupla $\langle d, r \rangle$, em que a primeira representa o meio físico no qual a interação é projetada e o segundo elemento simboliza a linguagem da interação a qual é expressa a mensagem. Isso significa que, em um modelo em que temos $\langle \text{sistema sonoro}, \text{bip} \rangle$, o sistema sonoro (que pode ser de um monitoramento aeronáutico) é o meio físico (incluindo todo o sistema de hardware e software nele envolvido) e o bip (sonoro) é a linguagem de interação, que, nesse caso, pode ser utilizado para indicar alguma anormalidade no sistema (ex. aviões em rota de colisão, baixo nível de fluidos etc.).

Percebemos, então, que, em alguns casos, é fácil de se confundir sobre o que é modo e o que é modalidade. De uma forma geral, os conceitos estão estritamente relacionados e atuam de forma conjunta, e, por isso, podem ser utilizados quase que de forma intercambiável. Como forma de organizar melhor a construção do desenho das interfaces e do framework proposto, encontramos, no quadro 1, abaixo, um resumo sobre modos e modalidades:

Quadro 1 – Resumo com exemplos de modos e modalidades de interação

Modalidade	Modo	Linguagem de Interação	Dispositivo
Diálogo	Voz	Linguagem natural	Microfone
Síntese de diálogo	Áudio	Linguagem natural	Alto-falantes
Exibição de imagens	Visual	Widgets/elementos visuais	Tela
Gestos de toque	Tátil	Manipulação direta	Tela sensível ao toque
Sinais gestuais	Gestos	Linguagem de sinais	Câmera
Localização	Gestos	Dados de GPS	GPS

Fonte: Elouali (2019).

Como podemos ver, tanto o modo quanto a modalidade estão diretamente atrelados à linguagem de interação utilizada. Similarmente, ambos estão relacionados às qualidades e às propriedades dos dispositivos selecionados.

4.2 O USO DA MULTIMODALIDADE

Embora já utilizada em projetos de interfaces atuais, o uso da multimodalidade, ou seja, de duas ou mais modalidades que se relacionam entre si ainda é feita de forma reduzida. Existem inúmeras vantagens e desvantagens no uso de interfaces multimodais e a consideração delas pode pesar na escolha de um modo específico ou mesmo na decisão estratégica de manter o artefato utilizando uma única modalidade.

Entre as principais vantagens de se usar a multimodalidade, é possível citar quatro. A primeira é proporcionar flexibilidade no uso de interfaces: através de estruturas multimodais, é possível dar mais opções de uso de forma a fazer com que não apenas seja possível realizar operações com vários modos e canais, como também possibilitar que os usuários possam escolher modalidades naturalmente preferidas ou que sejam customizadas às suas necessidades temporárias.

A segunda vantagem é a prevenção e a correção de erros: ao utilizarmos mais de uma modalidade no projeto de interface, podemos criar caminhos alternativos para cenários de prevenção e recuperação de erros; isso acontece pois conseguimos utilizar diversos canais de comunicação para criar caminhos de se prover feedback e, conseqüentemente, alertar o usuário sobre operações que poderão resultar em perdas de dados ou qualquer dano irreversível; esse fator é particularmente útil em cenários nos quais o usuário está engajado através de um dos canais, como a visão.

A terceira se dá na inclusão de usuários: ao optarmos pela utilização de interfaces multimodais, estamos criando espaço para usuários que apresentam algum tipo de restrição — seja ela temporária ou permanente — de serem inseridos no uso dos artefatos projetados; esse tipo de abordagem apresenta ganhos não apenas do ponto de vista de acessibilidade como também de inclusão social, visto que, por definição, alguns dos artefatos têm como público-alvo usuários diversos.

E a quarta e última vantagem é criar novas experiências imersivas: através de uma estratégia multimodal, podemos criar experiências que envolvam todos os sentidos e fazer com que todos que utilizem a interface possam ter um aproveitamento

melhor e mais imersivo, possibilitando que um elemento de prazer e felicidade seja também imbuído no projeto do produto digital.

Por outro lado, a implementação de uma interface multimodal pode trazer vários desafios aos designers. Iremos citar quatro deles. O primeiro obstáculo é o de dificultar interações sociais entre seres humanos: essa, na verdade, é uma preocupação que devemos ter no design de interfaces de um modo geral; com a adoção de uma interface multimodal, estamos criando opções para os usuários se conectarem com nossos artefatos, mas, ao mesmo tempo, estamos criando silos de interação em que, possivelmente, alguns dos usuários irão preferir interagir integralmente com as interfaces ao invés de se relacionarem com outras pessoas; isso é particularmente preocupante em cenários colaborativos, em que uma mesma interface pode ser usada por vários usuários simultaneamente.

O segundo desafio é a distração: claramente, quanto maior o número de canais utilizados em uma interface, mais pontos de distração estamos criando; isso acontece porque, como uma estratégia multimodal atinge vários sentidos da percepção humana, torna-se fácil perder o foco durante a utilização do artefato.

O terceiro contratempo são os problemas de saúde: em algumas situações bem específicas, pode ser que a adoção da multimodalidade consiga acarretar — a médio e longo prazo — danos irreversíveis pelo uso extremo das interfaces; nos casos em que o público-alvo é constituído por populações especiais, como crianças ou idosos, o excesso de estímulos pode provocar situações desconfortáveis e que são capazes de gerar deterioração nas capacidades físicas ou psíquicas desses usuários.

Por fim, o quarto desafio consiste nos custos para implementação: é claro para o leitor que a adoção de mais de uma modalidade na interface traz também custos envolvidos; esses custos são relacionados à inclusão de hardware e software específicos para canalizar as informações através dos modos extras; outros custos também podem surgir de despesas com treinamentos e instrução no uso da interface ou manutenção de ambientes (para modalidades em que se faz necessário o uso intrínseco do recinto).

Partindo desses conceitos, antes de entender como podemos nos aproveitar do uso de diversas modalidades de interação, precisamos tomar conhecimento de que esses modos e modalidades podem interagir entre si, criando espaços de uso de multimodalidade em que duas ou mais são utilizadas de forma complementar para possibilitar aos usuários desenvolverem as tarefas de forma satisfatória. Nesse

contexto, serão explorados dois *frameworks* teóricos para avaliação de concorrência e colaboração entre modalidades diferentes.

4.3 MODELO CARE

O modelo CARE consiste em um acrônimo para complementaridade (*Complementarity*), associação (*Assignment*), redundância (*Redundancy*) e equivalência (*equivalence*). Segundo Elouali (2019), essas quatro propriedades estão relacionadas a componentes como: estado, objetivo e relação temporal.

Entendemos como *estado* uma situação específica que se encontra em um determinado tempo. Por exemplo, um sistema pode estar em um estado de “aguardando input do usuário”. *Objetivo*, por sua vez, identifica a meta a qual o usuário, componente ou sistema deseja alcançar na execução de uma tarefa específica. Por fim, *relação temporal* vai identificar como as ações intermodalidades estão relacionadas, sejam elas de forma síncrona (em paralelo) ou uma posterior à outra (em série). Dessa forma, as interações entre as modalidades utilizadas na construção de interfaces podem ser classificadas considerando esses três aspectos, como veremos nos próximos parágrafos.

Modalidades de *complementaridade*, como o próprio nome diz, são usadas de forma complementar uma à outra. Elas são projetadas com uma interdependência de forma proposital, fazendo com que não seja possível executar uma tarefa usando apenas uma das modalidades. Mesmo em casos em que existam mais de duas modalidades envolvidas, nesse modelo é imprescindível que todas elas sejam utilizadas. No estudo clássico de Bolt (1980), “*put that there*”, temos a utilização de duas interfaces — voz e gesto — para indicar o que deve ser movido (através da voz) e para onde deve ser movido (através da indicação gestual). Esse é um exemplo de aplicação complementar.

O uso da *associação* da multimodalidade no *framework* CARE se apresenta na forma de designação, ou seja, de imposição de uma modalidade específica para se completar uma tarefa ou operação. Nesse caso, não é possível a substituição de uma modalidade por outra devido a questões projetuais, seja para evitar erros ou para permitir uma melhor experiência de uso. Um exemplo disso é forçar a identificação do usuário para desbloquear um aparelho (computador/celular) utilizando um padrão de

desenho na tela. Nesse contexto, o usuário é forçado a inserir o padrão correto para ter acesso ao dispositivo, não sendo possível, por exemplo, usar a voz.

Para formatos de *equivalência*, temos a opção contrária à anterior. Isso representa a adoção de duas ou mais modalidades que podem ser utilizadas de forma equivalentes entre si. É importante também notar que o resultado do seu uso também deve ser igual. Ou seja, independentemente da modalidade escolhida, o usuário deve atingir o mesmo objetivo com as mesmas consequências. No exemplo anterior, caso seja adicionada a opção de também desbloquear o dispositivo utilizando-se de dados biométricos (impressão digital ou reconhecimento facial), estaríamos criando uma situação de equivalência de interação. Repara-se que, nesse caso, é uma opção do usuário utilizar uma das modalidades ou a outra.

Por fim, em uma construção de *redundância*, como dito explicitamente, há uma situação em que temos duas ou mais modalidades aplicadas as quais funcionam de forma redundante, ou seja, uma atua como *backup* da outra. Nota-se que, apesar de ser um subconjunto da construção de *equivalência*, explicada anteriormente, esse tipo de abordagem se caracteriza pelo aspecto temporal em que é permitido o paralelismo de modalidades. Isso pode acontecer, por exemplo, em um jogo de corrida o qual o usuário aperta a tecla direcional para a direita simultaneamente ao inclinar o controle para o mesmo lado, a fim de que o veículo vire para tal direção. Tanto a leitura do botão pressionado quanto a do acelerômetro são feitas em paralelo, e, mesmo que o usuário pare de inclinar o controle, se pressionado o botão, o veículo continuará a virar.

4.4 MODELO TYCOON

Outro modelo utilizado para avaliação multimodal é o TYCOON (*TYpes of COOperatioN*). Nele, também são apresentadas configurações de integração entre as modalidades que se assemelham às aquelas apresentadas no *framework* CARE. Similarmente, são descritos modelos de complementaridade, especialização, equivalência e redundância (com conceitos idênticos aos do CARE) e com duas outras opções.

Na *concorrência* temos duas ou mais modalidades que se relacionam de forma independente — normalmente controlando parâmetros distintos — em uma ação colaborativa. Isso é particularmente interessante nos cenários em que se deseja

aumentar a velocidade de trabalho na realização de tarefas, pois, temporalmente, duas ou mais ações podem ser executadas simultaneamente. Um exemplo disso seria poder dirigir um carro de forma tradicional — utilizando-se braços e pernas — e alterar a estação da rádio aplicando um comando de voz.

Por fim, temos a *transferência*, que nada mais é do que um modelo em que há duas ou mais modalidades atuando de forma a se começar uma tarefa ou operação em uma modalidade A e finalizar a mesma tarefa através da modalidade B. Um exemplo para esse tipo de abordagem pode ser um mecanismo de dupla autenticação em que se faz necessário inserir uma senha através de um teclado numérico e, posteriormente, confirmar por meio de um comando de voz. Diferente da equivalência, não é possível completar a operação mediante qualquer uma das duas modalidades, pois é requerido que o usuário inicie a operação através de uma modalidade e se finalize por outra. No quadro 2 abaixo podemos ver um resumo das construções possíveis utilizando-se os dois *frameworks*.

Quadro 2 – Resumo com exemplos de modos e modalidades de interação

Disposição	CARE	TYCOON
Modalidades inter-dependentes	Complementaridade	Complementaridade
Modalidades exclusivas	Associação	Especialização
Modalidades iguais	Equivalência	Equivalência
Modalidades redundantes	Redundância	Redundância
Modalidades independentes	-	Concorrência
Modalidades colaborativas	-	Transferência

Fonte: o autor (2022).

Como conseguimos ver, a escolha do tipo de construção intermodal a ser adotada vai depender de fatores sobre como elas se relacionam e qual o objetivo que se pretende alcançar. Por exemplo, para casos em que temos multimodalidades e que queremos dar a opção de escolha ao usuário, podemos utilizar equivalência ou redundância, enquanto que, nos casos em que desejamos designar especificidade sobre quais opções o usuário pode lidar, podemos usar a associação (especialização).

5 HEURÍSTICAS APLICADAS AO DESIGN DE INTERFACE

Princípios para o desenvolvimento de uma boa interface podem ser encontrados em normas mundiais de ergonomia, tais como a ISO 9241-210:2019 “*Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems*”², e formam o fundamento para o desenvolvimento universal de interfaces baseadas em critérios de usabilidade e acessibilidade.

O processo de design (projeto) de interfaces normalmente é dividido em três fases distintas, sendo elas:

- a) especificação da interação;
- b) especificação da interface;
- c) prototipação (e validação).

Cada uma dessas fases, por sua vez, possui seus processos e subprocessos que seguem, em linhas gerais, diretrizes decorrentes de metodologias de design já consolidadas no mercado. Uma das mais populares consiste em alguma abordagem derivada do design centrado no usuário, framework criado no final da década de 1970 por Rob Kling e popularizado por nomes como Donald Norman e Jakob Nielsen, referências de usabilidade e design para interfaces de produtos e digitais.

Apesar de ser encontrada na literatura com diversas implementações, a abordagem de design centrado no usuário consiste, basicamente, de quatro grandes etapas iterativas, cada uma também com seus processos e técnicas envolvidas.

Na primeira fase, de análise, são levantadas as informações pertinentes aos usuários e todo o ecossistema que permeia o desenvolvimento das tarefas a serem exploradas. Esse mapeamento do contexto vai possibilitar ao designer identificar as principais oportunidades de uso do artefato a ser projetado bem como os detalhes de utilização e nuances adotadas pelos usuários.

Na sequência, é iniciada a etapa de ideação, onde são levantadas as hipóteses de uso através de técnicas, como a criação de *storyboards*, jornadas de uso, mapas

² ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Ergonomics of human-system interaction – Part 210**: Human-centred design for interactive systems. Switzerland, [s. n.], c2010. Disponível em: <https://richardcornish.s3.amazonaws.com/static/pdfs/iso-9241-210.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2022.

de empatia e outras ferramentas que possibilitem a criação de requisitos de uso que atendam às expectativas dos usuários do artefato.

A terceira fase é quando há a materialização das ideias através da construção de protótipos dos artefatos que serão testados junto aos usuários. Essa fase é crucial para entender se o que está sendo projetado está convergindo para uma experiência construtiva e realizadora para os usuários. Esses protótipos podem ser construídos nos mais diversos níveis de fidelidade, contanto que representem uma ideia ou conceito que possa ser validado.

Por fim, na fase de validação, são apresentados os protótipos e validada, junto aos usuários, a solução escolhida para atender os requisitos levantados dentro do contexto mapeado. Essa fase apresenta uma característica de projeto importante, pois é através dessa validação que soluções antes promissoras podem ser descartadas ou reforçadas, a depender do feedback dos usuários. Uma versão sintetizada do processo bem como os pontos de entrada e saída do ciclo pode ser encontrada na figura 9, abaixo.

Figura 9 – Diagrama contendo as principais fases do design centrado no usuário em azul



Fonte: Usability.org (2021).

O fato é que as duas primeiras etapas focam em identificar oportunidades e mapear contextos. A fase de prototipação e validação têm como objetivo construir as soluções propostas para os artefatos.

Nesse processo de design de interfaces para artefatos digitais, existem inúmeros conceitos e recomendações para o desenvolvimento de um projeto que satisfaça não apenas as necessidades dos usuários, mas também aspectos tradicionais de usabilidade e acessibilidade, por exemplo. Esses critérios são associados a linhas gerais de pensamento e podem ser explicitados através de regras, ou heurísticas, que balizam não só o entendimento, mas também pontos-chave sobre como construir essas interfaces.

Essas recomendações são encontradas nos mais diversos guias, mas, historicamente, temos as heurísticas levantadas por Jakob Nielsen, que são consideradas padrão para desenvolvimento e avaliação de interfaces até atualmente. Elas funcionam como ponto de partida para entender os principais pontos de atenção e estratégias para a construção de interfaces mais bem-sucedidas junto aos usuários. A seguir, podemos identificar os dez principais pontos abordados por Nilsen:

- 1) **Visibilidade do status do sistema** – Nesse ponto, é importante dar ao usuário visibilidade sobre a situação atual bem como o caminho percorrido para chegar ao momento atual da interação. Com isso, é possível não apenas que ele construa sua trajetória até então, como também possa planejar seus próximos passos e interações no uso do artefato.
- 2) **Associação entre o sistema e o mundo real** – O artefato deve se preocupar em falar a linguagem do usuário e mapear, também, elementos da interface que se equiparem às convenções do mundo real, como posição, sentido, sistema de cores, formas e outros.
- 3) **Controle do usuário e liberdade** – O usuário deve ser capaz de ter controle sobre suas ações, incluindo a possibilidade de desfazer ou abandonar sua ação sem prejuízo irreversível.
- 4) **Consistência e padronização** – Os elementos da interface bem como as interações no artefato devem se apresentar de forma consistente e unificada. Isso significa dizer que elementos distintos que atuem da mesma forma deverão ser rotulados ou apresentados igualmente.
- 5) **Prevenção ao erro** – É importante que o sistema seja capaz de prevenir erros dos usuários através da adoção de estratégias que impeçam os usuários de cometerem esses erros, como com uso de diálogos de confirmação ou comandos de desfazer ações.

- 6) **Reconhecimento ao invés de lembrança** – Trazer o conhecimento para os componentes do sistema ao invés de adicionar interfaces de ajuda na memorização do uso do sistema. Isso significa dizer que sempre que possível deve-se usar mapeamentos comuns ao usuário e criar referências que sejam fáceis de serem lembradas durante o uso.
- 7) **Flexibilidade e eficiência do uso** – O sistema deve permitir o uso das funcionalidades de forma completa tanto para usuários novos quanto para usuários experientes. Dessa forma, deve-se criar mecanismos que possam acelerar o uso daqueles mais habituados ao sistema, como teclas de atalho e opções diretas.
- 8) **Estética e design minimalista** – Apesar de cada sistema ter suas particularidades, é necessário um cuidado especial no uso em demasia de elementos visuais mais rebuscados ou com apelo puramente estético. Nesse caso, a máxima de “menos é mais” é realidade.
- 9) **Ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros** – Os erros irão acontecer, inevitavelmente. Um sistema deve ser bem projetado para que o usuário possa reconhecer e se recuperar de erros cometidos sem prejuízo.
- 10) **Ajuda e documentação** – Apesar do esforço envolvido em se construir um sistema fácil e com boa usabilidade, é necessário disponibilizar para os usuários camadas de ajuda e documentação de suporte de uso.

Acontece que as heurísticas apresentadas exemplificam pontos de atenção ou guias gerais que balizaram e continuam a balizar o desenvolvimento de produtos, inclusive os digitais. Esses produtos, entretanto, se apoiam em modelos de interação que são constituídos basicamente pelo uso da tela e algum tipo de teclado (físico ou virtual). Quando decidimos projetar para interfaces não convencionais, como áudio, voz, gestos ou tato, precisamos levar em consideração alguns aspectos específicos, conforme veremos a seguir.

5.1 ÁUDIO E VOZ

As interfaces de áudio são – de uma forma bem genérica – aquelas que se utilizam de canais de áudio (sejam eles de voz ou não) para a transmissão de

informação para os usuários. Essas interfaces são comumente bidirecionais e envolvem, tipicamente, um ser humano (usuário) e um dispositivo (máquina) (PERES; LANE, 2005).

Historicamente, o uso do som para transmitir informações é algo cultural. Em interfaces digitais, suas principais aplicações são na indicação de alertas e avisos sonoros como forma de prevenir os usuários de operações destrutivas ou como confirmações em diálogos ou outros elementos que necessitam da atenção e, frequentemente, da ação do usuário.

Atualmente, as interfaces de áudio estão presentes em boa parte dos artefatos digitais desenvolvidos, o que proporciona um cenário bastante interessante para se explorar mais profundamente sua utilização como mecanismo de comunicação e interação entre os usuários. Entre suas principais aplicações, podemos citar: (1) a apresentação de informações para pessoas com algum tipo de deficiência, (2) prover informações adicionais para pessoas envolvidas em outras tarefas que exijam a visão como sentido principal para a sua realização, (3) alertar os usuários sobre perigos ou mensagens de erro sobre o sistema e (4) prover informações para dispositivos cuja manipulação é restrita (seja por apresentar uma interface tradicional, de tela, por exemplo, pequena ou com controles limitados).

Alguns exemplos de aplicações mais conhecidas e presentes no nosso cotidiano são: assistência de navegação do GPS, que informa quais direções devemos tomar e avisa sobre problemas na rota; dispositivos médicos, tais como aparelho de eletrocardiograma, que indica variações em padrões rítmicos do sistema cardiovascular, ou até mesmo um simples aplicativo de corrida, que pode informar ao usuário cada vez que uma certa distância é percorrida.

Genericamente falando, outras aplicações do som em interfaces incluem também aquelas referentes:

- I. À redução da carga visual: ao adotarmos interfaces sonoras, podemos evitar com que elementos visuais, que são normalmente o principal meio para se apresentar informações ao usuário, sejam usados em demasia e, com isso, promover uma sobrecarga cognitiva para o usuário. Esse cenário é, em especial, importante em interfaces que são naturalmente carregadas visualmente, tais como painéis de veículos ou maquinário especializado, que,

em geral, possuem dezenas de indicadores, botões e outros elementos que precisam ser constantemente lidos e interpretados por parte do usuário.

- II. Ao reforço de mensagens: uma outra aplicação é a utilização de sons para reforçar mensagens. Normalmente visuais, as mensagens de erro, alertas ou mesmo confirmações de operações realizadas podem ser potencializadas com o uso de sons, fazendo com que indicações que, originalmente, seriam unimodais, possam ser interpretadas de forma mais rápida e eficiente.
- III. À captura da atenção do usuário: normalmente estamos envolvidos em atividades que utilizam nossa visão quase que integralmente. Isso significa que partes da interface estarão disputando a atenção visual dos usuários. Nesse cenário, podemos utilizar sons para capturar a atenção do usuário em uma determinada direção ou momento específico. Isso acontece em cozinhas domésticas, quando se ajusta um temporizador para acompanhar a finalização de um processo de cocção. Ao fim do tempo pré-definido, o usuário é lembrado e tem sua atenção direcionada para o equipamento por conta do som emitido.
- IV. Ao uso do áudio como principal fonte de informação: isso acontece, prioritariamente, em interfaces direcionadas à manipulação do som. É o caso de softwares específicos de edição de áudio ou aqueles utilizados em estúdios. Outra aplicação são instrumentos de medição e monitoramento. Como o ouvido humano é relativamente preciso para variações tonais e temporais, instrumentos que utilizam som como feedback sobre leituras em tempo real podem se aproveitar dessa característica e ser utilizados como principal canal de comunicação.
- V. A sistemas que não possuem interface visual: conforme dito, muitas das interfaces se utilizam de elementos visuais para a transmissão de informações. Em casos em que não existam interfaces visuais ou em que elas tenham limitações de tamanho ou resolução, a utilização de interfaces de áudio pode ser um caminho para aumentar a eficiência de uso desses sistemas.
- VI. A transmitir emoções: em alguns cenários específicos, a utilização de sons na interface pode ser admitida como forma de se provocar certas sensações ou emoções aos usuários. Essa técnica é particularmente utilizada em jogos eletrônicos ou aplicativos em que desencadear um sentimento nos usuários faz parte da construção da experiência de uso.

Conforme dito anteriormente, interfaces de áudio podem ou não carregar elementos de discurso humano (vozes). O processo de se utilizar o canal auditivo para exibir informação sem tais elementos é chamado de sonificação (*sonification*). Seu uso remete a aplicações milenares, como a utilização de sinos, gongos ou outros instrumentos para anunciar visitantes ou ao som exibido por uma máquina registradora ao fazer uma operação monetária. Analogamente, a utilização de sons em artefatos digitais segue o mesmo princípio, replicando o uso dos sons para transmitir não apenas informações que possam ser úteis ao usuário como também para carregar emoção na realização das tarefas.

A utilização do som, nesse caso, precisa ser bem estabelecida para que o usuário possa não apenas perceber a ocorrência do evento sonoro, como também identificar e reconhecer seu significado. Na construção desse repertório sonoro, algumas características vão definir a eficiência e eficácia dessa percepção e fazer com o que o evento sonoro (e com isso a interface de áudio) seja bem-sucedida. Entre essas características, estão: voz (*voicing*), propriedade (*property*), polaridade (*polarity*) e escala/contexto (*scale/context*) (KORTUM, 2008).

A voz diz respeito à escolha do instrumento vocalizador (sintetizador, que produz ou gera o som em questão) perante a miríade de vozes disponíveis. Entre suas principais características, estão o timbre e a tessitura vocal (a extensão da expressão sonora disponível para execução). A *propriedade* se refere ao fato de qual das propriedades do som será alterada para representar a informação (ou variação dela) ao usuário. Entre algumas das propriedades mais utilizadas para isso, estão: o tom, a amplitude e o tempo (ou cadência). Já a *polaridade* indica a forma na qual essa propriedade é alterada, se de forma diretamente ou inversamente proporcional.

Ou seja, dado um cenário em que há uma maior a variação da informação, se devemos aumentar (diretamente proporcional) ou diminuir (inversamente proporcional) a informação exibida na interface de áudio. Finalmente, a *escala* diz respeito ao multiplicador aplicado à propriedade anteriormente referida. Essa escala deve ser aplicada para proporcionar ao usuário da interface de áudio a diferença necessária a se perceber a alteração do evento, ação ou qualquer outra informação que deva ser comunicada.

Para exemplificar as características descritas anteriormente, tomemos uma interface de áudio para indicar os sinais vitais de um paciente (pulsação). A voz escolhida poderia ser um bip curto (normalmente já utilizado em aparelhos médicos)

para cada vez que o pulso fosse detectado. Mais ainda, podemos especificar que esse bip seja em um tom de Lá 440hz (nota musical fundamental utilizada para afinação de instrumentos e normalmente usada em toques telefônicos nos primeiros aparelhos) como forma de citar um som já conhecido pela maioria dos usuários.

A *propriedade* escolhida poderia ser o ritmo (cadência rítmica) dos bips e sua *polaridade* poderia ser diretamente proporcional, ou seja, quanto maior a pulsação (número de pulsos por minuto), maior seria o ritmo da exibição do bip. Por fim, a *escala* definida poderia ser de 1:2, significando que, para cada pulso por segundo, teríamos o bip audível a cada dois segundos.

Como podemos verificar, a escolha de tais elementos não é trivial e leva em consideração vários fatores, tanto dos usuários da interface quanto dos fatores ambientais presentes no contexto de uso.

Antes de abordarmos esses aspectos, é importante decifrarmos algumas características inerentes ao uso de interfaces de áudio para exibir informações. Tal aplicação se dá através da utilização destas interfaces em contextos de execução de tarefa mais do que em atividades de análises (PERES; LANE, 2005). Durante a realização dessas tarefas, é comum empregar o uso de sons utilizando-se representações icônicas sonoras equivalentes aos ícones gráficos aplicados em uma GUI.

Essas representações são chamadas de *earcons*, ou ícones sonoros, e servem, assim como os ícones visuais, para representar um elemento, ação ou resultado durante a execução de uma determinada tarefa. Um exemplo disso pode ser a reprodução de um som de papel rasgando ao excluir um arquivo de texto.

Como dito anteriormente, a escolha do som correto para a representação do *earcon* também se baseia em muitas variáveis, tanto do usuário como do ambiente no qual ele está inserido. Alguns *earcons*, entretanto, precisam ser aprendidos pelos usuários antes de poderem ser utilizados. É o caso, por exemplo, da utilização do código Morse para a transmissão e recepção de mensagens. Os *earcons* usados (para representar sinais curtos e longos) e suas combinações devem ser compreendidos pelos usuários anteriormente, para que possam ser manuseados de forma satisfatória na composição de palavras.

Em se tratando das características físicas dos sons empregados na utilização de interfaces de áudio, é importante ressaltar as propriedades mais importantes do som, sendo elas: amplitude, frequência e fase. Essas características irão definir como

as ondas sonoras se manifestam e como elas influenciam as propriedades mencionadas anteriormente. Similarmente, existem características que são referentes aos usuários ou aqueles expostos aos estímulos sonoros e interfaces de áudio. Uma das mais relevantes diz respeito às características biológicas, tais como capacidade auditiva e faixa etária.

O ouvido humano é capaz de perceber frequências de sons entre 16hz e 20kHz, sendo que, nos limites desse intervalo, a perda da resolução da percepção, ou seja, nessas condições, fica mais difícil de se perceber estímulos auditivos. Esse tipo de percepção está diretamente relacionado a aspectos do som, como timbre, intensidade e frequência.

Outra ótica importante é a cadência ou estrutura temporal de repetição daquele som. A percepção de sons e pausas é um dos componentes mais importantes no processo de cognição através da audição. É através desses intervalos que é possível, por exemplo, identificar segmentos sonoros que vão formar os verbetes necessários para a transmissão da mensagem que se deseja comunicar.

Outras condições físicas relacionadas ao uso de interfaces de áudio, também consideráveis, se dizem respeito à localização espacial das fontes sonoras. Notadamente podemos ter sons que são gerados de uma única fonte, verso a sons que são concebidos através de fontes distintas. Essa característica tem um papel interessante na construção de *earcons* que possibilitam aos usuários um melhor posicionamento espacial, bem como ser utilizado para transmitir informações mais completas.

Ainda sobre uma conduta multigeradora de estímulos sonoros, podemos aproveitar essa abordagem para criar mecanismos de redundância na comunicação via áudio, assim como explorar cenários mais complexos em que a utilização de mais de uma fonte de áudio pode aumentar a eficiência dessa informação transmitida.

Em especial, essa abordagem pode ser eficaz para se evitar o efeito de mascaramento. Tal efeito se dá por conta de ruídos externos ao sistema, encontrados no ambiente no qual a interface e/ou usuário estão inseridos. Esses sons abafam (mascaram) aqueles executados através das interfaces de áudio, tornando a percepção do usuário limitada (KORTUM, 2008).

Sob o aspecto da percepção, é interessante observar que sons os quais têm a mesma frequência ou frequências derivadas de um mesmo harmônico são agrupados e percebidos em uma forma similar. Analogamente, sons – mesmo que diferentes –,

quando vindos diretamente da mesma fonte, são interpretados igual e simultaneamente.

Sendo assim, um modo de garantir que os sons exibidos sejam identificados de forma correta por parte dos usuários é utilizarmos técnicas de variação de tom e/ou posicionamento espacial e, através disso, reduzir qualquer confusão na percepção, visto que os usuários naturalmente filtrarão os sons importantes, dado esse enfoque (tonal ou espacial).

Uma das características mais óbvias na utilização de interfaces de áudio diz respeito a questões relacionadas à privacidade da informação. Isso ocorre pelo fato de que, na utilização de modos de áudio, não necessariamente conseguimos direcionar um conjunto de sons para uma pessoa específica. Por questões físicas da propagação das ondas sonoras, um som reproduzido em um espaço vai refletir nas superfícies e ecoar por todo o ambiente, fazendo com que outras pessoas, usuárias ou transeuntes, também consigam perceber e capturar o som, colocando a privacidade em xeque.

Uma das alternativas para tal efeito é possibilitar o uso de fones de ouvido. Nesse cenário, torna-se possível direcionar *earcons* ou qualquer outro tipo de áudio para um ou mais usuários especificamente. As contrapartidas nessa configuração são as seguintes: 1) ao incluirmos o uso de fones, estamos criando uma situação em que é possível direcionar e potencializar a percepção dos sons da interface em uso ao custo de diminuir a percepção de sons do ambiente. Isso pode ser um problema particularmente nos cenários em que a atenção do usuário ao ambiente é de extrema importância. Um exemplo seria a operação de máquinas pesadas em um ambiente industrial, em que muitas vezes, mesmo precisando estar focado na operação individual, também há necessidade de se identificar perigos ao redor; 2) relevante à adoção do uso de fones — ou qualquer outro dispositivo semelhante — reside no fato de que, por se tratar de um dispositivo eletrônico, precisamos prover como infraestrutura itens como energia elétrica (via bateria ou outra fonte) e sinais de áudio. Além de significar mais um elemento na cadeia de dispositivos, faz-se também necessário que o usuário vista/use um item que pode, muitas vezes, incomodá-lo.

Dependendo das tarefas realizadas pelo usuário, pode ser impraticável a utilização de tais dispositivos, dado cenários em que há exigência do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) ou outro tipo de vestuário. Isso é essencialmente importante quando os fones escolhidos para a execução da tarefa

precisam possuir concha acústica externa, o que poderia impactar no tipo de EPI utilizado pelo usuário.

Por fim, o uso de fones de ouvido pode prover a privacidade necessária ao custo de se perder a possibilidade de trabalhar com mais de uma fonte de áudio, ou seja, sacrificando o elemento espacial da síntese sonora. Hoje em dia temos dispositivos capazes de emitir sons *surround*, o que resolveria o problema da fonte do som, mas ainda isolando o usuário do som ambiente.

Em resumo, a adoção ou não de fones ou qualquer outro tipo de dispositivo direcionador de áudio deve ser definido levando em consideração aspectos como: privacidade, mobilidade, isolamento acústico, tarefas desempenhadas, custos e *compliances* legais e laborais.

Alguns pontos de atenção relativos ao uso de interfaces de áudio, como os seguintes, devem ser observados:

- **Importunação:** conforme descrito anteriormente, o uso de interfaces sonoras pode ser vantajoso em cenários nos quais se deseja chamar atenção do usuário; entretanto, ao se escolher não apenas o som, mas também sua duração, altura e intensidade, devemos ter o cuidado para não causar um distúrbio ao usuário pelo uso exagerado desse som.
- **Privacidade:** mais uma vez, citamos o aspecto da privacidade como uma das mais importantes a se considerar na adoção de interfaces de áudio. Aqui, cabe acrescentar questões jurídicas, inclusive englobadas pela LGPD, de reprodução de áudios, conversas ou outro tipo de informação sonora que seja privada.
- **Sobrecarga auditiva:** em situações em que há tanto o uso exacerbado de interfaces de áudio quanto grande quantidade de estímulo sonoro externo (barulho), torna-se possível causar uma sobrecarga no aparelho auditivo, podendo fazer com que, inconscientemente, o usuário ignore o som escolhido para a interface, resultando no fato de que sua principal função — de aviso ou alerta — seja distorcida.
- **Mascaramento:** ainda em cenários como o citado anteriormente, mesmo que os sons sejam percebidos, eles podem ser mascarados e confundidos com outros sons, o que pode levar a uma interpretação errada por parte dos

usuários. Nesse sentido, é importante garantir que os sons sejam gerados de forma correta e que cheguem da interface geradora ao usuário também no seu formato desejado.

- Qualidade do som: aspectos como resolução, taxa de amostragem, fonte do som e qualidade dos equipamentos utilizados na interface são capazes de gerar deformações sonoras as quais podem também transmitir informações erradas ao usuário.
- Temporário: uma das principais características no uso das interfaces de áudio é que *earcons* ou qualquer outro elemento sonoro não é permanente. Como regra geral, são utilizados sons curtos que têm um início e um fim. Em casos que não haja repetição desse som, se o usuário, por algum motivo, não conseguiu capturá-lo, então aquele mecanismo de interação ou feedback foi perdido.
- Desconhecimento: a utilização de sons que são desconhecidos pelo usuário pode provocar uma situação em que, mesmo que o estímulo sonoro tenha atingido o usuário, este não terá reconhecimento sobre sua estrutura e seu significado. Por isso, na escolha de sons para o uso em interfaces de áudio, faz-se necessária uma pesquisa prévia sobre características demográficas e culturais do público alvo.

Como podemos imaginar, um dos grandes benefícios na aplicação de interfaces de áudio se dá em contextos nos quais a acessibilidade precisa ser ampliada, pelo fato de que é possível utilizar essas interfaces para transmitir informações importantes, às vezes até complexas e de forma paralela a outros modos de interação.

Nos cenários em que temos populações especiais, seja por questões de doença ou restrições biológicas ou mesmo pelo avanço da idade — o que naturalmente acarreta em uma perda auditiva —, o uso dessas interfaces pode não apenas melhorar a comunicação, como também, em alguns casos, possibilitar que um grupo de pessoas, que antes não poderia utilizar um artefato, passe a fazer parte da seleção de usuários. Faz-se necessário lembrar que é indispensável uma avaliação feita por especialistas sobre a exposição contínua de estímulos auditivos como forma de evitar perda por uso excessivo desse tipo de interface.

Sob a ótica das atividades realizadas pelos usuários, devemos nos questionar se faz sentido adotarmos uma interface de áudio. Ao considerarmos a natureza do trabalho que é realizado pelo usuário, devemos identificar: 1) se essas atividades são feitas por uma ou mais pessoas, 2) se alguma das atividades será executada em conjunção com outra (paralelamente ou sequencialmente) e 3) em qual ambiente os usuários estarão inseridos, se há barulho considerável ou outro estímulo sonoro que possa interferir ou mascarar os sons presentes na interface.

Uma análise final sobre a adoção de interfaces de áudio se correlata a respeito da receptividade dos usuários em relação ao uso ou mudança de um modelo mental de interação que normalmente é focado em elementos visuais para algo tão “intangível” quanto o uso de sons. Em muitos casos, uma negativa para esse tipo de mudança é gerada pelo fato de que, por falta de treinamento ou experiência, os usuários não são capazes de projetar (internamente) a escolha de quais elementos sonoros deveriam compor uma interface desse tipo.

5.2 GESTOS

Definimos como interfaces de gestos não apenas aquelas que compreendem a execução de gestos por parte de membros, como braços e pernas, mas também qualquer tipo de movimento feito pelo corpo humano, seja ele apendicular, postural ou mesmo expressivo facial.

As interfaces de gestos são algumas das mais exploradas no desenvolvimento de trabalhos de design de interação. Ao longo de décadas é possível ver experimentos de todas as naturezas que refletem não somente a curiosidade daqueles interessados em aspectos de design, como também ergonomistas, fisioterapeutas e comunidade médica em geral.

O processo de comunicação entre duas entidades (humanas ou humano e máquina) segue o princípio básico de uma conversa, em que o elemento A se expressa enquanto o elemento B captura a informação. Conseqüentemente, no processo dialógico existe o momento contrário, em que o elemento B se comunica ao mesmo tempo que o elemento A registra a informação.

Normalmente, esse diálogo ocorre através do uso da voz e da audição entre duas pessoas, mas, como é de se esperar, nesse processo também ocorre a manifestação expressiva por meio da utilização de gestos e expressões faciais e

corporais, que também carregam informações durante a locução. No processo de aquisição da informação (escuta, por exemplo) é comum identificar que, uma vez que a informação é recebida pelo interlocutor, ela é processada e, a depender da sua decodificação — ou seja, se a mensagem foi bem recebida e/ou bem entendida —, também se reflete nos gestos expressados. Isso significa dizer, por exemplo, que uma mensagem não recebida por completo pode desencadear um gesto por parte do receptor, indicando ao autor da mensagem que ela deverá ser repetida. Caso a mensagem tenha sido recebida e decodificada de maneira correta, ainda assim pode desencadear gestos ou expressões corporais que indiquem a aprovação ou desaprovação do conteúdo da mensagem.

Como podemos ver, é claro para o leitor que a aquisição e interpretação de elementos gestuais em uma conversa são fortemente ligadas aos contextos culturais nos quais os interlocutores estão envolvidos. Um mesmo gesto ou coleção de gestos pode ter significados completamente diferentes em uma outra cultura. Dessa forma, é comum que as interfaces de gestos sejam utilizadas em conjunção a outras modalidades de interação como forma de complementar e adicionar mais significado a uma mensagem. Nessa configuração, a outra modalidade adotada atua como elemento de contexto ao comunicado.

Um exemplo para isso pode ser encontrado no clássico artigo “*Put-that-there*” (BOLT, 1980), em que uma interface de voz é utilizada de forma complementar, indicando o objeto a ser manipulado (*that*) e, de forma sequencial, a interface de gestos finaliza a ação indicando onde deve ser o local da manipulação (*there*).

Por isso, um dos pontos quando projetamos interfaces de gestos é o de não projetar a interface (movimento) em si, mas sim de aproveitar as interfaces de gestos para construir uma melhor interface (KORTUM, 2008). Salvo em algumas ocasiões particulares, em que as interfaces de gestos devem ser utilizadas como canais de comunicação principais — como interfaces adaptadas para pessoas com deficiência ou algumas performances artísticas —, tais interfaces devem ser aplicadas apenas em contextos complementares. Nesse sentido, a escolha de um (ou mais) modo interface habita no fato de se entender quais resultados são desejados.

Seja lá qual for a aplicação de uma interface de gestos, uma das suas maiores vantagens é a possibilidade de se criar interfaces que não dependam de algum mecanismo de entrada (a exemplo de *joysticks*, ferramentas de manipulação ou teclado e mouse) e que sejam mais naturais para a operação por parte do usuário.

O uso de interfaces de gestos também mitiga riscos de lesão por manuseio de equipamentos que podem ser pesados, não-ergonômicos ou que submetem os usuários a estresses mecânicos de uso. Mesmo as melhores interfaces de gestos ainda necessitam de uma avaliação fisiológica sobre suas implementações como forma de garantir que também não causem lesões por movimentos repetitivos em cenários de uso extenso, seja por horas prolongadas de uso ou pela performance de gestos excessivamente bruscos.

Essa é, inclusive, uma das características-chave na implementação de interfaces de gestos. Por utilizarem muitas vezes a visão computacional para aquisição e interpretação de dados, faz-se necessário, em algumas aplicações, a realização de gestos que sejam mais amplos, acentuados e que divergem daqueles usados naturalmente. Isso implica na construção de algumas interfaces que colocam o usuário sob constante estresse de uso por promover posturas e movimentos não condizentes com condições naturais para o operador.

Conforme dito anteriormente, o processo de uso de interfaces de gestos por parte de um sistema de computação consiste em três etapas principais: *aquisição*, *rastreamento* e *classificação* (KORTUM, 2008).

O processo de aquisição ocorre pela separação — através da visão computacional — dos elementos do campo visual que representam o ambiente do operador. Essa segmentação é importante para distinguir a entidade geradora dos gestos (usuário) de demais elementos que também são registrados via equipamento de captura. Muitas são as técnicas utilizadas para essa diferenciação, tais como mapeamento de tom de pele, assinatura de infravermelho e outras. O importante nessa fase é conseguir distinguir o operador do resto do ambiente.

Já o processo de rastreamento é utilizado para identificar os gestos desenvolvidos pelo usuário. Basicamente, esse processo consiste em registrar posições iniciais e finais de pontos-chave referentes às partes do corpo do operador. Essas partes podem ser os dedos ou mãos, pernas e posição espacial dentro de um ambiente, mas também podem ser expressões faciais emitidas pelos usuários durante a execução das tarefas.

Por fim, no processo de classificação é aplicado um modelo comparativo, *template* ou algum algoritmo de classificação que permita identificar se o gesto reconhecido faz parte do dicionário de gestos válidos para a aplicação.

Uma subárea das aplicações de gestos se concentra no reconhecimento e processamento de expressões e posturas faciais e suas gesticulações. Isso é particularmente utilizado no desenvolvimento de interfaces para acessibilidade, em que os usuários podem ter limitações de movimentos apendiculares ou em que os únicos movimentos possíveis são aqueles desenvolvidos através da face.

A possibilidade de uso dessas interfaces permite não apenas um movimento inclusivo dessa população especial, como também pode ser utilizada como identificador ou marcador para potencializar ações desempenhadas pelo usuário comum. Como exemplo: uma interface contém, no seu dicionário de gestos, o comando de apagar uma linha de texto em um editor, que é realizado pela mão do usuário, gesticulando da direita para a esquerda; essa interface, em conjunção com o gesto manual, poderia ser considerada um comando de apagar o parágrafo inteiro caso também fosse interpretada a expressão facial de nojo/repulsa e tristeza (*frown*).

Mais ainda, expressões faciais são comumente identificadas como excelentes mecanismos de feedback na comunicação humana. Isso significa dizer que um computador projetado para capturar e reconhecer essas expressões pode também otimizar mecanismos de feedback e, com isso, oferecer ao usuário ajuda caso este expresse um sentimento de dúvida ao manipular algum elemento da interface, por exemplo.

O uso de interfaces de gestos também possibilita que, em associação com outros modos de interação, múltiplas tarefas sejam desenvolvidas de forma simultânea. Isso é especialmente importante para atividades complexas e com muitos passos e que, por questões de economia de tempo e de processamento, poderiam ser encurtados ou combinados — como passos para a troca de instrumentos em uma cirurgia robótica (em que diferentes instrumentos estão dispostos em braços de um robô).

Uma nota relevante sobre o uso de multimodalidades e suas relações — explorada durante o capítulo 4 — é o fato de que os sentidos podem obter informações que não são por si só suficientes para a tomada de decisão por parte do usuário ou ainda por conseguirem informações que sejam conflitantes, imprecisas ou até mesmo inadequadas. Essas informações precisam ser capturadas na sua integralidade e interpretadas de forma correta a possibilitar com que o usuário possa receber um feedback (sensorial, nesse caso) relevante e válido.

Nesse contexto, uma das mais importantes (se não a mais importante) considerações sobre o uso de gestos diz respeito ao dicionário de gestos utilizados. Os gestos selecionados e considerados válidos devem ter características específicas que facilitem o processo de comunicação.

O primeiro aspecto relacionado ao dicionário de gestos se refere à facilidade de lembrança dos elementos gestuais. Isso significa dizer que, qualquer que seja a escolha dos gestos que componham aquele dicionário, eles devem ser de fácil lembrança por parte do usuário. Mais ainda, gestos que possuem uma sequência de movimentos muito grande ou complexa podem apresentar uma componente de memorização (e, com isso, de lembrança) difícil para o usuário.

Ainda sobre o aspecto da sequência, cabe ressaltar que, na utilização de interfaces de gestos, aqueles que usam múltiplos movimentos para identificar um gesto específico (por exemplo, o gesto de salvar um arquivo movendo a mão na frente do corpo, em um movimento circular, no sentido horário e levantando o polegar) pode ter um outro contexto caso o usuário se utilize dos mesmos movimentos, mas em sequência contrária, levantando o polegar primeiro e fazendo o movimento circular a seguir.

A segunda consideração na utilização de interfaces de gestos diz respeito às questões ergonômicas. É de se esperar que o uso prolongado de tais interfaces pode acarretar não apenas o cansaço por parte dos usuários, mas também lesões físicas temporárias ou, em casos extremos, permanentes.

Apesar do escopo deste trabalho não contemplar aspectos ergonômicos de forma mais aprofundada, vale ressaltar algumas das diretrizes biomecânicas relativas ao design de interfaces de gestos levantadas por Grant (2002), Hedge, Muss e Barrero (1999) e Shaw e Hedge (1997), tais como: 1) evitar posturas extremas, incluindo aquelas que colocam membros e torso em extensão ou compressão máxima durante o gesto, 2) não realizar repetições, sejam elas de curta ou longa amplitude, 3) aplicar gestos em que os músculos estejam em posição relaxada, não fazendo uso extremo da musculatura, 4) posição neutra relaxada (aquela em que indica a posição ou posições iniciais de um gesto) e no ponto central entre as posturas extremas do gesto, 5) evitar posições estáticas e 6) não fazer forças e esforços externos (por exemplo, carregando peso extra, como controles ou outros equipamentos) nas articulações e juntas que possam estar comprimindo líquidos corporais.

Dessa forma, chegamos a algumas considerações a serem observadas no processo de design de interfaces de gestos, a se saber:

- **Toque de Midas:** essa característica se dá no processo de aquisição de dados para a identificação do gesto. Isso implica em um problema recorrente de saber quando um gesto está sendo executado ao invés de uma simples expressão corporal por parte do usuário. O desafio aqui é identificar onde se inicia e onde se finda um gesto condizente com o que é válido no dicionário de gestos.
- **Problemas sócio-culturais:** conforme dito anteriormente, gestos e expressões faciais podem ter seu significado alterado a depender da localização ou contexto histórico no qual o usuário está inserido. Algumas gesticulações, representações ou expressões podem ter sentidos que, em determinadas culturas, sejam interpretados de forma errônea, incompleta ou até mesmo ofensiva. Ao projetar interfaces de gestos, é crucial que seja feita uma pesquisa sócio-cultural como forma de identificar se os movimentos propostos a integrar o dicionário de gestos podem apresentar algum desses problemas. Isso inclui também subculturas e subgrupos inseridos em uma sociedade e aspectos referentes à internacionalização do sinal corporal escolhido.
- **Sequenciamento:** também abordado previamente, faz-se necessário um estudo sobre a sequência de movimentos que compreendem um gesto específico. Nesse sentido, além da sequência de movimentos em si, é importante ter em mente que um grande número de movimentos e/ou expressões pode dificultar não apenas a complexidade dos gestos como também a quantidade de itens a serem memorizados (aumento no número de “verbetes” no dicionário de gestos). Um bom gesto deve ter um número reduzido de movimentos e expressões e ser de fácil memorização.
- **Uso de contexto:** durante o projeto da interface de gestos, podemos aproveitar não apenas gestos como também alguns dos movimentos desenvolvidos na gesticulação. Assim, é essencial entender o contexto no qual o usuário está inserido naquele momento. Em outras palavras, um mesmo gesto pode ser reutilizado e ter seu significado interpretado de forma diferente caso ele esteja em duas áreas distintas de um artefato digital. Logo, é importante que seja claro para o usuário em qual circunstância (de uso) ele está introduzido. Nesse caso,

mecanismos de feedback (uni ou multimodais) devem deixar claro para o usuário qual dos contextos está ativo e, com isso, possibilitar que ele, o usuário, possa distinguir ações (gestos) que podem ser desempenhadas e suas consequências.

- Uso correto do feedback: uma vez que o usuário idealmente está livre de qualquer aparato para a execução de gestos, torna-se ainda mais importante prover para ele mecanismos de feedback que reflitam suas ações e o estado do sistema pré e pós-tarefa. Dessa forma, o uso de outras modalidades de interface pode ser o melhor caminho, a depender do tipo de informação que se quer prover.

5.3 TATO

Chamamos de percepção humana tátil o processo de aquisição, interpretação, seleção e organização das informações sensoriais através da combinação de sensação tangível e cinestésica (GUPTA; O'MALLEY, 2006).

O toque cutâneo se refere àquele percebido normalmente através da pele a respeito das características da superfície em contato, como textura e temperatura. Por outro lado, o toque cinestésico é entendido como a interpretação de informações, como rigidez e elasticidade de um objeto através da resposta ao toque, e também como forma de posicionar nossos membros espacialmente. Normalmente, esse tipo de toque é percebido pelos músculos e tendões presentes no nosso corpo.

O sentido do tato é um dos mais ricos e complexos à disposição do ser humano. Isso se deve ao fato de que, diferentemente de outros sentidos (tais como a visão ou audição), a sensação de toque não é desempenhada por um órgão típico, mas sim por receptores exclusivos presentes na extensão da pele, especializados em três componentes principais: percepção de calor/frio, dor e pressão/toque (SCHMIDT, 1977). Dessa forma, como boa parte das interfaces é desenvolvida considerando a sensação percebida nos últimos tipos de receptores, é importante entender os detalhes biológicos dos mesmos.

Entre as sensações percebidas através desses receptores estão: pressão, toque, vibração e cócegas. Elas podem ser exploradas como principais mecanismos de feedback tátil em que cada uma delas pode ser usada para carregar um sinal e, com isso, uma sensação diferente. Cabe ressaltar que, se mal utilizado, esse canal

de comunicação pode acabar gerando uma percepção diferente. Devido a uma característica de adaptação sensorial, esses receptores podem se tornar saturados e, com isso, terem sua eficiência diminuída na tarefa de transmitir mensagens importantes para os usuários.

Ao se projetar interfaces baseadas em tato, é importante entender que o estímulo enviado ao usuário deve satisfazer alguns critérios, como: 1) utilizar a intensidade e frequência correta, 2) respeitar os limites biológicos de conforto e segurança e 3) permitir que o usuário desenvolva a tarefa sem que o estímulo interfira na atividade em si.

Tomemos como exemplo um dispositivo imaginário em formato de caneta utilizado para ajudar jovens em idade escolar a melhorarem sua caligrafia no processo de alfabetização. Esse dispositivo consiste em um aparato que indica ao usuário — através de uma vibração — quando, durante o processo de escrita, a caneta ultrapassa a pauta ou as margens de uma folha. Caso o dispositivo projetasse uma vibração em uma frequência ultrassônica (imperceptível ao tato) ou caso o feedback ocorresse após o usuário ultrapassar a linha pautada, provavelmente seu uso não seria de grande valia, visto que o erro da escrita não seria percebido ou já teria acontecido (em conjunção com o ponto anterior).

Considerando os limites biológicos dentro do mesmo exemplo, imaginemos que, ao ultrapassar a linha da pauta do papel, o dispositivo emitisse uma vibração demasiadamente forte e prolongada por dois segundos. Uma criança ou qualquer usuário que utilizasse esse dispositivo logo estaria com o canal sensorial saturado, impedindo que futuros feedbacks através do tato fossem interpretados da forma correta ou até mesmo serem reconhecidos. Esse fenômeno, se estendido por muito tempo, pode se tornar um incômodo no uso do artefato e, se persistir por tempo suficiente, pode evoluir para algum tipo de lesão, temporária ou permanente, no usuário.

Por fim, é importante lembrar que a utilização do tato como mecanismo de feedback na realização das tarefas não pode influenciar negativamente o manuseio do dispositivo. Isso significa dizer que, ao prover feedback ao usuário, não deve prejudicar a tarefa desenvolvida ao ponto de que o resultado em si seja, em parte, retroalimentado pelo feedback. No exemplo anterior, se utilizarmos o feedback tátil no formato de vibração para indicar que o usuário ultrapassou a pauta durante a escrita, veremos que, ao ocorrer o evento, muito provavelmente o dispositivo alterará o curso

natural da escrita, aumentando a chance de a linha ser ultrapassada (retroalimentação).

É importante lembrar que tecnologias táteis são relativamente novas se comparadas às outras implementações de interfaces que utilizam outros mecanismos de interação. Em especial, as interfaces táteis exigem aparato tecnológico mais extenso em relação a outras tecnologias, como a de voz. Isso ocorre porque essas interfaces precisam de elementos de hardware, como receptores e atuadores, que apesar de estarem hoje amplamente disponíveis, ainda não são popularmente acessíveis.

Uma das principais características da interface tátil (e aqui incluímos o aspecto motor da mesma) diz respeito à resolução da interface. Quando nos referimos à resolução, queremos dizer a qualidade da informação percebida (no caso da leitura e interpretação dos sinais) para a entrada de dados como também nos mecanismos de feedback para o usuário (para a saída de dados).

Dessa forma, quanto maior a resolução, maior é a fidelidade e mais complexa pode ser a interpretação dos eventos e tarefas realizadas pelo usuário, que são capazes, assim, de se apoiar no tato como mecanismo de interação de forma eficaz.

As interfaces de tato têm sido utilizadas nas mais diversas funcionalidades, a exemplo de: aplicações médicas cirúrgicas, reabilitação terapêutica, jogos, artes e também como forma de expandir a manipulação de objetos de interface gráfica (GUI) em geral.

Aplicações que pretendem se beneficiar desse tipo de interação devem levar em consideração alguns aspectos relacionados aos fatores humanos e design de interação. Apesar de interfaces de tato terem execuções nos mais diversos campos, elas são comumente utilizadas como interfaces para avaliar o movimento do usuário (por exemplo: posição, velocidade e aceleração) ou como mecanismo de feedback para o usuário.

Entre as considerações no projeto para interfaces de tato, é necessário entender o contexto e o ambiente das tarefas realizadas, as informações biomecânicas do usuário (como postura, perfil e estrutura), além de aspectos sensoriais do meio ambiente. Segundo Hale e Stanney (2004), de uma forma geral, interfaces de tato podem ser usadas para alertar pessoas sobre eventos críticos, prover uma referência espacial e melhorar a performance de tarefas que exigem coordenação entre mãos e olhos (*hand-eye coordination*). Mais ainda, os autores

citam que *affordances* táteis, tais como o uso de vibração e diferentes pressões, pode ser benéfico como alertas, enquanto que feedbacks cinestésicos podem ser utilizados para tarefas mais complexas.

Um exemplo de aplicação que use feedback de toque inclui a aplicação de interfaces que permitam ao usuário distinguir entre várias texturas de objetos manipulados. Analogamente, interfaces de feedback cinestésico podem ajudar os usuários a perceberem aspectos construtivos dos elementos, notando grandezas como rigidez ou flexibilidade de tais objetos. Em tarefas críticas, como a realização de cirurgias remotas, operadas via robô, esse tipo de feedback torna-se valioso para o usuário (cirurgião), que pode, por exemplo, identificar os diferentes tipos de tecidos durante uma incisão e, com isso, garantir não estar danificando nenhum outro elemento. A componente de feedback cinestésica, nesse caso, permite ao médico discernir a posição correta dos instrumentos de trabalho através do posicionamento do elemento da interface (tátil) em uma colocação que seja ao mesmo tempo conhecida e confortável para a operação.

Algumas questões no projeto de interfaces de tato que devem ser consideradas se referem ao tipo de tarefa que será desenvolvida, se as mesmas serão aprimoradas em local de trabalho estático ou móvel, o tipo de aplicação da interface (se para feedback ou para extensão da GUI, através da realização de comandos e tarefas via tato) ou tamanho do espaço disponível para a implementação da interface (especialmente se a interface de tato for usada como mecanismo de simulação para treinamentos ou reprodução fidedigna do ambiente real).

Para interfaces táteis é importante lembrar que, como temos a pele como principal órgão sensorial e que ela cobre todo o nosso corpo, o elemento perceptual associado ao tato é distribuído (em contraponto a outros sentidos como visão e audição). Isso significa que, ao projetarmos uma interface tátil, devemos também levar em consideração em qual parte do corpo queremos projetar o feedback tátil, bem como qual parte do corpo estará relacionado a qualquer tipo de movimento necessário para a utilização desta interface de tato (a movimentação de um braço, por exemplo).

A depender da área escolhida, faz-se necessário utilizar dispositivos de maior ou menor intensidade e resolução. Caso esse dispositivo seja subdimensionado (com baixa resolução ou intensidade), o feedback transmitido ou o movimento capturado pode não ser interpretado da forma correta tanto pelo elemento receptor humano quanto pelo maquinário responsável pela interpretação do sinal (computador). Por

outro lado, um dispositivo superdimensionado pode causar erros de distorção da interpretação do movimento — em que um leve movimento provoque uma reação mais ampla na interface — ou a fadiga de uso no usuário por provocar feedbacks muito intensos (uso excessivo de vibração, por exemplo).

Por fim, recomendações gerais conforme descritas em: Hale e Stanney (2004); Biggs e Srinivasan (2002); O'Malley e Goldfarb (2004); Tan *et al.* (1994); Colgate e Schenkel (1997); Stocco, Salcudean e Sassani (2001); e Mehling, Colgate e Peshkin (2005) sugerem o projeto de interfaces a:

- I. Projetar a interface baseado nas capacidades físicas do operador (e suas limitantes), o que significa que deve ser levado em consideração qual parte do corpo entrará em contato com o dispositivo tátil e como ele irá interagir com o usuário. Isso inclui também os estímulos táteis a serem aplicados (tais como o uso de vibração) e que devem ser projetados de forma a serem não apenas percebidos como também distinguidos entre as várias expressões daquele estímulo;
- II. Ao se usar atuadores para simular feedback (*force feedback*), ter em mente os valores mínimos de rigidez para interação com o usuário. Além disso, ao aplicar em conjunto a modalidade de interação de tato com o feedback visual, sugere-se evitar que este exiba uma ação de penetração por parte do corpo do operador em objetos simulados como rígidos; (TAN *et al.*, 1994).
- III. Evitar instabilidades no uso de interfaces de tato, a exemplo de casos em que a operação em uma interface causa um feedback demasiadamente demorado ou desconectado de outros modos (como visualmente exibir algo e através do tato representar algo diferente).
- IV. Para interfaces de toque — em que se faz necessário que o usuário perceba uma certa textura —, é importante lembrar o seguinte: para que essa percepção seja acertada, deve ser possibilitado ao usuário área de contato suficiente para que ele possa executar o movimento desejado de passar o dedo, por exemplo.

6 A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

Caracterizamos a Transformação Digital como a soma de todos os processos envolvidos para (re)caracterizar uma organização, com o propósito de que ela possa oferecer seus produtos ou serviços para atender uma nova demanda de mercado.

Mais ainda, segundo Reddy e Reinartz (2017), “em um senso tradicional, a transformação digital se refere ao uso de computadores e tecnologia da informação para um processo de criação mais eficiente e efetivo economicamente”. Nessa definição, podemos ver que um dos grandes enfoques da Transformação Digital (TD) é o de envolver, em sua base, o uso de insumos tecnológicos para a criação de artefatos que sejam relevantes do ponto da economicidade.

Adicionalmente, os autores definem que “[...] em um senso mais amplo, ela (a transformação digital) se refere às mudanças que as novas tecnologias têm em um todo; em como operamos, interagimos e configuramos e em como a riqueza é criada dentro do sistema” (REDDY; REINARTZ, 2017). Isso, por sua vez, implica em definir como o uso da tecnologia reconfigura não apenas as ferramentas tecnológicas envolvidas, mas também os aspectos de uso dessa tecnologia e as relações dela com a forma a qual desenvolvemos nossos negócios e interações humano-máquina e humano-humano.

Kotarba (2018), por sua vez, define Transformação Digital como “[...] a modificação (ou adaptação) de modelos de negócios, resultantes do passo dinâmico do progresso tecnológico e inovação que desencadeia mudanças no consumidos ou comportamento social”. Mais uma vez, é estabelecido o impacto da transformação digital não apenas em *como* a tecnologia é aplicada, mas nos seus desdobramentos, notadamente nos modelos e relações de negócios.

Aqui, entretanto, cabe o comentário de que, apesar da Transformação Digital ter impacto bastante profundo nas organizações e nas pessoas que compõem essas companhias, o caráter multidisciplinar e a dinamicidade da transformação digital ainda são um tema muito recente na literatura e, por isso, tem definições muito abrangentes e, em alguns casos, divergentes.

Tem-se uma certeza: a transformação digital já é uma realidade no mundo todo e, catalisados por eventos globais recentes — a exemplo da pandemia de COVID-19 —, ganhou força e presença no nosso dia a dia. Esse senso de urgência trouxe a perspectiva de mudança nas organizações de modo a forçá-la através de duas formas:

Ou voluntária, aonde a organização está ativamente moldando suas estratégias futuras através de otimizações e investimentos, ou de forma reativa onde mudanças não planejadas e inesperadas afetam adversamente modelos de negócio e pede por reestruturações ou operações de emergência (KOTARBA, 2018).

Esse processo de transformação digital apresenta números expressivos. Segundo o artigo recente de Gale e Aarons (2018), cerca de 88% das empresas *fortune-level*, aquelas com maior potencial de rentabilidade e poder (de acordo com a famosa revista *Fortune*), têm iniciativas de transformação digital em curso até o ano de 2021.

Entretanto, iniciativas como essas nem sempre apresentam resultados satisfatórios. Através de pesquisas intensivas realizadas em 2014, cerca de metade das empresas entrevistadas informaram que, em até quatro anos, estariam transformadas digitalmente. Em uma nova entrevista em 2018, apenas um terço dos 135 entrevistados acreditavam que suas companhias estariam transformadas (GALE; AARONS, 2018). Esse número traz consigo um entendimento por parte dos executivos tomadores de decisões de que o processo de Transformação Digital é algo extenso, complexo e custoso.

Somente em 2017 foram gastos US\$1,7 trilhão em projetos e tecnologias relacionadas à Transformação Digital. Isso é o equivalente a toda a economia de um país como a Itália (GALE; AARONS, 2018). O retorno em tal investimento, entretanto, pode ser verificado através de indicadores também levantados pelos autores, em que uma em cada seis organizações apresentam resultados como:

- Organizações que completam projetos de transformação digital duas vezes mais rápido do que outras companhias;
- As organizações possuem ROI (retorno sobre investimento) até oito vezes maiores;
- Essas organizações têm até 37% mais confiança sobre suas operações futuras;
- Elas possuem 40% mais chances de encontrar novos caminhos para melhoria dos processos e negócios.

Os números apresentados se mostram bem interessantes se pensarmos que o processo de Transformação Digital é algo que pode potencialmente ser alcançado por praticamente todas as empresas. Por outro lado, é comum o entendimento das companhias de que a Transformação Digital é o mesmo que digitalização da companhia (e seus processos). Conforme Kotarba (2018):

[...] o significado de “digital” ou “digitalização” (como processo para introduzir o ‘digital’ em um aspecto selecionado da realidade) tende a ser ou altamente inestimado (ex. como na conversão entre analógico para digital) ou altamente superestimado, tornando o tópico em uma mística ‘mão invisível’ de inovação e desenvolvimento social.

Nesse sentido, o autor sugere um caminho em meio-termo, em que a Transformação Digital atua como formação de novas entidades e relacionamentos guiados pela aplicação de tecnologia (KOTARBA, 2018).

Partindo dessa perspectiva, identificamos que o simples processo de digitalizar os processos de uma organização não faz dela uma organização transformada digitalmente. Isso porque a Transformação Digital tem sua concepção dentro da companhia não apenas nas camadas superiores (*C-level*), mas também em camadas táticas e operacionais. Logo, a mudança através da Transformação Digital precisa envolver a organização como um todo.

Uma das razões pelas quais as empresas falham em adotar processos de Transformação Digital se resume à falta de comunicação (e conexão) entre as diversas facetas da organização — tais como pessoas, processos, propriedade intelectual, sistemas, fornecedores, clientes e usuários — com o alinhamento geral da estratégia da companhia.

Bughin *et al.* (2018) cita alguns exemplos de armadilhas comuns responsáveis pela falha da implementação de estratégias digitais nas companhias, entre elas: (1) definições confusas, (2) entendimento incorreto da economia do digital, (3) negligenciar ecossistemas, (4) cuidado demasiado com os nativos digitais e (5) não perceber a dualidade do digital.

Primeiramente, é interessante entender como definições confusas podem atrapalhar o processo de Transformação Digital. Como dito anteriormente, perceber a TD como mera digitalização transforma esse processo em algo puramente desfocado do seu propósito, que é o de conectar a estratégia digital de uma companhia com seu modelo de negócio. Ao fazer isso, além da companhia não conseguir manter um ritmo

de transformação, ela também negligencia oportunidades oriundas de novos negócios.

Em segundo lugar, não entender como funciona a economia do mundo digital pode prejudicar os modelos atuais de faturamento e microeconomia de uma empresa, bem como causar o colapso de negócios inteiros. Modelos como aqueles que usam intermediários entre cliente e empresa — como agentes de viagem que oferecem serviço de compras de passagens aéreas para o cliente — tendem a desaparecer com a expansão da internet e de dispositivos móveis, em que o próprio usuário resolve tudo pela tela do seu telefone. Outra característica da economia digital se relaciona com o ritmo no qual as coisas acontecem. Hoje, quem age mais rápido, vende mais rápido e conquista uma fatia de mercado importante para se consolidar.

Negligenciar as relações formadas pelo processo de Transformação Digital significa ignorar o simples aspecto de que, em breve, as indústrias (e seus produtos) passarão a ser ecossistemas de desenvolvimento, de consumo, de colaboração e de recomendação, a exemplo de plataformas como o Google e a Amazon, além de seus respectivos serviços.

Outro aspecto importante, mas fundamentalmente ignorado, é o fato de que empresas que estão em processo de TD muitas vezes acabam por direcionar seus esforços de competir a concorrentes que já são “nascidos” do ambiente digital. Através dessa estratégia, empresas tentam atacar ou reter sua parcela de mercado ameaçada por *startups* ou *tech companies* promissoras e, com isso, acabam esquecendo que outras companhias também estão em processo de transformação. Essas companhias normalmente são bem estabelecidas nos seus ramos e ignorá-las pode representar um perigo para a estratégia de transformação de uma empresa.

Por fim, há de se entender que o digital traz um aspecto de dualidade — complementar, nesse caso — em que novos negócios ou modelos não podem e dificilmente irão invalidar modelos pré-existentes. Apesar do processo de Transformação Digital provocar um sentimento de disrupção, isso não necessariamente significa abandonar a essência do trabalho desenvolvido por aquela companhia.

Tomemos, por exemplo, o trabalho desenvolvido por Oliveira *et al.* (2020) sobre a disrupção provocada no sistema de saúde gerido pela rede CUF, em Portugal. Uma das líderes na prestação de cuidados de saúde de qualidade em Portugal, a rede CUF

desenvolve a sua atividade através de 19 unidades de saúde: 18 hospitais e clínicas da rede CUF e um hospital gerido em regime de parceria público-privada.

Em decorrência da pandemia de COVID-19, a rede CUF passou a desencadear um processo de transformação digital nos seus serviços de atendimento aos pacientes através do serviço de telemedicina. Muitos foram os motivos para a aceleração desse processo, conforme explicitado por Oliveira *et al.* (2020):

Assim, a pandemia COVID-19, a obrigatoriedade do distanciamento físico, o receio de contaminação e a salvaguarda da segurança de cuidadores, proporcionou uma conjugação de circunstâncias únicas e imprevistas para uma aceitação e reivindicação de iniciativas de telessaúde/telemedicina por parte dos doentes, profissionais instituições prestadoras e entidades pagadoras. Num contexto de medo, indefinição e crise global, a necessidade de prestar cuidados de saúde de forma remota e digital como complemento ou eventual substituição da resposta assistencial convencional, veio catalisar de modo súbito (quase “efervescente”) a implementação de soluções de telemedicina previamente em curso: tal qual o efeito da pastilha de Mentos numa garrafa de Coca-Cola.

Segundo resultados levantados pelos autores, “no pico do confinamento, as teleconsultas ascenderam a 40% de todas as consultas efetuadas na rede CUF, envolvendo mais de 1300 médicos, de 30 especialidades diferentes, abrangendo doentes adultos e pediátricos” (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Como podemos notar, devido principalmente ao confinamento, os pacientes tiveram que recorrer a implementações alternativas ao serviço original de consultas.

Nesse sentido, é importante salientar que, por se tratar de uma modalidade alternativa de atendimento, não é absolutamente nova essa implementação. Conforme explicitado,

a telemedicina não é um novo tipo de medicina, mas tão somente um mecanismo diferente de interação, complementar e sinérgico dos já existentes, “destinada a determinados pacientes, em determinados momentos, para prestação de cuidados de saúde de alta qualidade (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Apesar da mudança de contexto, a pesquisa de satisfação, realizada com 900 clientes que efetuaram uma teleconsulta, obteve uma taxa de resposta elevada a 52,8%. A pontuação de satisfação foi 8,7 (de um máximo de 10) e ultrapassou o valor

da consulta presencial aferido em 2019, que foi de 8,2 (também de um máximo de 10).

É já consensual e inequívoco que existe um “antes” e um “depois da COVID-19” no que se diz respeito aos modelos de negócio modificados pelas transformações digitais nas empresas. Muitas destas transformações, inclusive, permanecerão após a pandemia cessar. O processo de transformação digital é algo que não é novo e tampouco estático, por isso, a tendência é que cada vez mais esteja presente em diversas companhias.

Uma consideração final a respeito da transformação digital é que nem todas as empresas dispostas a se submeterem a tais processos têm experiência ou competência para desenvolver os processos necessários a esse fim. Dessa forma, hoje é possível recorrer a parceiros com conhecimento em conduzir tais processos e auxiliar as organizações a atingirem o objetivo de se transformarem digitalmente.

6.1 A TDS COMPANY

Entre algumas das principais organizações criadas com o intuito de se desenvolver a cultura do digital e, com isso, facilitar o processo de transformação digital, está a *The Digital Strategy Company* (TDS).

Situada no coração da cidade do Recife, mais especificamente no ecossistema do Porto Digital, a TDS foi oficialmente constituída em 2019 através da iniciativa científica do Dr. Silvio Meira, professor emérito da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em parceria com investidores locais.

No processo de jornada, é proposto para que os envolvidos assumam o próprio desenvolvimento de uma estratégia de transformação digital, explorando oportunidades as quais não são averiguadas cotidianamente nas operações da companhia. Segundo definição da própria organização:

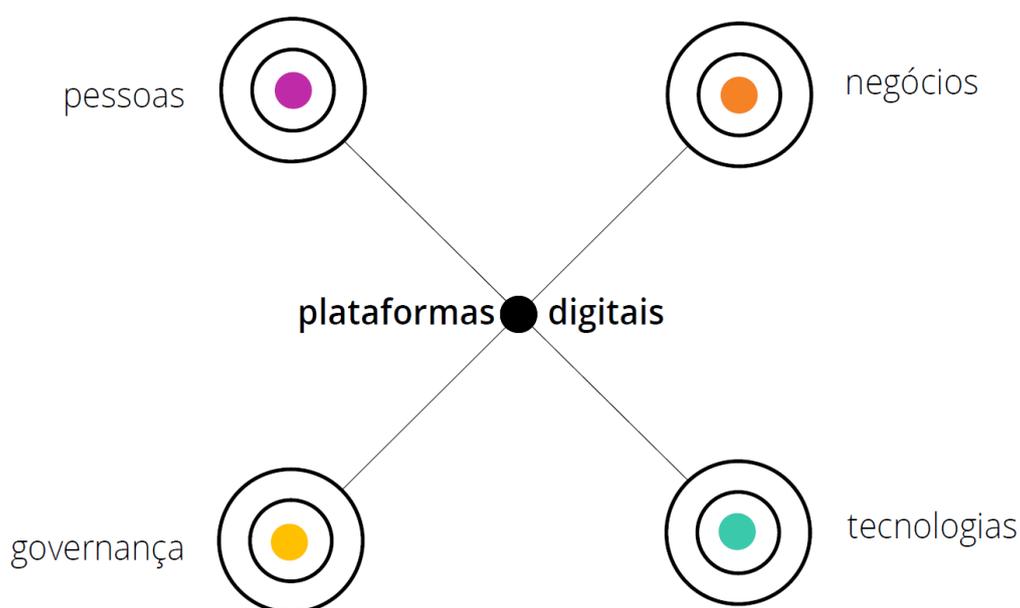
Somos uma empresa dedicada a ampliar a capacidade de [grandes] organizações em compreender e adaptar-se a tendências tecnológicas baseadas em bits e explorar corretamente suas influências no comportamento das pessoas para assumir o protagonismo digital em seus setores de atuação. (TDS, 2020).

Esse processo é conduzido através de um *framework* próprio de suporte a processos de transformação digital chamado de *strateegia*. O *framework* (e todo

material desenvolvido) é fruto do trabalho aplicado junto a clientes de diversos setores da indústria, educação, varejo e outros, rigorosamente fundamentado em temas do meio acadêmico.

A jornada de transformação é apoiada em quatro pilares, sendo eles: tecnologias, negócios, governança e pessoas (conforme figura 10 abaixo).

Figura 10 – Pilares da transformação digital



Fonte: TDS Company (2020).

Do ponto de vista de tecnologias aplicadas à transformação digital, é fácil identificar como elas participam do processo através de mecanismos habilitadores para se incorporar computabilidade durante a jornada. Isso significa dizer que nenhum negócio que se vê transformado pode ser alheio à adoção de tecnologias para viabilizar essa transformação.

O segundo aspecto a ser levado em consideração é o de negócios — e modelos de negócios — que são impactados diretamente no processo de transformação digital. Esses negócios, sejam eles pertencentes ao *core business* da organização ou negócios periféricos aos desenvolvidos, serão diretamente impactados no processo de transformação.

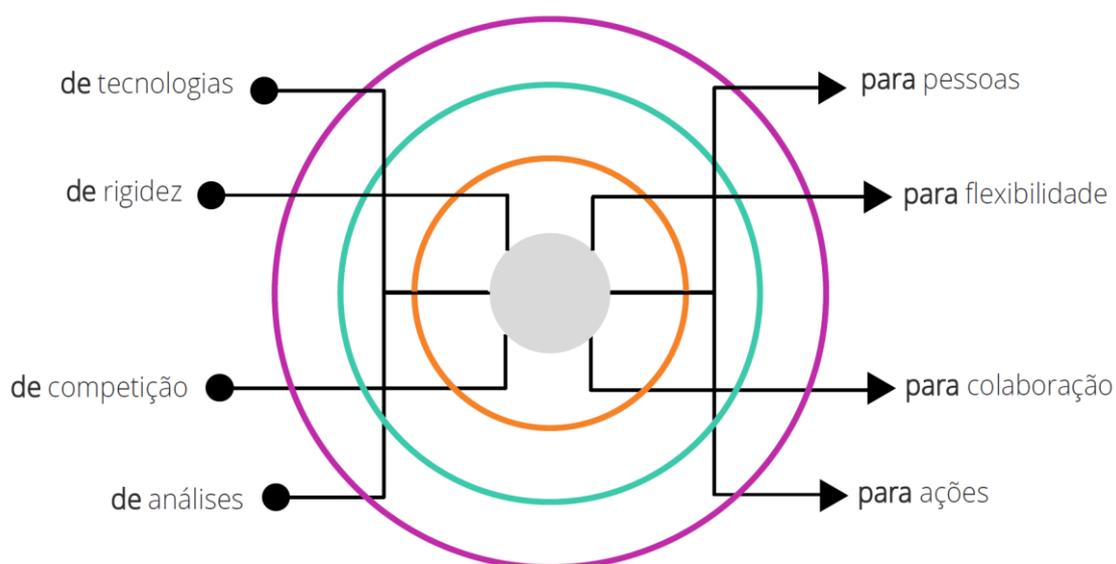
O quesito da governança, por sua vez, vem trazer a consideração de que, para se transformar, uma companhia precisa agir. Uma companhia que não possua uma boa governança pode se encontrar perdida no meio da jornada de transformação, em

uma situação frequentemente definida como *analysis paralysis*, em que, por falta de direcionamento, a empresa acaba sem tempo para agir no meio das mudanças.

Por fim, mas não menos importante, estão os indivíduos, principais protagonistas no processo de transformação digital, pelo simples fato de que esta é baseada em uma cultura de transformação, a qual é capitaneada e conduzida pelas pessoas daquela organização.

Importante notar que, na figura 10, no centro dos pilares da inovação são colocadas exatamente as plataformas digitais como mecanismos que possibilitam a condução da jornada de transformação digital. Nessa perspectiva, é importante entender que essa jornada tem como objetivo transformar não apenas digitalmente as companhias, mas também os focos que possibilitam essa transformação acontecer, tais como explicitados na figura 11.

Figura 11 – Focos da transformação digital



Fonte: TDS Company (2020).

A mudança nesse foco é o que vai possibilitar a conversão de pensamento da companhia e evitar o estado de *analysis paralysis* citado anteriormente. Isso fará com que as estratégias de transformação realmente apresentem resultados.

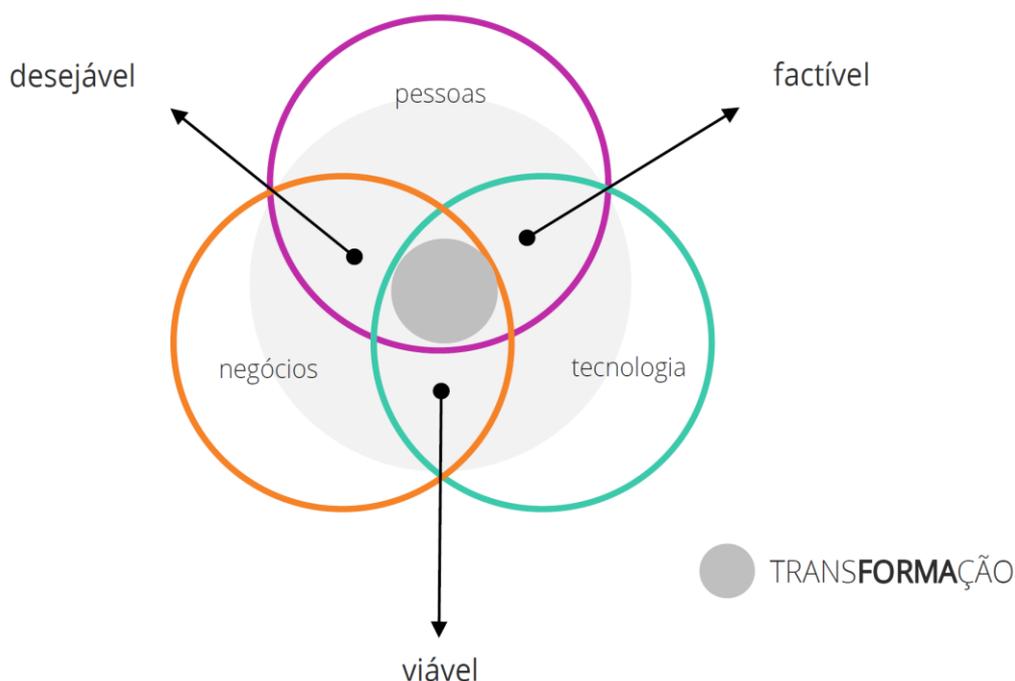
Entender como o processo de transformação digital funciona significa compreender quais aspectos devem ser trabalhados, no intuito de se identificar o que é desejável, factível e viável (figura 12).

Definimos, então, como **desejável** todos os requisitos levantados pelas pessoas envolvidas no processo de transformação (usuários, fornecedores, equipe de desenvolvimento, etc.) e que têm impacto no negócio desenvolvido. Nesse sentido, os fatores explorados são trazidos por esses *stakeholders* e se desdobram em modificações na forma de se fazer negócio, nas suas relações e também no formato de monetização do trabalho desenvolvido naquilo em que os usuários desejam ter implementado.

Por **factível** entendemos os aspectos levantados pelos indivíduos envolvidos no processo de transformação e que são possíveis de serem desenvolvidos utilizando as tecnologias disponíveis. Ou seja, através da tecnologia — e suas constantes limitadoras — é definido aquilo que pode ser feito e entregue, gerando valor na cadeia de desenvolvimento de produtos e serviços.

Quando nos referimos ao que é **viável**, dizemos que são os elementos relacionados à transformação digital que podem ser desenvolvidos utilizando artefatos tecnológicos, que têm impacto e são definidos pelos modelos de negócio desenvolvidos pela companhia em questão. São esses requisitos que irão determinar o que é viável de ser feito em termos de retorno (principalmente financeiro) para a empresa.

Figura 12 – Aspectos da transformação digital

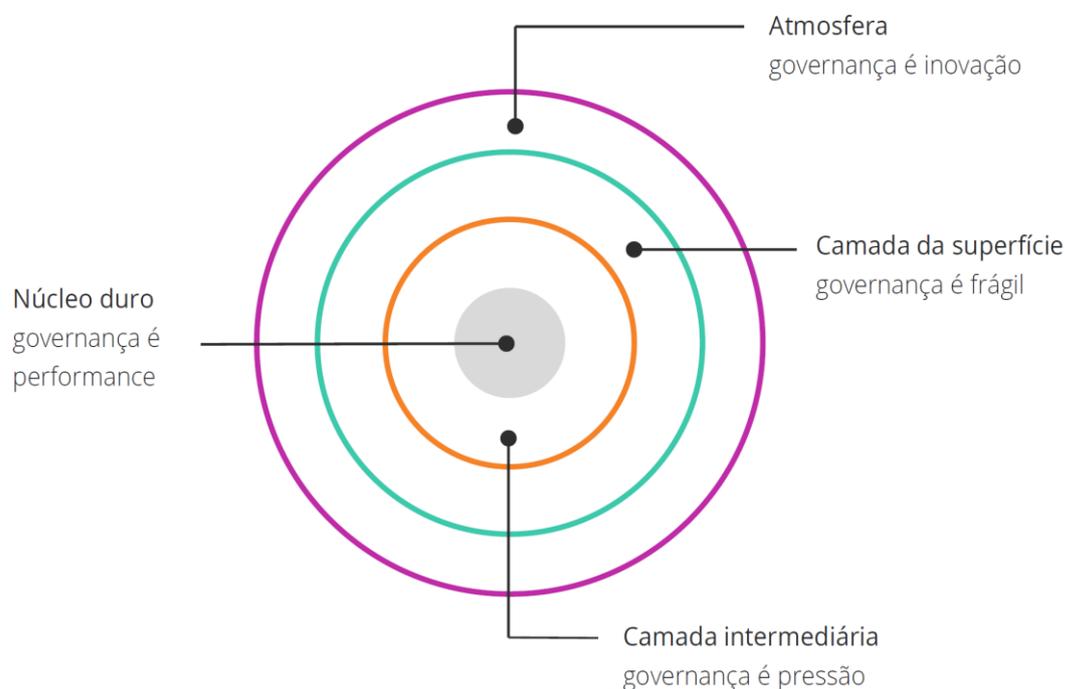


Fonte: TDS Company (2020).

Na interseção formada pelos três aspectos (desejável, factível e viável), temos então os componentes que atendem aos critérios básicos da Transformação Digital. Ou seja, através da junção do desejável (aquilo que os *stakeholders* querem) com o factível (aquilo que é possível de ser feito) e com o viável (aquilo que é interessante de ser feito), temos condições básicas para que o processo de TD ocorra de forma a atender as demandas da companhia.

Esse processo, entretanto, não acontece de forma externa à organização, tampouco modificando sua atividade-fim padrão. Diferentemente de processos de renovação e atualização mercadológica, a transformação digital, principalmente aquela conduzida via utilização de metodologias ou *frameworks* específicos, como é o caso do *strategie* (ver no capítulo seguinte), tende a impactar as camadas mais externas ao *core business* da companhia, conforme figura 13.

Figura 13 – Camadas da transformação digital



Fonte: TDS Company (2020).

Isso significa dizer que esse *core business* (ou núcleo duro), responsável pelas operações diárias da companhia e que inclui basicamente todas as fontes de receitas da empresa, não é o alvo direto da transformação digital. Tal afirmação se dá pelo fato de que esse núcleo é difícil de ser atingido e, conseqüentemente, de ser mudado pelo

processo de TD, pois se trata do “ganha-pão” da companhia em termos de geração e recorrência de receita, de atração e de retenção de novos clientes.

Camadas intermediárias e de superfície também não costumam ser o alvo das transformações digitais, pois elas tendem a operacionalizar e gerenciar os procedimentos diários e manter o correto funcionamento da companhia. Nessas camadas, a governança ou é incessante para esse funcionamento ou é frágil demais para comportar mudanças decorrentes do processo de transformação.

Dessa forma, quando entendemos que as verdadeiras oportunidades críticas são aquelas periféricas ao negócio e não necessariamente as que visam o seu núcleo, começamos a perceber que essas oportunidades, normalmente situadas no futuro, devem ser trabalhadas através do processo de TD para que se tornem críticas à companhia.

6.2 O *FRAMEWORK STRATEEGIA*

Dentro do contexto explicitado, a *The Digital Strategy Company* (TDS) trabalha o processo de transformação utilizando *framework* próprio. Segundo definição da própria companhia, “*strateegia* foi pensada como um framework para criação e transformação digital de negócios numa e para uma economia de plataformas digitais. E *strateegia* deve ser interpretada – ela própria – como uma plataforma para o desenho de estratégias” (TDS, 2020). Mais que isso, o *strateegia* funciona como uma plataforma de inovação em que cada companhia envolvida no seu processo acaba por criar sua jornada de Transformação Digital utilizando as ferramentas disponíveis na plataforma.

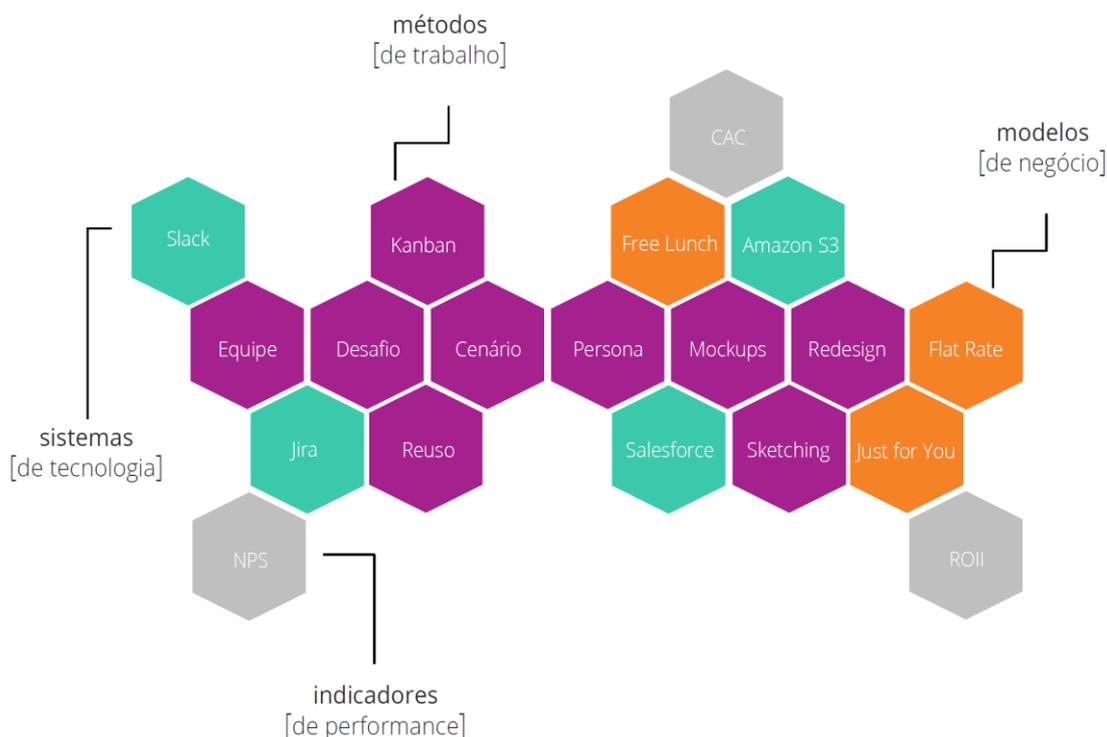
Vale salientar que, por se tratar de um *framework* ainda incipiente, é natural que o *strateegia* ainda passe por alterações e, portanto, as menções às quais esse trabalho se refere são alusivas à versão 3.01 da plataforma. Versões posteriores podem incorrer em mudanças na plataforma como um todo.

Essa jornada é composta por conjuntos de ferramentas que são oferecidas pela TDS e aplicadas em momentos assíncronos e síncronos junto com representantes das companhias (*stakeholders*). Com isso, é feito o desenho do percurso de inovação através de mapas modulares no tempo, conforme exemplificado na figura 14.

Uma das principais características da *strateegia* é seu sistema modular, o qual permite que a utilização desses módulos seja feita de acordo com o tipo de ferramenta

que se deseja trabalhar. Essas ferramentas são divididas em agrupamentos conforme sua aplicação. Temos, então, conjuntos de métodos de trabalho, modelos de negócio, sistemas de tecnologia, indicadores de performance e outros aspectos.

Figura 14 – Exemplo de mapa modular do *strategie*

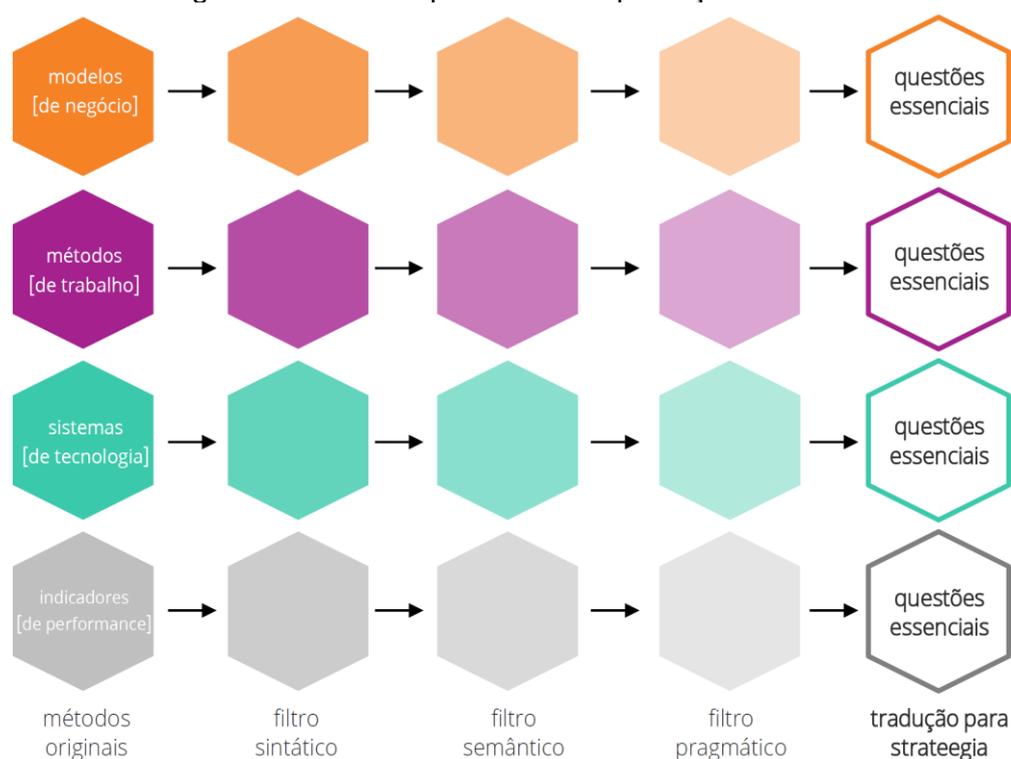


Fonte: TDS Company (2020).

A consolidação dessas ferramentas na plataforma se dá através de um processo de simplificação dos conceitos existentes em cada um e posterior redução às questões essenciais a serem trabalhadas naquela ferramenta. Essa simplificação acontece por meio da aplicação de filtros sintáticos, semânticos e pragmáticos (ver figura 15) e que, uma vez aplicados, levantam as questões essenciais para o uso daquela ferramenta.

Vale explicitar que o processo de simplificação não diminui a profundidade do conhecimento a ser trabalhado durante a jornada, mas sim atua como elemento redutor da complexidade para se chegar a um conjunto mínimo, porém relevante para desencadear uma discussão e construção do conhecimento sobre o tópico desenvolvido (modelos de negócio, sistemas de tecnologia, etc.).

Figura 15 – Filtros aplicados à simplificação dos kits



Fonte: TDS Company (2020).

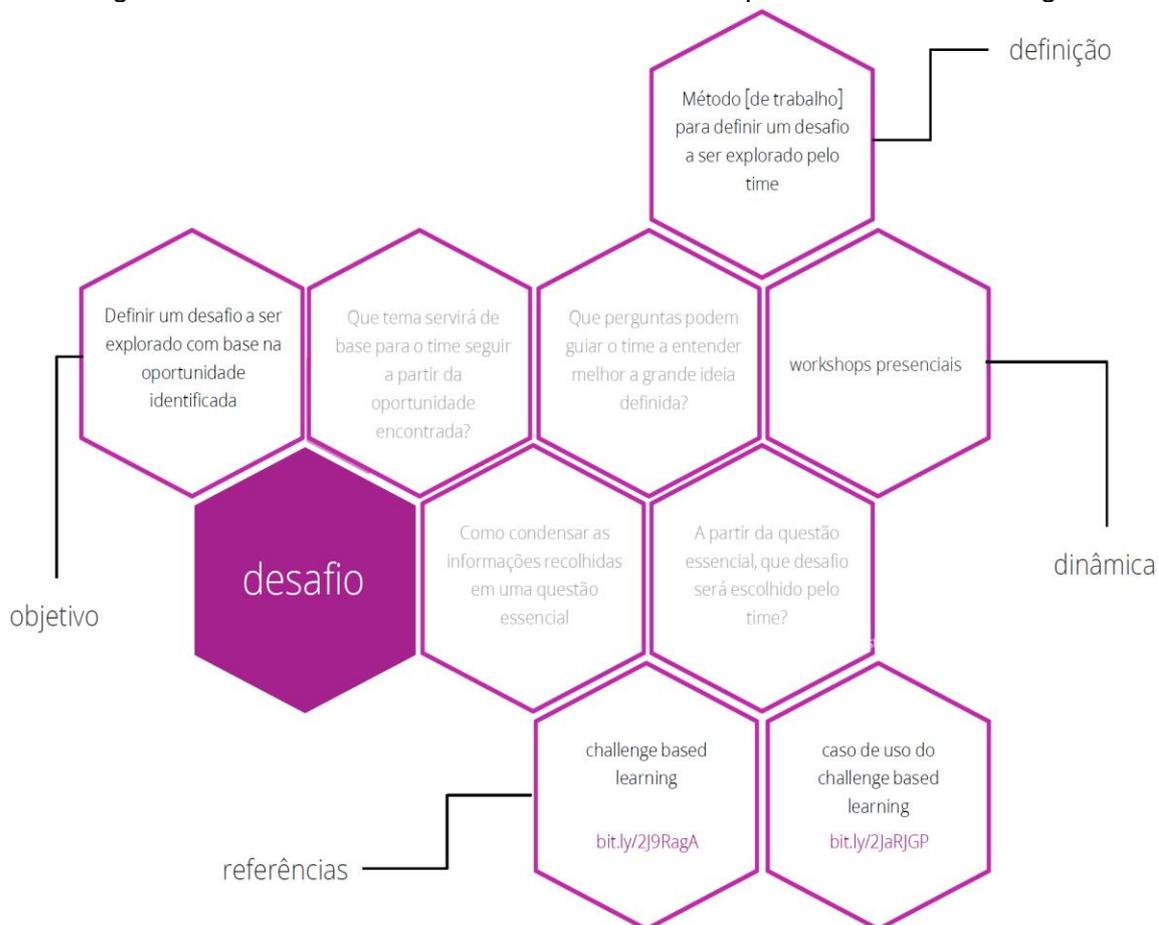
Além disso, cada ferramenta também conta com outras seções relevantes para a sua utilização, tais como: definição da ferramenta, objetivo da sua aplicação, dinâmica a ser realizada para a aplicação daquela ferramenta e referências internas (a TDS) e externas que vão servir de extensores para o entendimento e manuseio da ferramenta em questão.

A figura 16 demonstra um exemplo da ferramenta “desafio”, com as seções mencionadas acima e contendo quatro questões essenciais para o seu desenvolvimento. Uma vez que a ferramenta é disponibilizada na plataforma *strategia*, os envolvidos no processo de transformação digital daquela companhia a acessam o seu conteúdo e respondem às perguntas disponíveis.

Também é possível comentar ou concordar (através de botão específico) com o que é respondido na plataforma, fazendo com que a sua aplicação ganhe dimensão e profundidade através da discussão entre os participantes da ferramenta. A figura 17 exemplifica os elementos disponíveis no uso da ferramenta, incluindo a pergunta essencial — motivadora da discussão —, comentários e respostas a estes, além do quantitativo de pessoas que concordaram com aquela resposta. As atualizações das

respostas e comentários são feitas em tempo real pela própria plataforma, facilitando a fluidez da discussão.

Figura 16 – Elementos da ferramenta “desafio” disponibilizada no *strategia*



Fonte: TDS Company (2020).

Figura 17 – Detalhes do uso da ferramenta “canais” contendo comentários, respostas, concordância e outros

 **canais** ×

Método [de trabalho] para identificar os meios pelos quais o negócio entregará sua proposta de valor para os clientes, a interface entre produto ou serviço e o público

Questões essenciais

CANAIS DE COMUNICAÇÃO: quais os canais de comunicação (online e offline) com o cliente? Qual canal deve ser priorizado, tem maior importância, para a entrega de valor do negócio? Quem é responsável pela gestão desses canais?

CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO: quais os canais de distribuição (online e offline) do negócio? Qual canal deve ser priorizado, tem maior importância, para a entrega do valor do negócio? Quem é responsável pela gestão desses canais?

CANAIS DE VENDA: quais os canais de vendas (online e offline) do produto ou serviço? Qual canal deve ser priorizado para garantir a entrega de valor do negócio? Quem é responsável pela gestão desses canais?

Referências

- [what is a business model](#)
- [O que é o Business Model Canvas](#)
- [Canais de Distribuição](#)

Fonte: TDS Company (2020).

7 O FRAMEWORK FRA.G.O.L.A

Conforme discutido, existem vários cenários em que a utilização de mais de uma modalidade — seja de forma combinada ou não — pode ser benéfica na construção de interfaces digitais. Entender quais são esses possíveis benefícios e como isso impacta o projeto de interface é tarefa do designer envolvido.

Nesse sentido, a adoção de uma ferramenta capaz de diagnosticar e embasar a decisão do uso (ou não) de uma ou mais modalidades e como elas devem se comunicar entre si apresenta-se como uma solução interessante para o auxílio dos envolvidos na tomada dessa decisão.

O objetivo final do presente trabalho é, dessa forma, apresentar essa ferramenta no formato de um *framework* teórico, em que questões referentes ao uso de modos e modalidades diferentes são desenvolvidas e, posteriormente, têm suas respostas avaliadas e combinadas na forma de uma avaliação subjetiva — com sua respectiva interpretação — sobre sua validade e qual a justificativa para a escolha de uma ou mais modalidades específicas naquela interface.

Claramente, a proposta se torna uma versão genérica de uma ferramenta para o auxílio na tomada de decisão de projetistas para que possam levar em consideração alguns dos aspectos inerentes ao uso dessas modalidades. Isso não significa dizer que o simples fato de a ferramenta indicar ser favorável à adoção de uma modalidade (ou a indicação do uso da multimodalidade) que o projetista deva utilizar de forma indiscriminada.

A afirmação de que “podemos usar a multimodalidade” não implica dizer que o devemos fazer. Além dos aspectos técnicos envolvidos, também há outras condicionantes culturais, financeiras, mercadológicas e de negócios (a se mencionar alguns) que podem impactar a decisão no projeto da interface.

Cabe aqui uma segunda ressalva a respeito do *framework*. Apesar de inicialmente ter sido concebido como uma ferramenta genérica envolvendo os cinco principais tipos de modos de interfaces (visão, audição, tato, olfato e paladar), nessa primeira proposta de implementação — e foco desse trabalho — apenas interfaces que considerem áudio e voz, gestos e tato como alternativas de expansão modal são exploradas.

A escolha do nome ***fra.g.o.l.a*** vem do acrônimo para FRamework de Avaliação Gestual, Olfativo, de paLadar e Auditivo e se apresenta de forma modular e

multifacetada (em que cada modo ou modalidade representa uma abordagem que pode ser utilizada para o projeto da interface). A fins de curiosidade, *Fragola* significa “morango” em italiano.

O *framework* se caracteriza por um questionário aplicado, preferencialmente antes da construção do projeto de interface final, em que seja conhecida a maioria das premissas e restrições do projeto em questão. Tecnicamente, a ferramenta deve ser utilizada em seguida ao levantamento de requisitos dos usuários, ou seja, após a fase de pesquisa e descoberta do produto. Os dados iniciais, posteriores a essa fase, devem servir de base para que, uma vez aplicado o *framework*, seja possível verificar a validade do uso de multimodalidades, bem como quais dessas modalidades são as mais indicadas para implementação.

A construção original da proposta do *framework* se dá na forma de um conjunto de cartas temáticas, em que cada uma delas contém uma série de perguntas relacionadas ao modo ou modalidade do assunto em questão, associado a links de referência e materiais complementares, tais como recomendações na implementação do modal.

A aplicação do *framework* é realizada, conforme descrito no item 7.2, utilizando-se um conjunto inicial de cartas para identificar se o uso ou não das modalidades é necessário ou até mesmo recomendado. Após definir se deve utilizar uma ou mais modalidades, são, então, aplicadas tantas cartas quanto forem as modalidades escolhidas como forma de interação.

7.1 MOTIVAÇÕES PARA A APLICAÇÃO DO *FRAMEWORK*

Conforme dito anteriormente, ter a possibilidade de se usar uma ferramenta de tomada de decisão pode ser um fator crucial na escolha (ou não) do uso de interfaces multimodais. O que motiva, entretanto, um projetista a entender as vantagens de se utilizar mais de uma modalidade é subjetivo. O ponto de partida para a definição do *framework* pressupõe que, independentemente dos desdobramentos motivacionais da proposta de uso da multimodalidade, sua adoção tem raízes em duas principais vertentes: a inclusão da multimodalidade por questões de necessidade ou a inclusão por questões de diferenciação.

Quando nos referimos a utilizar a multimodalidade em um artefato digital por questões de necessidade, queremos indicar que, na verdade, existe um carecimento

por parte dos usuários. Isso imputa ao designer que o projeto da interface contemple não apenas duas ou mais interfaces, mas que essas interfaces sejam de tipos compatíveis a resolver as carências envolvidas e, com isso, expandir o uso de forma a (1) satisfazer os usuários e (2) incluir um ou mais grupos de pessoas como usuários daquele artefato.

Para o primeiro cenário, descrito acima, a satisfação dos usuários vem na forma do uso por completo e de forma holística daquele artefato. A partir do momento em que proporcionamos caminhos e possibilidades aos usuários na forma de novos modos e modalidades de uso, estamos criando uma experiência maior, mais enriquecedora e mais completa. Seja através da criação de novos atalhos, aceleradores ou simplesmente disponibilizando redundância nas interfaces, temos mais chances de proporcionar um uso mais agradável do artefato.

Similarmente, através da adoção da multimodalidade, é possível incluir populações específicas que outrora não seriam contempladas no desenvolvimento do artefato, sejam elas populações que naturalmente exigem mais tipos ou opções mais específicas de controle e interação da interface — a exemplo de crianças, idosos ou pessoas com necessidades especiais — como também aquelas que momentaneamente estão impossibilitadas de utilizar uma única modalidade. Esse é o caso, por exemplo, de um artefato que utiliza apenas o modo tradicional de tela. Em cenários comuns, a maioria das pessoas consegue utilizar sem maiores problemas, exceto, por exemplo, em uma ocorrência cujo usuário não pode fazer uso de ambas as mãos, seja por elas estarem machucadas ou simplesmente ocupadas com alguma atividade (como dirigir). Nesse caso, a inclusão de uma outra modalidade pode possibilitar que esse usuário continue usando o artefato durante o momento em que inicialmente ele estaria incapacitado.

Se considerarmos a segunda grande motivação para o uso de uma interface multimodal — ou seja, a diferenciação do artefato —, temos, então, a seguinte situação: durante o projeto da interface é identificado que outras soluções semelhantes, disponíveis no mercado, ou até mesmo concorrentes, se utilizam das mesmas modalidades de interface. Nesse contexto, pode ser que a utilização de uma outra modalidade possa agregar valor ao artefato em desenvolvimento.

Uma variação desse cenário ocorre não no projeto da interface, mas sim em uma fase de *redesign* de uma interface já existente. Nesse caso, um dos motivadores é identificar que a adoção de uma interface multimodal pode ser benéfica como

diferencial de mercado, ou seja, a implementação de uma interface modal possivelmente vai expandir o uso do artefato por oferecer aos usuários mais de uma forma de interação, tornando mais rica a experiência de uso.

Outros motivadores, além dos projetuais, também podem ser citados como catalisadores para a adoção de uma interface multimodal. Entre eles podemos citar quatro. O primeiro é a disponibilidade de hardware, que ocorre quando já existe o hardware disponível no dispositivo ao qual o artefato digital está sendo executado. Esse caso tenta se beneficiar dessa disponibilidade para incluir uma outra modalidade, investindo-se apenas em recursos de software. Um exemplo é o desenvolvimento de um artefato que será executado em um dispositivo móvel (ex.: smartphone ou tablet). Naturalmente são desenvolvidas interfaces que se utilizam do modo de tela e pouco exploram os demais modos. Nesse cenário, como o hardware suplementar (sensores, acelerômetros, câmeras, giroscópios) já se encontra disponível, é possível de se desenhar um projeto da interface para também se aproveitar desses equipamentos e implementar a multimodalidade.

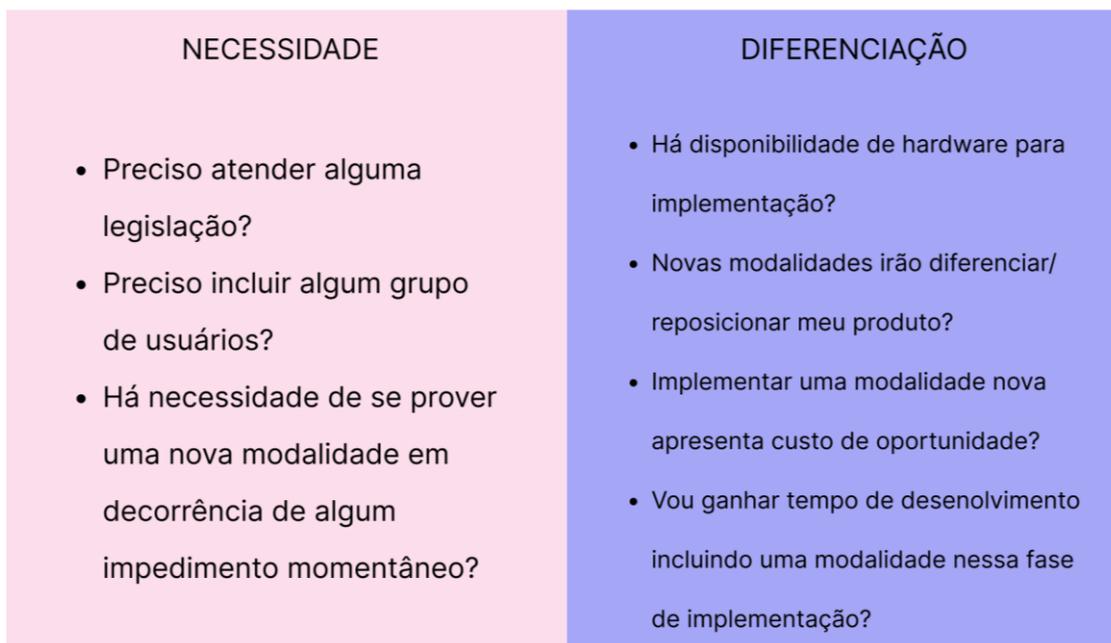
O segundo caso são as estratégias de marketing, em que, por questões de diferenciação ou posicionamento de marca/produto, deseja-se criar um diferencial em que o artefato faça mais (ou faça de outra forma) aquilo que os concorrentes realizam de maneira idêntica ou inerentemente comum. Um exemplo disso é a pesquisa por voz em um cenário o qual buscadores da web utilizam-se apenas do conjunto mouse e teclado para darem entrada em termos de busca.

O terceiro motivador se dá nos custos de oportunidade, quando é identificado que a inclusão de uma nova modalidade apresenta um custo envolvido, mas esse investimento passa a ser justificável nas ocasiões em que um desenvolvimento futuro possa ser mais custoso.

E o quarto caso ocorre quando é identificado que a inclusão da multimodalidade é algo desejado (seja para atender requisitos do usuário ou do cliente), mas essa implementação vai acarretar em um investimento de tempo muito grande para ser completado. Dessa forma, iniciar o projeto de uma interface multimodal vai garantir sua completude a tempo de atender ao mercado.

A figura 18 abaixo representa os dois pilares motivacionais iniciais da discussão, bem como algumas das reflexões levantadas por cada um deles.

Figura 18 – Diagrama indicativo das motivações para o uso da multimodalidade
MOTIVAÇÕES PARA O USO DA MULTIMODALIDADE



Fonte: o autor (2022).

7.2 APLICAÇÃO DO *FRAMEWORK*

Definindo-se que a avaliação sobre o uso da multimodalidade deve ser realizada, a aplicação do *framework* é realizada através de quatro etapas distintas e que são efetuadas de forma sucessiva e complementar, a depender dos resultados obtidos nas etapas anteriores. Um diagrama simplificado de cada uma das fases pode ser encontrado na figura 19.

O ponto inicial para a aplicação do *fra.g.o.l.a* se dá por meio da identificação sobre a vontade ou necessidade de se utilizar a multimodalidade e definirá se será necessário aplicar os próximos passos de avaliação. Isso acontece pelo fato de que, no momento de avaliação do projeto de uma interface A, pode ser identificado que não há a necessidade da adoção da multimodalidade no projeto e, com isso, a aplicação do *framework* é cessada. Dissemelhante, na avaliação de uma interface B, pode ser constatado que a adoção da multimodalidade é vantajosa para o projeto e, por conta disso, a aplicação do *framework* continua.

Atestada essa necessidade, é aplicado um segundo passo para se identificar quais das modalidades podem ser incluídas no projeto da interface. Essa etapa tem como objetivo identificar não apenas os tipos de modalidades, mas também fornecer

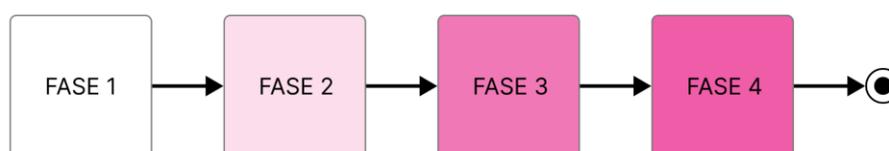
ao usuário do *framework* uma visão geral do quanto cada modalidade pode ser explorada para aquele projeto.

No caso de serem identificadas duas ou mais modalidades possíveis de implementação, é adotado um terceiro estágio para considerar a relação entre essas modalidades. O objetivo aqui é identificar como essas modalidades se conectam. A aplicação dessa fase é crucial para verificar se uma das modalidades se sobressai frente às outras a ponto de se ser considerada como principal para aquele projeto de interface.

Por fim, na quarta fase são apresentadas recomendações relativas a cada modalidade individualmente. Nesse momento, considerações específicas para cada uma das modalidades são apresentadas com o intuito de se definir a melhor abordagem de projeto junto à equipe.

Isso significa dizer que o *framework*, mesmo contendo várias etapas, não será aplicado da mesma forma toda vez em que for executado. Isso se dá pelo fato de que cada projeto é único e pode ser identificado em qualquer uma das etapas do *framework*, que não há necessidade do uso da multimodalidade e, com isso, a escolha da não adoção de uma estratégia multimodal.

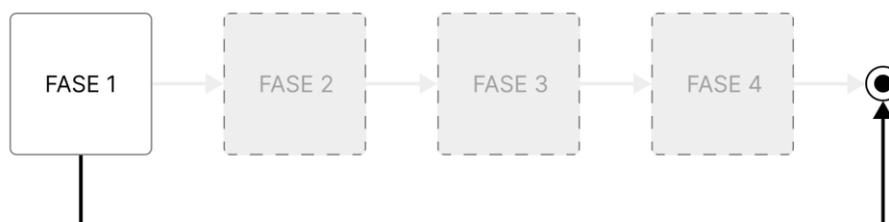
Figura 19 – Diagrama indicativo das macro-fases do fra.g.o.l.a



Fonte: o autor (2022).

Nas figuras posteriores, são exemplificados alguns dos cenários hipotéticos de execução do *framework*, bem como sua interpretação.

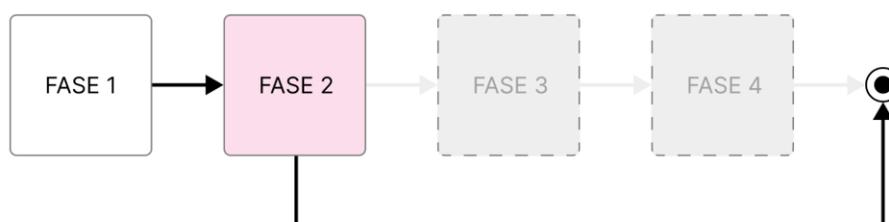
Figura 20 – Cenário de aplicação da fase 1 do fra.g.o.l.a



Fonte: o autor (2022).

No cenário da figura 20, acima, é aplicada a carta inicial de avaliação do uso da multimodalidade e, após respostas dos usuários e avaliação por parte de quem está aplicando o *framework*, foi constatado que não há ganho real no uso da multimodalidade no artefato em questão. Por conta disso, é executada apenas a primeira fase e, assim, o processo avaliativo é encerrado. Isso descarta a necessidade de avaliação das fases posteriores sobre quais modalidades usar e como elas se relacionariam (alvos das fases 2, 3 e 4).

Figura 21 – Cenário de aplicação das fases 1 e 2 do fra.g.o.l.a



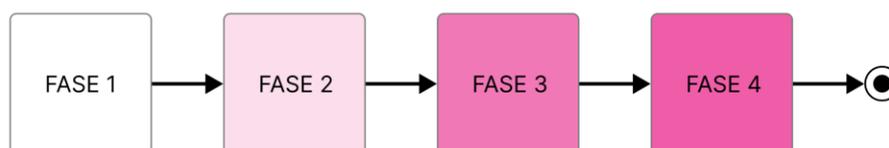
Fonte: o autor (2022).

Em um outro cenário (figura 21), é possível identificar que, após a execução da fase 1, uma das modalidades poderia ser incluída no projeto de interfaces. Esse aspecto se dá (mas não é exclusivo) em casos de *redesign* de uma interface em que a adoção de uma modalidade pode proporcionar um diferencial ao produto. Após executada a primeira etapa, são aplicadas cartas com o intuito de identificar quais das modalidades podem ser as mais interessantes de serem implementadas.

Após a fase 2, que identifica a possibilidade de se adotar a interface de áudio, de voz, de gestos e de tato, são, então, avaliadas individualmente cada uma das modalidades e como elas se relacionam entre si e com modalidades já existentes.

Nesse caso, por questões levantadas nas fases 2 e 3, pode-se ter decidido apenas pela escolha da modalidade de áudio e, após isso, encerra-se a aplicação do *framework* para esse cenário.

Figura 22 – Cenário de completa do *framework* do fra.g.o.l.a



Fonte: o autor (2022).

Por fim, temos um panorama em que todas as fases do *framework* são aplicadas (figura 22). Esse é o caso em que foi adotada a avaliação inicial e foi identificado que o uso da multimodalidade é benéfico para o projeto da interface (fase 1). Na sequência foram detectadas quais as modalidades mais indicadas para implementação (fase 2), como elas se relacionam entre si (fase 3) e, por fim, quais as recomendações para a adoção de cada uma das modalidades, individualmente (fase 4).

7.3 ESTRUTURA DOS ELEMENTOS DO *FRAMEWORK*

Conforme prenunciado, os elementos-chave para a aplicação do *framework* fra.g.o.l.a se caracterizam por um conjunto de cartas temáticas separadas por fase de aplicação em um baralho de multimodalidade. Como a proposta do trabalho consiste em um *framework* genérico de avaliação do uso da multimodalidade, o formato escolhido possibilita que física ou virtualmente as cartas possam ser acessadas e utilizadas de forma desacoplada a qualquer metodologia de design.

O deck de cartas é conceitualmente expansível e atualizável, de forma a proporcionar que futuras revisões possam alterar não apenas o conteúdo das mesmas, como também conta, em sua primeira versão com 17 cartas divididas, da seguinte forma:

- **Fase 1**

Uma carta inicial (#01) para análise do estado atual do projeto da interface e avaliação sobre a opção ou não do uso da modalidade;

- **Fase 2**

Cinco cartas (#02 a #06) para a verificação sobre cada uma das possíveis modalidades (voz, áudio, gestos e tato) que possam ser utilizadas no projeto de interface e uma carta genérica que se aplicam a todas as modalidades;

- **Fase 3**

Sete cartas (#07 a #13) para investigação sobre quais as formas de interação são possíveis e aconselháveis para a adoção de uma estratégia multimodal no projeto;

- **Fase 4**

Quatro cartas (#14 a #17) com as recomendações para a implementação de cada uma das modalidades disponíveis.

Apesar do conteúdo das cartas ser diferente, todas elas mantêm uma estrutura padrão com todas as informações necessárias para a aplicação do *framework* naquele momento. Essa estrutura se encontra nas figuras 23 e 24 a seguir, com o detalhamento de cada um dos elementos.

Figura 23 – Estrutura geral da carta (frente)



Fonte: o autor (2022).

Como podemos ver, os elementos comuns a todas as cartas dizem respeito às informações de identificação e suporte ao uso do *framework*, tais como (1) título, numeração da carta e fase a qual ela se refere, (2) identificação gráfica e de cor, (3) descrição da carta e (4) lista de links para referência de leitura.

O título da carta, conforme descrito, representa o primeiro elemento de identificação, consistindo em uma frase curta para fácil reconhecimento no deck. Associado ao título, também como elemento de identificação, temos a numeração da carta, que varia de 1 à 17, auxiliando não apenas o reconhecimento como também a

indicação da carta na fase de aplicação do *framework*. A lista completa das cartas encontra-se no quadro 3 abaixo:

Quadro 3 – Títulos das cartas do fra.g.o.l.a

Número da Carta	Título
#1	Análise do projeto de interface
#2	Avaliação de modalidades (Geral)
#3	Avaliação - Voz
#4	Avaliação - Áudio
#5	Avaliação - Gestos
#6	Avaliação - Tato
#7	Relacionamento modal (Geral)
#8	Relação modal - Complementaridade
#9	Relação modal - Especialização
#10	Relação modal - Equivalência
#11	Relação modal - Redundância
#12	Relação modal - Concorrência
#13	Relação modal - Transferência
#14	Recomendações - Voz
#15	Recomendações - Áudio
#16	Recomendações - Gestos
#17	Recomendações - Tato

Fonte: o autor (2022).

A iconografia e as cores utilizadas nesse componente também servem como recursos visuais para o fácil reconhecimento das cartas. Esse elemento é composto

por um ícone representando a modalidade alvo daquela carta ou um ícone genérico do *framework* ou relação intermodal e uma cor específica também para cada modalidade, conforme quadros 4 e 5:

Quadro 4 – Código de cores por modalidade

Cor	Modalidade
	Geral ao framework
	Relacionamento intermodal
	Voz
	Áudio
	Tato
	Gestos

Fonte: o autor (2022).

Quadro 5 – Código de ícones por modalidade

Ícone	Modalidade
	Geral ao framework
	Relacionamento intermodal
	Áudio
	Voz
	Tato
	Gestos

Fonte: o autor (2022).

Além disso, para o lado frontal da carta são apresentados os links de consulta para a fase a qual está sendo aplicada a avaliação (5). Essa lista de links serve de referência para expandir o conhecimento sobre o tema e também pode ser atualizada conforme novos registros se tornem disponíveis. Para cada link é apresentado um QR code para fácil acesso ao material de leitura.

Figura 24 – Estrutura geral da carta (verso)

#1 - Nome da Carta

Fase 1

1. <Pergunta #1 feita em até 2 linhas para comportar texto suficiente>
<Indicação de carta subsequente [opcional]>
2. <Pergunta #2 feita em até 2 linhas para comportar texto suficiente>
<Indicação de carta subsequente [opcional]>
3. <Pergunta #3 feita em até 2 linhas para comportar texto suficiente>
<Indicação de carta subsequente [opcional]>
4. <Pergunta #4 feita em até 2 linhas para comportar texto suficiente>
<Indicação de carta subsequente [opcional]>
5. <Pergunta #5 feita em até 2 linhas para comportar texto suficiente>
<Indicação de carta subsequente [opcional]>
6. <Pergunta #6 feita em até 2 linhas para comportar texto suficiente>
<Indicação de carta subsequente [opcional]>

6 Se para a maioria das perguntas foi SIM, continue com a CARTA #XX

7  Ajuda?

fra.g.o.l.a - Todos os direitos reservados

Fonte: o autor (2022).

Já para o verso da carta, são apresentadas as perguntas relacionadas à temática/fase a qual está sendo aplicada a avaliação (5). Essa lista de perguntas representa a essência da aplicação do *framework*, pois são elas que irão balizar a avaliação do projeto de interface.

Como cada fase do *framework* tem um propósito diferente, a aplicação dessas perguntas em cada uma das cartas válidas tem como objetivo promover a discussão e reflexão sobre o tema em questão para melhor esclarecimento sobre: (a) se devemos utilizar ou não a multimodalidade, (b) quais as modalidades sugeridas para

a implementação, (c) como essas modalidades se relacionam e (d) recomendações para a adoção daquela modalidade.

O número de perguntas pode variar a depender da carta aplicada, e, em alguns cenários, pode ser possível não ter todos os questionamentos válidos. Em todo caso, faz-se necessário a execução da carta de forma integral, passando por todas as interrogativas e desconsiderando aquelas que não se aplicam. Para algumas das questões pode ser indicada, em seu final, a utilização de uma carta adicional. Esse direcionamento, entretanto, não é obrigatório.

Na maioria dos casos, após a aplicação da carta, é sugerido qual carta deve ser aplicada na sequência, conforme elemento de orientação (6). Essa condição de utilização de uma carta subsequente dependerá do critério apresentado, podendo ser adotado algum dos cenários:

- a) todas as respostas foram positivas;
- b) a maioria das respostas foi positiva OU negativa;
- c) uma ou mais respostas foi positiva OU negativa;
- d) nenhuma das respostas foi positiva;

Nos casos em que não houver nenhum elemento de orientação (6) exibido, deve-se considerar que a aplicação do *framework* se encerra com o final da carta em pauta, não sendo necessário uso subsequente.

Um diagrama completo indicando os possíveis cenários e fluxos entre as cartas pode ser encontrado no apêndice A. Nele são exibidos os caminhos que os usuários podem percorrer para.

Além da lista de perguntas, também é apresentado um QR code com o link para o material de referência do *framework* (7), detalhando como aplicar cada uma das cartas, e o elemento de versionamento do deck, indicando qual a revisão aplicada.

7.4 DESCRIÇÃO DAS CARTAS

Entendendo a estrutura geral das cartas, nesta seção serão descritas as principais cartas presentes na versão inicial do *framework*, bem como a disposição de suas seções, elementos e conteúdos adicionais, tais quais perguntas e links de referência. A listagem completa das cartas do *framework* pode ser encontrada no apêndice B deste trabalho.

7.4.1 Fase 1

A fase 1 consiste de apenas uma carta (#1), em que são sugeridas perguntas mais gerais sobre a consideração de se utilizar uma interface multimodal em um projeto de interface. O modelo da carta pode ser visto na figura 25 abaixo.

Figura 25 – Descrição da carta #1, fase 1

#1 - Análise do Projeto
Fase 1

Essa é a carta inicial para a avaliação do projeto de interface. Ela deve ser aplicada sempre no início da execução do framework para identificar se o uso da multimodalidade pode ser benéfico para o projeto de interface sobre dois principais aspectos: (a) se o uso da modalidade é requerido por questões obrigatórias e/ou (b) se a utilização de uma interface multimodal pode representar um ganho de mercado para o artefato digital.

 *Post-Wimp User Interfaces*
Andries Van Dam (1997)

Noncommand User Interface 
Jakob Nielsen (1993)

 *Time Well Spent With Multimodal Mobile Interactions*
Nadia Elouali (2019)

Plataformas De Negócios Digitais: O Poder Da Transformação Digital Nos Dispositivos Moveis 
Marcelo Tsuguio Okano et al. (2019)

fra.g.o.l.a - Todos os direitos reservados

#1 - Análise do Projeto
Fase 1

1. Existe alguma indicação legal (jurídica) que implique na utilização ou restrição do uso de outra modalidade?
2. Existe alguma indicação ergonômica ou de acessibilidade que implique na utilização de outra modalidade?
3. A utilização da multimodalidade é um requisito de usuário ou atende alguma demanda de mercado identificados pelo time?
4. Existem concorrentes que já usam outras modalidades ou a maioria se utiliza de modalidades tradicionais?
5. Já existe o hardware e/ou software necessários para a implementação da multimodalidade?
6. O custo de implementação (financeiro e humano) justificam a implementação da multimodalidade?

Se para a maioria das perguntas foi SIM, continuar com a CARTA #02

fra.g.o.l.a - Todos os direitos reservados

v1.0

Ajuda?

Fonte: o autor (2022).

A primeira pergunta se refere sobre a possibilidade de haver alguma indicação legal (legislação trabalhista, adequação às normas de segurança etc.) que deva ser atendida pela adoção de alguma modalidade específica.

Na sequência temos a segunda pergunta, que interroga se existe alguma indicação ergonômica (por questões posturais ou de acomodação do usuário em decorrência das tarefas desenvolvidas) para a utilização da multimodalidade. Posteriormente, é questionado se algum fator mercadológico ou requisito do usuário foi levantado e precisa ser atendido através da utilização de uma estratégia multimodal.

Por seguinte, elementos presentes em outros artefatos concorrentes são o alvo da quarta pergunta, que visa identificar aqueles produtos que já exploram o uso da multimodalidade em seus projetos de interface. Cenários em que os concorrentes não

se utilizam de outros padrões modais além dos convencionais também devem ser identificados, nesse caso, como oportunidades para diferenciação do produto.

Por fim, as duas últimas perguntas se referem à disponibilidade de hardware para a adoção da multimodalidade e se isso, junto com outros custos de implementação — como financeiro e humano —, justificam a opção pelo uso da multimodalidade.

Se a maioria das respostas da carta tiver sido positiva, isso indica uma grande chance de que adotar uma estratégia multimodal pode ser favorável para o projeto de interface. Isso porque vários aspectos gerais, incluindo referências de mercado, custos, jurisprudência e fatores humanos, foram avaliados e discutidos.

Nesse caso, deve-se proceder com a aplicação das fases posteriores do *framework* para avaliar o estado atual e possibilidades de uso de cada modalidade (fase 2), como as modalidades escolhidas vão se relacionar entre si (fase 3) e, após a escolha de quais modalidades são de interesse de implementação, quais recomendações devem ser observadas (fase 4). Caso nenhuma ou poucas respostas sejam positivas, então vale a pena reavaliar se o valor agregado na implementação da multimodalidade justificará o tempo e recurso dedicado a isso.

7.4.2 Fase 2

Considerando que foi identificada a necessidade ou o desejo de se implementar uma interface multimodal, faz-se indispensável avaliar o estado atual das modalidades disponíveis e também possíveis aplicações de modos novos ao projeto daquela interface.

Dessa forma, a primeira carta aplicada na fase 2 (carta #2) aborda questões gerais sobre os aparatos fisiológicos relacionados aos sentidos dos usuários e também condições específicas que poderiam atenuar esses sentidos temporária ou permanentemente (perguntas 1 e 3, respectivamente).

Adicionalmente, temos as perguntas 2 e 4, que se referem às tarefas desempenhadas pelo usuário e como o ambiente onde ele está inserido influencia na escolha de modalidades que sejam as mais propícias para implementação. Por último, as perguntas finais promovem uma avaliação sobre a possibilidade de alguma dessas modalidades acrescentar proposições de valor ao produto e se isso tem algum

impacto no cronograma de desenvolvimento. A carta inicial da fase 2 (carta #2) encontra-se exemplificada na figura 26 a seguir.

Figura 26 – Descrição da carta #2, fase 2

#2 - Avaliação de modalidades
Fase 2

Identificada a opção pelo uso da multimodalidade, na fase 2, iremos avaliar quais dessas modalidades são as mais recomendadas para implementação.

Nessa etapa, mais de uma modalidade poderá ser escolhida e por isso, faz-se necessário a aplicação das cartas da fase 3, posterior à avaliação das modalidades escolhidas.

TYCOON: Theoretical Framework and Software Tools for Multimodal Interfaces
Jean-Claude Martin (2000)

Four easy pieces for assessing the usability of multimodal interaction: the CARE properties
Coutaz J et. al (1995)

Multimodal interaction: a survey from model driven engineering and mobile perspectives
Elouali N et. al (2013)

TYCOON: Six primitive types of cooperation for observing, evaluating and specifying cooperations
Jean-Claude Martin (1999)

fra.g.o.l.a - Todos os direitos reservados

#2 - Avaliação de modalidades
Fase 2

1. As tarefas desenvolvidas se utilizam ou podem se utilizar de mais de um sentido humano (visão, audição, tato etc)?
2. As tarefas do usuário são consideradas críticas (que possam acarretar prejuízo material ou humano) ou sensíveis ao tempo?
3. O artefato precisa ser utilizado por pessoas com deficiências (permanentes ou temporárias) ou necessidades especiais?
4. Como o ambiente externo influencia nas tarefas desenvolvidas pelo usuário?
5. A utilização da multimodalidade apresenta um ganho de mercado ou acrescenta valor ao artefato?
6. Implementar nova(s) modalidade(s) vai atender os prazos do projeto?

Se para a maioria das perguntas foi SIM, continuar com as CARTAS #03 a #07

fra.g.o.l.a - Todos os direitos reservados

v1.0
 Ajuda?

Fonte: o autor (2022).

Para a fase 2, cabe ressaltar que, após a definição inicial sobre quais as modalidades serão avaliadas (carta #2), deverão ser aplicadas as cartas das modalidades que serão implementadas. Isso significa dizer que, como temos quatro cartas (#3 à #6), cada uma referente às modalidades de voz, de áudio, de gestos e de tato, respectivamente, se entendermos que apenas as modalidades de áudio e de gestos devem ser adotadas, então, subsequente à carta #2 anterior, deve-se também aplicar as cartas #4 (áudio) e #5 (gestos). Os possíveis cenários podem ser encontrados no apêndice A deste trabalho.

7.4.3 Fase 3

Seguinte à fase de avaliação das modalidades, é fundamental investigar as relações entre elas. Para isso, é aplicada a carta inicial da fase 3, #7, Relacionamento modal, em que são avaliados alguns aspectos básicos dessas conexões e como estas se estabelecem no projeto da interface.

Essa etapa é caracterizada por uma tratativa semelhante à da etapa anterior, em que as cartas a serem aplicadas são aquelas referentes às relações identificadas entre as modalidades escolhidas. Aqui cabe a ressalva de que essas relações também se estabelecem entre novas modalidades a serem implementadas em conjunto com aquelas já presentes em uma interface pré-existente.

Figura 27 – Descrição da carta #7, fase 3

#7 - Relacionamento modal
Fase 3

Decididas as modalidades para implementação, faz-se necessário avaliar como essas modalidades se relacionam entre si.

Na fase 3, para cada resposta positiva em uma das perguntas deve-se aplicar cumulativamente as cartas correspondentes a cada relação modal. Essa relação também se estabelece com modalidades já implementadas no artefato.

Blind-Friendly User Interfaces – A Pilot Study On Improving The Accessibility Of Touchscreen Interfaces
Akif Khan & Shah Khusro (2019)

A Multimodal Assistive System For Helping Visually Impaired In Social Interactions
M. Saqib Sarfraz et. al (2017)

Evaluating The Usability On Multimodal Interfaces: A Case Study On Tablets Applications
Edvar Vilar Neto, Fábio F.C. Campos

Revisão Sobre Usabilidade Em Sistemas De Interação Não-Convencional
André Kawamoto, Daniela Marques, Valéria Martins (2019)

fra.g.o.l.a - Todos os direitos reservados

#7 - Relacionamento modal
Fase 3

1. As modalidades já implementadas se relacionam entre si de forma a auxiliar os usuários a atingirem seus objetivos?
2. As formas como as modalidades se relacionam são do mesmo tipo ou elas atuam de forma diferente a depender da interface?
3. A relação entre as modalidades propostas vai provocar um número excessivo de passos na realização das tarefas?
4. Existem caminhos para o usuário realizar as tarefas utilizando-se apenas de uma modalidade?
5. Na falta de uma modalidade, é possível para o usuário completar a tarefa utilizando-se de uma modalidade extra?
6. As informações compartilhadas entre as modalidades estão bem definidas e podem ser transferidas entre elas de forma correta?

Se para a maioria das perguntas foi SIM, continuar com as CARTAS #08 a #13

v1.0
Ajuda?

fra.g.o.l.a - Todos os direitos reservados

Fonte: o autor (2022).

É possível também que duas modalidades (A e B) tenham uma relação intermodal de um tipo enquanto outras duas (A e C) possuam um diferente tipo de relação. Nesse caso, perceba que as relações são formadas pelos elos entre duas ou mais estruturas modais e, por conta disso, uma única modalidade pode se apresentar em uma relação concorrente e de transferência, por exemplo.

7.4.4 Fase 4

Em última instância, são apresentadas cartas de recomendação para cada uma das modalidades a ser adotada no projeto. Essas cartas funcionam de uma forma diferente das cartas aplicadas em fases anteriores, pois não representam a estrutura padrão de perguntas-chave.

Nesta última sequência de cartas, são disponibilizadas listas de verificação no formato de observações e pontos de atenção a serem considerados caso seja definido pelo uso daquela modalidade. Cabe aqui a menção de que essas listas se apresentam de uma forma resumida e não conclusiva, servindo apenas de referência para discussão futura e acompanhamento de pontos chave de atenção.

7.5 ADAPTAÇÃO DO *FRAMEWORK* AO *STRATEEGIA*

Entendido o funcionamento geral do *framework* fra.g.o.l.a, consegue-se perceber que, por se tratar de uma ferramenta genérica, podemos incluí-lo, com pequenos ou nenhum ajuste, em plataformas consolidadas para o desenvolvimento de artefatos digitais.

Conforme explanado anteriormente, o *strateegia* pode ser considerado um bom candidato para esse tipo de modificação por se tratar de uma plataforma modular, escalável e adaptável tanto na criação de kits de desenvolvimento de projetos (nesse caso, em projetos de interfaces digitais) como também na criação de jornadas de inovação que consideram a avaliação da interface como requisito de trabalho a ser contemplado.

A possibilidade de customizar os kits na plataforma *strateegia* também adiciona um caráter de atualização igualmente importante para a longevidade do *framework*, visto que, frequentemente, novas referências de interfaces não convencionais são adicionadas, revisadas e exploradas por pesquisadores ao redor do mundo.

Por fim, uma vez que os kits estejam criados e disponibilizados no *strateegia*, também podemos aproveitar a oportunidade de compartilhar esses kits entre os usuários da plataforma, tornando-os acessíveis a todos, ao mesmo tempo em que somos capazes — em conjunto com a equipe da TDS — de verificar dados de uso e outras questões referentes à utilização desses kits.

Esse processo de adaptação do *framework* fra.g.o.l.a à plataforma da *strateegia* começa com a criação dos kits de forma individual, utilizando o assistente de criação de kits. Para cada carta, foi criado um kit usando o prefixo “*fra.g.o.l.a*” + “#*número da carta*” + “*Título da carta*”. Na sequência foram escolhidas as cores dos kits, que seguem a notação presente neste trabalho, com exceção das cartas gerais, as quais nesta dissertação utilizam-se da cor preta e na plataforma se encontram na cor laranja.

Finalmente, foram adicionadas as perguntas-chave e os links de apoio, que são utilizados para dar suporte às discussões guiadas pelos kits.

Ao todo foram criados 17 kits na plataforma, cada um representando uma carta. Também foram adicionados a eles um link de referência padrão para a documentação do fra.g.o.l.a, que pode ser acessado em caso de dúvidas. Um exemplo de kit criado encontra-se na imagem 28 abaixo:

Figura 28 – Detalhamento de um kit fra.g.o.l.a criado no *strateegia*

[← Voltar](#)

Fra.g.o.l.a #1 - Análise do Projeto

Essa é a carta inicial para a avaliação do projeto de interface. Ela deve ser aplicada sempre no início da execução do framework para identificar se o uso da multimodalidade pode ser benéfico para o projeto de interface sobre dois principais aspectos: (a) se o uso da modalidade é requerido por questões obrigatórias e/ou (b) se a utilização de uma interface multimodal pode representar um ganho de mercado para o artefato digital.

Questões estruturantes Referências

Questão 1

Existe alguma indicação legal (jurídica) que implique na utilização ou restrição do uso de outra modalidade?

Questão 2

Existe alguma indicação ergonômica ou de acessibilidade que implique na utilização de outra modalidade?

Questão 3

A utilização da multimodalidade é um requisito de usuário ou atende alguma demanda de mercado identificados pelo time?

Questão 4

Existem concorrentes que já usam outras modalidades ou a maioria se utiliza de modalidades tradicionais?

Questão 5

Já existe o hardware e/ou software necessários para a implementação da multimodalidade?

Questão 6

O custo de implementação (financeiro e humano) justificam a implementação da multimodalidade?

Fonte: o autor (2022).

Uma das maiores vantagens no uso de uma plataforma como a *strateegia* é o fato de que os kits podem ser atualizados com novas referências ou perguntas a

qualquer momento, fazendo com que seja possível manter válidas as questões e todo o material de apoio necessários para fomentar a discussão ao redor do uso da multimodalidade.

Por fim, também foi criada uma jornada de avaliação de multimodalidade, contendo todos os kits disponíveis para a aplicação do framework e disponibilizados publicamente para todos os usuários da plataforma. A figura 29 a seguir mostra a jornada completa na plataforma *strateegia*.

Figura 29 – Imagem da jornada fra.g.o.l.a no *strateegia*



Fonte: autor (2022).

8 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve o intuito de entender a demanda atual de uso de aplicativos, de softwares, de interfaces de controle, de plataformas de consumo e contribuição de informações e outros mecanismos e que são oferecidos a usuários que utilizam suas interfaces para criar conteúdo, gerir estados de funcionamento e outras atividades cruciais para suas tarefas.

Essas interfaces são normalmente construídas utilizando-se de modelos de interface e interação conhecidos como tradicionais para artefatos digitais, tais como o uso da tela e de teclados e dispositivos de entrada, como mouse ou *touch screen*, para exibição e inserção de dados. Esse modelo, apesar de bem estabelecido, não apresenta a melhor forma de interação para a maioria dos casos nem mesmo uma forma eficiente para a realização das tarefas do usuário.

Nesse contexto, a tarefa de se projetar uma interface que atenda aos desejos do usuário – que seja fácil e intuitiva e que possibilite o uso de uma forma consciente, natural, ao mesmo tempo em que agrega valor para quem usa aquele produto – foi explorada através da adoção da multimodalidade.

O projeto tradicional de interfaces considera o envolvimento do usuário no processo criativo de forma a prover informações necessárias a se identificar os requisitos de uso e, através de múltiplas validações, verificar se as soluções propostas estão aderentes às expectativas dos usuários. Entretanto, quando falamos em adotar uma estratégia multimodal para um artefato digital, raramente é possível capturar informações dos usuários que infiram em *affordances* necessárias para que designers e outros projetistas possam levar em consideração no projeto da interface do usuário.

Associado a esse aspecto, temos também um cenário de pouca experiência por parte dos profissionais envolvidos no processo criativo, fazendo com que o fato de projetar para esse tipo de interface ainda seja algo novo e pouco explorado. Conforme indicado na pesquisa realizada, uma parcela considerável da amostra teve pouco ou nenhum contato com desenvolvimento desse tipo de interface.

Nesse sentido, prover uma ferramenta de suporte faz com que decisões tomadas sobre a adoção ou expansão de um projeto de interface para contemplar o uso da multimodalidade sejam mais assertivas. Mais ainda, tal providência possibilita que discussões oriundas de tal ferramenta possam levantar questões anteriormente não debatidas. Em última instância, essa é a missão final da proposta deste trabalho:

promover discussões sobre a validade e viabilidade do uso da multimodalidade nesses artefatos digitais.

Embora as possibilidades descobertas pela aplicação do *framework* proposto possam ser imensas, em uma primeira versão do trabalho, há o propósito em se prover questionamentos mais amplos sobre se, tanto do ponto de visto tecnológico quanto mercadológico, tal ferramenta é factível, viável e desejável para diferenciação do produto em atendimento aos requisitos dos usuários. Adicionalmente, também é premissa para a primeira versão do *framework* o foco em modalidades de maior disponibilidade para implementação, excluindo-se, nesse caso, modalidades relativas ao paladar e olfato.

De toda forma, o trabalho foi construído de modo a ser expansível, atualizável e complementado em versões futuras, possibilitando que seus módulos internos possam ser aplicados individualmente ou em conjunto na estrutura semelhante ao de um *plugin* passível de ser acoplado a qualquer plataforma ou metodologia de design disponível.

Considerando uma revisão da literatura tanto sob a ótica geral do uso das modalidades e as relações entre si como também aspectos de uso inerentes a cada um dos modais, foram identificadas quatro fases distintas a serem abordadas na aplicação do *framework*. São elas: avaliação sobre o uso da multimodalidade, diagnóstico individual das modalidades, definição de relações intermodais e recomendações de projetos multimodais.

Na fase de avaliação sobre o uso da multimodalidade, são apresentadas questões sobre custos de implementação, indicações ergonômicas, jurídicas (inclusive aquelas ligadas ao atendimento de normas trabalhistas) e disponibilidade de *software* e *hardware* para implementação.

Posteriormente, são expostas questões individuais para cada uma das modalidades já presentes ou as quais possivelmente poderiam ser incluídas no projeto de interface em questão. É, então, mostrada uma avaliação inicial sobre as tarefas desenvolvidas pelos usuários, possíveis interferências causadas pelo ambiente e outros questionamentos relativos aos custos de implementação.

Definidas as possíveis modalidades para o projeto, faz-se necessário identificar como essas modalidades (e outras anteriormente já implementadas, se aplicável) se relacionam. Essas relações se estabelecem de diversas formas, podendo se apresentar de forma dependente ou independente, redundante ou exclusiva,

colaborativas ou iguais. Uma mesma modalidade pode exibir relações distintas, a depender com qual outra modalidade ela está se relacionando.

Por fim, são apresentadas recomendações de uso para cada uma das modalidades como forma de informar aos usuários do *framework* sobre os principais pontos a serem observados na construção de projetos de interface.

Durante a construção do *framework*, foi observado que algumas das preocupações e considerações são comuns a todas as modalidades. Notadamente, elementos relativos a custos de implementação, a compartilhamento de *hardware* e *software* e a componentes ambientais e mercadológico têm um fator importante na decisão de implementação de interfaces multimodais.

Por outro lado, cada modalidade tem a sua particularidade, fazendo com que elementos específicos de cada uma necessitem de avaliação através da óptica individual, considerando aspectos que são inerentes aos mecanismos naturais de interação do ser humano, tais como o uso dos órgãos e sentidos relativos a cada modalidade.

Para endossar uma escolha pela implementação de um projeto de interface, foram providos links de referência contendo material básico para desencadear uma discussão durante a aplicação do *framework*. Esse material é composto por artigos científicos e outros tipos de texto que permitem um alinhamento inicial sobre os conceitos de cada uma das modalidades, algumas das suas aplicações, referências e guias. O intuito de tais apetrechos é guiar um debate que possa girar em torno da fase a qual a interface está sendo avaliada.

Entre os principais achados na construção do *framework*, podemos citar o grande desdobramento de trabalhos que referenciam o uso da multimodalidade. Isso se deve também pelo fato de que cada modalidade pode ser apreciada sob a luz de uma única vertente, seja ela referente ao custo ou a características físicas, como *hardware*, ou sociológicas, como a cultura na qual aquela interface está inserida. Nesse sentido, a direção tomada pelo *framework* proposto tangencia as principais dimensões com o intuito de se construir algo raso, porém abrangente, servindo, então, como um primeiro passo em uma jornada de exploração multimodal.

8.1 TRABALHOS FUTUROS

Entre os possíveis desdobramentos deste trabalho, temos, primeiramente, o fato de que, por se tratar de um *framework* vivo – em que novas informações, guias e tecnologias são disponibilizadas diariamente –, necessita de constante atualização de suas referências e questões. Esse processo de melhoramento pode ser feito de forma gradativa e escalada para que as modalidades sejam renovadas uma após a outra (em contrário a todas de uma única vez).

Apesar do *framework* ser robusto o suficiente para englobar qualquer manifestação modal, na primeira versão proposta através deste trabalho, não são contempladas as modalidades de olfato e paladar. Isso se deve, em parte, porque esse tipo de interface ainda não é muito explorado, ou, quando é, possui poucas referências ou aplicações comercialmente disponíveis. De toda forma, faz-se necessário começar a integrar essas duas modalidades com o objetivo de percorrer novos caminhos de interação.

Outro rumo a ser tomado é o de adaptação do *framework* às plataformas consolidadas de inovação e construção de artefatos digitais. Neste trabalho, foi apresentada a possibilidade de se adaptar o fra.g.o.l.a à *strategia*. Notadamente, o processo de adaptação será mais ou menos custoso, a depender das ferramentas disponíveis para cada plataforma.

Talvez o ponto mais importante de expansão do trabalho proposto venha na forma de aplicação ativa do *framework* em projetos de interface, com o escopo de se validar a sua eficácia no desenvolvimento de interfaces multimodais. Essa validação se dá através do feedback recebido por parte dos usuários, aqueles utilizando ativamente a ferramenta, bem como através da necessidade de mudança ao longo da aplicação do *framework*.

Conectar as perguntas e referências do *framework* com guias de plataformas digitais, tais como os *guidelines* para Android/iOS, adaptação às Diretrizes de Acessibilidade para o Conteúdo da Web (WCAG), também possibilita uma direção para uma amplificação do trabalho proposto. Essa conexão permite dar tangibilidade às referências na forma de aplicação direta para a construção de artefatos que utilizam esses ecossistemas (*mobile* e *web*).

Por fim, como toda proposta de guia, é interessante fazer com que o material desenvolvido seja disponibilizado e divulgado entre as comunidades de

desenvolvedores, designers e outros profissionais envolvidos diretamente na construção de artefatos digitais, como forma de se expandir a base de usuários e, através disso, fomentar uma comunidade ativa de discussão, colaboração e parceria.

REFERÊNCIAS

- BELLIK, Y. **Interface Multimodales**: Concepts, Modèles et Architectures. 1995. Thèse de Doctorat (PhD in Sciences appliquées) – Université Paris XI, Orsay, 1995.
- BIGGS, J.; SRINIVASAN, M. Haptic interfaces. *In*: STANNEY, K. (org.). **Handbook of Virtual Environments**. London: Erlbaum, 2002. cap. 4, p. 93-116.
- BOLT, R. A. “Put-that-there”: voice and gesture at the graphics interface. *In*: 7TH ANNUAL CONFERENCE ON COMPUTER GRAPHICS AND INTERACTIVE TECHNIQUES, 7., 1980, Seattle. **Proceedings** [...]. Seattle: [s. n.], 1980. p. 262-270.
- BUGHIN, J. *et al.* **Why digital strategies fail**. McKinsey Digital, 25 jan. 2018. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/why-digital-strategies-fail>. Acesso em: 04 dez. 2022.
- COLGATE, J. E.; SCHENKEL, G. G. Passivity of a class of sampled-data systems: application to haptic interfaces. **Journal of Robotic Systems**, New Jersey, v. 14, n. 1, p. 37-47, jan. 1997.
- DATAREPORTAL. **Digital Around the World**. [S. l.], c2022. Disponível em: <https://datareportal.com/global-digital-overview>. Acesso em: 04 dez. 2022.
- DUNBRACK, L. *et al.* **IOT and digital transformation**: a tale of four industries. Massachusetts: International Data Corporation, 2016.
- ELOUALI, N. Time well spent with multimodal mobile interactions. **Journal on Multimodal User Interfaces**, Switzerland, v. 13, n. 4, p. 395-404, 2019.
- ERICSSON. **Ericsson Mobility Report Q2-2020**. Stockholm, 2020. Disponível em: <https://www.ericsson.com/4a4db1/assets/local/reports-papers/mobility-report/documents/2020/emr-q2-2020-update.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2022.
- FERNANDEZ, R. A. S. *et al.* Natural user interfaces for human-drone multi-modal interaction. *In*: 2016 INTERNATIONAL CONFERENCE ON UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS, 2016, Virginia. **Proceedings** [...]. Virginia, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2016. p. 1013-1022. Disponível em: https://oa.upm.es/43928/1/ICUAS16_0195_FI.pdf. Acesso em: 04 dez. 2022.
- GALE, M.; AARONS, C. Digital transformation. **Leader to Leader**, Pittsburgh, n. 90, p. 30-36, ago. 2018.
- GRANT, C. **Ten things you should know about hand and wrist pain**. Ann Arbor, Michigan: F-One Ergonomics, 2002.
- GSM ASSOCIATION. **The Mobile Economy 2020**. London, 2020. Disponível em: https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2020/03/GSMA_MobileEconomy2020_Global.pdf. Acesso em: 04 dez. 2022.

GUPTA, A.; O'MALLEY, M. K. Design of a haptic arm exoskeleton for training and rehabilitation. **IEEE/ASME Transactions on Mechatronics**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 280-289, 2006.

HALE, K. S.; STANNEY, K. M. Deriving haptic design guidelines from human physiological, psychophysical, and neurological foundations. **IEEE Computer Graphics and Applications**, Vienna, v. 24, n. 2, p. 33-39, mar./abr. 2004.

HEDGE, A.; MUSS, T. M.; BARRERO, M. **Comparative study of two computer mouse designs**. New York: Cornell Human Factors Laboratory, 1999.

HEILIG, L.; SCHWARZE, S.; VOSS, S. An analysis of digital transformation in the history and future of modern ports. *In*: 50TH HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 50., 2017, Hawaii. **Proceedings** [...]. Hawaii: [s. n.], 2017. Disponível em: <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/server/api/core/bitstreams/ad143c09-fe29-49a1-ad53-d05d4047b16e/content>. Acesso em: 04 dez. 2022.

KORTUM, P. **HCI beyond the GUI: design for haptic, speech, olfactory and other nontraditional interfaces**. Burlington: Morgan Kaufmann, 2008.

KOTARBA, M. Digital transformation of business models. **Foundations of management**, Warsaw, v. 10, n. 1, p. 123-142, jul. 2018.

MEHLING, J. S.; COLGATE, J. E.; PESHKIN, M. A. Increasing the impedance range of a haptic display by adding electrical damping. *In*: FIRST JOINT EUROHAPTICS CONFERENCE AND SYMPOSIUM ON HAPTIC INTERFACES FOR VIRTUAL ENVIRONMENT AND TELEOPERATOR SYSTEMS, 2005, Pisa. **Proceedings** [...]. Pisa: [s. n.], 2005. p. 257-262.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. California: Morgan Kaufmann, 1994.

NIGAY, L.; COUTAZ, J. **Multifeature systems: the CARE properties and their impact on software design**. [S. l.]: AAAI Press, 1997. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/2468437_Multifeature_Systems_The_CAR_E_Properties_and_Their_Impact_on_Software_Design. Acesso em: 04 dez. 2022.

NORMAN, D. A. **Affordances and Design**. [S. l.]: [s. n.], 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265618710_Affordances_and_Design. Acesso em: 04 dez. 2022.

O'MALLEY, M. K.; GOLDFARB, M. The effect of virtual surface stiffness on the haptic perception of detail. **IEEE/ASME Transactions on Mechatronics**, Singapore, v. 9, n. 2, p. 448-454, jun. 2004.

OLIVEIRA, V. *et al.* COVID-19 e a transformação digital dos cuidados de saúde: “a pastilha de mentos na Coca-Cola diet”. **Gazeta Médica**, Portugal, v. 7, n. 2, p.124-131, abr./jun. 2020. Disponível em: <https://www.gazetamedica.pt/index.php/gazeta/article/view/355>. Acesso em: 04 dez. 2022.

PERES, S. C.; LANE, D. M. Auditory graphs: the effects of redundant dimensions and divided attention. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUDITORY DISPLAYS*, 2005, Limerick. **Proceedings** [...]. Limerick: [s. n.], 2005.

REDDY, S.; REINARTZ, W. Digital transformation and value creation: sea change ahead. **GfK Marketing Intelligence Review**, Cingapura, v. 9, n. 1, p. 10-17, jan. 2017.

SCHIOCHET, L. **Análise econômico financeira das empresas de tecnologia da informação listadas no novo mercado da BOVESPA**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/1780/TCC%20Leticia%20Schi ochet.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 04 dez. 2022.

SCHMIDT, R. Somatovisceral sensibility. *In: SCHMIDT, R. (org.). Fundamentals of Sensory Physiology*. New York: Springer-Verlag, 1977. cap. 3, p. 81-125.

SHAW, G.; HEDGE, A. **The effect of keyboard and mouse placement on shoulder muscle activity and wrist posture**. [S. l.]: Cornell University Ergonomics Web, 1997. Disponível em: <https://ergo.human.cornell.edu/AHProjects/Mouse/keyboard.html>. Acesso em: 04 dez. 2022.

STOCCO, L. J.; SALCUDEAN, S. E.; SASSANI, F. Optimal kinematic design of a haptic pen. **IEEE/ ASME Transactions on Mechatronics**, Singapore, v. 6, n. 3, p. 210-220, set. 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/3414822_Optimal_kinematic_design_of_a_haptic_pen. Acesso em: 04 dez. 2022.

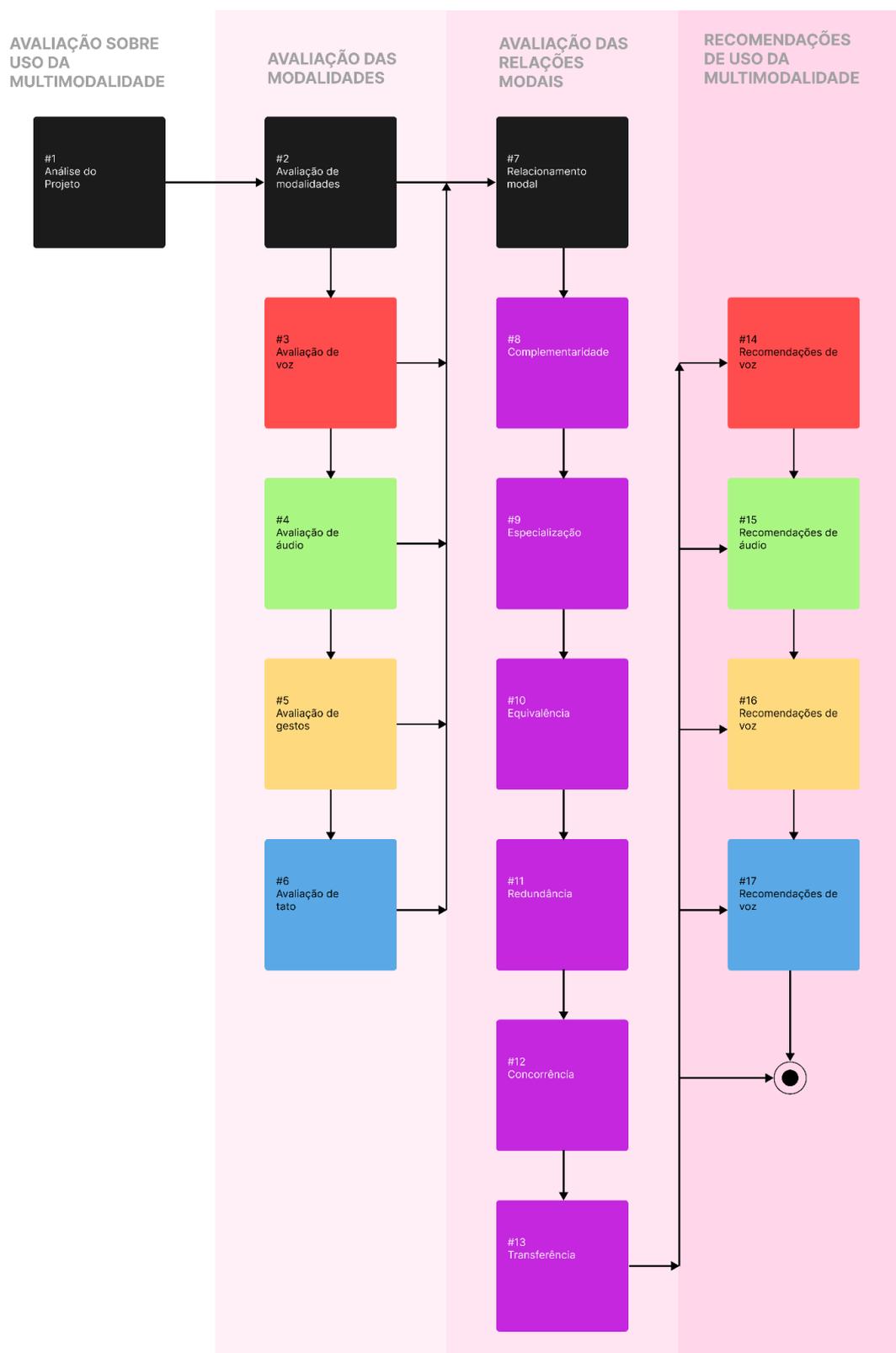
TAN, H. Z. *et al.* Human factors for the design of force-reflecting haptic interfaces. *In: INTERNATIONAL MECHANICAL ENGINEERS CONGRESS AND EXPOSITION*, 1994, Chicago. **Proceedings** [...]. Chicago: [s. n.], 1994. p. 353-359.

TDS – THE DIGITAL STRATEGY COMPANY. **Strateegia: transformação digital na prática**. Recife, 2020. Apresentação em *slides*. Disponível em: https://www.tds.company/wp-content/uploads/2020/05/strateegiaV301_1.pdf. Acesso em: 04 dez. 2022.

VAN DAM, A. Post-WIMP user interfaces. **Communications of the ACM**, New York, v. 40, n. 2, p. 63-67, fev. 1997.

VILAR NETO, E.; CAMPOS, F. F. C. Evaluating the usability on multimodal interfaces: a case study on tablets applications. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF DESIGN, USER EXPERIENCE AND USABILITY*, 3., 2014, Crete. **Proceedings** [...]. Crete: Springer, 2014. p. 484-495.

APÊNDICE A – FLUXO GERAL DO *FRAMEWORK* FRA.G.O.L.A



APÊNDICE B – DESCRIÇÃO DAS CARTAS DO *FRAMEWORK*

Carta #1 – Análise do projeto de interface

<p>#1 - Análise do Projeto</p> <p>Fase 1</p> <p>Essa é a carta inicial para a avaliação do projeto de interface. Ela deve ser aplicada sempre no início da execução do framework para identificar se o uso da multimodalidade pode ser benéfico para o projeto de interface sobre dois principais aspectos: (a) se o uso da modalidade é requerido por questões obrigatórias e/ou (b) se a utilização de uma interface multimodal pode representar um ganho de mercado para o artefato digital.</p> <p> <i>Post-Wimp User Interfaces</i> Andries Van Dam (1997)</p> <p><i>Noncommand User Interface</i> Jakob Nielsen (1993) </p> <p> <i>Time Well Spent With Multimodal Mobile Interactions</i> Nadia Elouali (2019)</p> <p><i>Plataformas De Negócios Digitais: O Poder Da Transformação Digital Nos Dispositivos Moveis</i> Marcelo Tsuguio Okano et al. (2019) </p> <p><small>fra.g.o.l.a - Todos os direitos reservados</small></p>	<p>#1 - Análise do Projeto</p> <p>Fase 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Existe alguma indicação legal (jurídica) que implique na utilização ou restrição do uso de outra modalidade? 2. Existe alguma indicação ergonômica ou de acessibilidade que implique na utilização de outra modalidade? 3. A utilização da multimodalidade é um requisito de usuário ou atende alguma demanda de mercado identificados pelo time? 4. Existem concorrentes que já usam outras modalidades ou a maioria se utiliza de modalidades tradicionais? 5. Já existe o hardware e/ou software necessários para a implementação da multimodalidade? 6. O custo de implementação (financeiro e humano) justificam a implementação da multimodalidade? <p>Se para a maioria das perguntas foi SIM, continuar com a CARTA #02</p> <p><small>fra.g.o.l.a - Todos os direitos reservados</small></p>
--	---

v1.0



Ajuda?

Carta #2 – Avaliação de modalidades (Geral)

#2 - Avaliação de modalidades

Fase 2

Identificada a opção pelo uso da multimodalidade, na fase 2, iremos avaliar quais dessas modalidades são as mais recomendadas para implementação.

Nessa etapa, mais de uma modalidade poderá ser escolhida e por isso, faz-se necessário a aplicação das cartas da fase 3, posterior à avaliação das modalidades escolhidas.

 *TYCOON: Theoretical Framework and Software Tools for Multimodal Interfaces*
Jean-Claude Martin (2000)

Four easy pieces for assessing the usability of multimodal interaction: the CARE properties
Coutaz J et. al (1995) 

 *Multimodal interaction: a survey from model driven engineering and mobile perspectives*
Elouail N et. al (2013)

TYCOON: Six primitive types of cooperation for observing, evaluating and specifying cooperations
Jean-Claude Martin (1999) 

fra.g.o.l.a - Todos os direitos reservados

#2 - Avaliação de modalidades

Fase 2

1. As tarefas desenvolvidas se utilizam ou podem se utilizar de mais de um sentido humano (visão, audição, tato etc)?
2. As tarefas do usuário são consideradas críticas (que possam acarretar prejuízo material ou humano) ou sensíveis ao tempo?
3. O artefato precisa ser utilizado por pessoas com deficiências (permanentes ou temporárias) ou necessidades especiais?
4. Como o ambiente externo influencia nas tarefas desenvolvidas pelo usuário?
5. A utilização da multimodalidade apresenta um ganho de mercado ou acrescenta valor ao artefato?
6. Implementar nova(s) modalidade(s) vai atender os prazos do projeto?

Se para a maioria das perguntas foi SIM, continuar com as CARTAS #03 a #07

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.l.a - Todos os direitos reservados

Carta #3 – Avaliação – Voz

#3 - Avaliação de voz

Fase 2

A avaliação de voz considera a percepção do usuário sobre elementos de interface que usam a voz humana como instrumento de interação.

Essa carta deve ser utilizada para avaliar o uso atual de elementos de voz presentes na implementação atual, bem como possíveis cenários de aplicação desse tipo de interface no artefato a ser projetado.

 *Modeling Input Modality Choice In Mobile Graphical And Speech Interfaces*
Stefan Schaffer, Robert Schleicher, Sebastian Möller (2014)

The Investigation Of Adoption Of Voice-User Interface (VUI) In Smart Home Systems Among Chinese Older Adults
Song, Yao ; Yang, Yanpu ; Cheng, Peiyao (2022) 

 *Speed Dating With Voice User Interfaces: Understanding How Families Interact And Perceive Voice User Interfaces*
Ostrowski, Anastasia K et al. (2022)

Effects Of User Experience On User Resistance To Change To The Voice User Interface Of An Infotainment System
Kim, Dong-Hyu ; Lee, Heejin (2016) 

fra.g.o.l.a - Todos os direitos reservados

#3 - Avaliação de voz

Fase 2

1. O artefato será utilizado em ambiente com interferência sonora (barulho)?
2. As informações exibidas pela interface são privadas/confidenciais?
3. Existe tratamento para cenários de modulação da voz (doença, deficiência, sotaques ou baixa resolução do som)?
4. A utilização dessa modalidade implica em desgaste ergonômico ou risco de saúde por parte do usuário?
5. Já existe o hardware e/ou software necessários para a implementação dessa modalidade?
6. O custo de implementação (financeiro e humano e treinamento) justifica a implementação dessa modalidade?

Se após a avaliação for decidido prosseguir com essa modalidade, continuar com a CARTA #08 e por fim com a carta #14

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.l.a - Todos os direitos reservados

Carta #4 – Avaliação – Áudio

#4 - Avaliação de áudio

Fase 2

A avaliação de áudio considera a percepção do usuário sobre elementos de interface que usam o som e sua reprodução como instrumentos de interação.

Essa carta deve ser utilizada para avaliar o uso atual de elementos de áudio presentes na implementação atual, bem como possíveis cenários de aplicação desse tipo de interface no artefato a ser projetado.

 *Effects Of Auditory Feedback On Menu Selection In Hand-Gesture Interfaces*
Yongki Park, Jaehoon Kim, Kyogu Lee (2015)

An Auditory Brain-Computer Interface Evoked By Natural Speech
Lopez-Gordo, M A et al. (2012) 

 *Cognitive Audio Interfaces: Mediating Sonic Information With An Understanding Of How We Hear*
Ananthabhotla, Ishwarya et al. (2019)

Usability Evaluation Of Multimodal Interactive Virtual Environments For Learners Who Are Blind: An Empirical Investigation
Darin, Ticianne ; Andrade, Rossana ; Sánchez, Jaime (2022) 

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#4 - Avaliação de áudio

Fase 2

1. O artefato será utilizado em ambiente com interferência sonora (ruídos externos, abafadores ou outros sons da interface)?
2. Os estímulos sonoros utilizados são audíveis, identificáveis e conhecidos pelos usuários?
3. As informações exibidas pela interface são privadas/confidenciais?
4. A utilização dessa modalidade implica em desgaste ergonômico ou risco de saúde por parte do usuário?
5. Já existe o hardware e/ou software necessários para a implementação dessa modalidade?
6. O custo de implementação (financeiro e humano e treinamento) justifica a implementação dessa modalidade?

Se após a avaliação for decidido prosseguir com essa modalidade, continuar com a CARTA #08 e por fim com a carta #15

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

Carta #5 – Avaliação – Gestos

#5 - Avaliação de gestos

Fase 2

A avaliação de gestos considera a percepção do usuário sobre fatores de interface que usam elementos gestuais e de expressão corporal como instrumento de interação.

Essa carta deve ser utilizada para avaliar o uso atual de elementos gestuais presentes na implementação atual, bem como possíveis cenários de aplicação desse tipo de interface no artefato a ser projetado.

 *Toward The Gestural Interface: Comparative Analysis Between Touch UIs Versus Gesture-Based UIs*
Gonzalo Pomboza-Junez, Juan A. Holgado-Terriza (2019)

Analysing The Teachers' Use Of Gestures In The Classroom:
Lim, Victor Fei (2019) 

 *Multimodal Methodological Approach For Participatory Design Of Full-Body Interaction Learning Environments*
Malinverni, Laura et al. (2019)

Who Controls Who? Embodied Control Within Human-Technology Choreographies
Kai Tuuri, Jaana Parviainen, Antti Pirhonen (2019) 

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#5 - Avaliação de gestos

Fase 2

1. O artefato será utilizado em ambiente com espaço suficiente?
2. O dicionário de gestos utilizados são identificáveis e conhecidos pelos usuários?
3. As informações exibidas pela interface são privadas/confidenciais ou podem ter outro significado cultural?
4. A utilização dessa modalidade implica em desgaste ergonômico ou risco de saúde por parte do usuário?
5. Já existe o hardware e/ou software necessários para a implementação dessa modalidade?
6. O custo de implementação (financeiro e humano e treinamento) justifica a implementação dessa modalidade?

Se após a avaliação for decidido prosseguir com essa modalidade, continuar com a CARTA #08 e por fim com a carta #16

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

Carta #6 – Avaliação – Tato

#6 - Avaliação de tato

Fase 2

A avaliação de tato considera a percepção do usuário sobre elementos de interface que usam a o toque e outras expressões fisiológicas associadas ao tato como instrumento de interação.

Essa carta deve ser utilizada para avaliar o uso atual de elementos táteis presentes na implementação atual, bem como possíveis cenários de aplicação desse tipo de interface no artefato a ser projetado.

 *Interactive Plants: Multisensory Visual-Tactile Interaction Enhances Emotional Experience*
Yamauchi, T. ; Seo, J.H. ; Sungkajun, A. (2018)

Tactile Discrimination Of Material Properties: Application To Virtual Buttons For Professional Appliances
Yuri De Pra et al. (2020) 

 *Haptic Perception: A Tutorial*
Lederman, S. J ; Klatzky, R. L (2009)

Haptics In Teleoperated Medical Interventions: Force Measurement, Haptic Interfaces And Their Influence
Abdi, Elahe ; Kulic, Dana ; Croft, Elizabeth (2021) 

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#6 - Avaliação de tato

Fase 2

1. O uso do artefato é feito de forma estática (usuário parado) ou dinâmica (com o usuário em movimento)?
2. A implementação de toque utilizada pode ser identificada e conhecida pelos usuários?
3. A intensidade e frequência do estímulo projeto é suficiente para se perceber alterações no estado do tato?
4. A utilização dessa modalidade implica em desgaste ergonômico ou risco de saúde por parte do usuário?
5. Já existe o hardware e/ou software necessários para a implementação dessa modalidade?
6. O custo de implementação (financeiro e humano e treinamento) justifica a implementação dessa modalidade?

Se após a avaliação for decidido prosseguir com essa modalidade, continuar com a CARTA #08 e por fim com a carta #17

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

Carta #7 – Relacionamento modal (Geral)

#7 - Relacionamento modal

Fase 3

Decididas as modalidades para implementação, faz-se necessário avaliar como essas modalidades se relacionam entre si.

Na fase 3, para cada resposta positiva em uma das perguntas deve-se aplicar cumulativamente as cartas correspondentes a cada relação modal. Essa relação também se estabelece com modalidades já implementadas no artefato.

 *Blind-Friendly User Interfaces – A Pilot Study On Improving The Accessibility Of Touchscreen Interfaces*
Akif Khan & Shah Khuro (2019)

A Multimodal Assistive System For Helping Visually Impaired In Social Interactions
M. Saquib Sarfraz et. al (2017) 

 *Evaluating The Usability On Multimodal Interfaces: A Case Study On Tablets Applications*
Edvar Vilar Neto, Fábio F.C. Campos

Revisão Sobre Usabilidade Em Sistemas De Interação Não-Convencional
André Kawamoto, Daniela Marques, Valéria Martins (2019) 

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#7 - Relacionamento modal

Fase 3

1. As modalidades já implementadas se relacionam entre si de forma a auxiliar os usuários a atingirem seus objetivos?
2. As formas como as modalidades se relacionam são do mesmo tipo ou elas atuam de forma diferente a depender da interface?
3. A relação entre as modalidades propostas vai provocar um número excessivo de passos na realização das tarefas?
4. Existem caminhos para o usuário realizar as tarefas utilizando-se apenas de uma modalidade?
5. Na falta de uma modalidade, é possível para o usuário completar a tarefa utilizando-se de uma modalidade extra?
6. As informações compartilhadas entre as modalidades estão bem definidas e podem ser transferidas entre elas de forma correta?

Se para a maioria das perguntas foi SIM, continuar com as CARTAS #08 a #13

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

Carta #8 – Relação modal – Complementaridade

#8 - Complementaridade

Fase 3

1. Os passos para o uso de cada uma das modalidades envolvidas já foram definidos?
2. Existe algum cenário onde será necessário alternar entre as modalidades mais de uma vez?
3. No caso da falta de uma das modalidades, a tarefa pode ser completada pelo usuário? Se não, como evitar a perda de informação?
4. A ordem dos passos envolvidos afeta no resultado final da tarefa?
5. As modalidades compartilham algum hardware específico? Em caso distinto, como as informações são passadas de um ao outro?
6. O *output* de uma modalidade pode ser utilizado como *input* da(s) outra(s) ou necessita algum tipo de conversão/tradução?

Se houver outra relação modal a ser considerada, continuar com as outras cartas da fase 3

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#8 - Complementaridade

Fase 3

1. Os passos para o uso de cada uma das modalidades envolvidas já foram definidos?
2. Existe algum cenário onde será necessário alternar entre as modalidades mais de uma vez?
3. No caso da falta de uma das modalidades, a tarefa pode ser completada pelo usuário? Se não, como evitar a perda de informação?
4. A ordem dos passos envolvidos afeta no resultado final da tarefa?
5. As modalidades compartilham algum hardware específico? Em caso distinto, como as informações são passadas de um ao outro?
6. O *output* de uma modalidade pode ser utilizado como *input* da(s) outra(s) ou necessita algum tipo de conversão/tradução?

Se houver outra relação modal a ser considerada, continuar com as outras cartas da fase 3

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

Carta #9 – Relação modal – Especialização

#9 - Especialização

Fase 3

O uso da associação da multimodalidade no se apresenta na forma de designação, ou seja, de imposição de uma modalidade específica para se completar uma tarefa ou operação.

Nesse caso, não é possível a substituição de uma modalidade por outra por questões projetuais, seja para evitar erros ou para permitir uma melhor experiência de uso.

 *Blind-Friendly User Interfaces – A Pilot Study On Improving The Accessibility Of Touchscreen Interfaces*
Akif Khan & Shah Khuro (2019)

A Multimodal Assistive System For Helping Visually Impaired In Social Interactions
M. Saquib Sarfraz et. al (2017) 

 *Evaluating The Usability On Multimodal Interfaces: A Case Study On Tablets Applications*
Edvar Vilar Neto, Fábio F.C. Campos

Revisão Sobre Usabilidade Em Sistemas De Interação Não-Convencional
André Kawamoto, Daniela Marques, Valéria Martins (2019) 

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#9 - Especialização

Fase 3

1. Qual a justificativa para a escolha da relação de especialização em uma ou mais interfaces?
2. No caso da falta de uma da modalidade, a tarefa pode ser completada pelo usuário? Se não, como evitar a perda de informação?
3. A etapa a qual a modalidade será aplicada consiste em uma tarefa crítica em que a falta da modalidade possa ser prejudicial?
4. Existe mais de um mecanismo (dentro da modalidade especializada) que possibilite ao usuário recorrer em caso de falha?
5. As modalidades compartilham algum hardware específico? Em caso distinto, como as informações são passadas de um ao outro?
6. O *output* de uma modalidade pode ser utilizado como *input* da(s) outra(s) ou necessita algum tipo de conversão/tradução?

Se houver outra relação modal a ser considerada, continuar com as outras cartas da fase 3

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

Carta #10 – Relação modal – Equivalência

#10 - Equivalência

Fase 3

A equivalência se apresenta durante a adoção de duas ou mais modalidades na forma de serem utilizadas de forma equivalentes entre si.

É importante também notar que o resultado do seu uso também deve ser igual, ou seja, independente da modalidade escolhida o usuário deve atingir o mesmo objetivo com as mesmas consequências, independentemente da modalidade escolhida.

 *Blind-Friendly User Interfaces – A Pilot Study On Improving The Accessibility Of Touchscreen Interfaces*
Akif Khan & Shah Khusro (2019)

A Multimodal Assistive System For Helping Visually Impaired In Social Interactions
M. Saquib Sarfraz et. al (2017) 

 *Evaluating The Usability On Multimodal Interfaces: A Case Study On Tablets Applications*
Edvar Vilar Neto, Fábio F.C. Campos

Revisão Sobre Usabilidade Em Sistemas De Interação Não-Convencional
André Kawamoto, Daniela Marques, Valéria Martins (2019) 

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#10 - Equivalência

Fase 3

1. Todos os passos para a execução da tarefa foram mapeados para cada modalidade equivalente?
2. Os resultados finais são os mesmos, independente da ordem das modalidades escolhidas para a realização da tarefa?
3. No caso da indisponibilidade de uma das modalidades, a substituição por outra modalidade é automática?
4. A equivalência foi escolhida por quais questões? Ela poderia ser descartada?
5. As modalidades compartilham algum hardware específico? Em caso distinto, como as informações são passadas de um ao outro?
6. O *output* de uma modalidade pode ser utilizado como *input* da(s) outra(s) ou necessita algum tipo de conversão/tradução?

Se houver outra relação modal a ser considerada, continuar com as outras cartas da fase 3

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

Carta #11 – Relação modal – Redundância

#11 - Redundância

Fase 3

Em uma relação de redundância temos uma situação em que temos duas ou mais modalidades funcionam de forma excedente, ou seja, uma atua como backup da outra.

Note que apesar de ser um sub-conjunto da construção de equivalência, esse tipo de abordagem se caracteriza pelo aspecto temporal em que é permitido o paralelismo de modalidades.

 *Blind-Friendly User Interfaces – A Pilot Study On Improving The Accessibility Of Touchscreen Interfaces*
Akif Khan & Shah Khusro (2019)

A Multimodal Assistive System For Helping Visually Impaired In Social Interactions
M. Saquib Sarfraz et. al (2017) 

 *Evaluating The Usability On Multimodal Interfaces: A Case Study On Tablets Applications*
Edvar Vilar Neto, Fábio F.C. Campos

Revisão Sobre Usabilidade Em Sistemas De Interação Não-Convencional
André Kawamoto, Daniela Marques, Valéria Martins (2019) 

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#11 - Redundância

Fase 3

1. Quais são as tarefas que podem ser desenvolvidas pelas modalidades redundantes?
2. Existe uma das modalidades redundantes em que é mais fácil ou difícil de se realizar a operação por parte do usuário?
3. Existe alguma modalidade padrão (*default*) a ser utilizada em alguma das etapas da realização das tarefas?
4. A redundância vai apresentar um aumento significativo no custo de implementação no artefato?
5. As modalidades compartilham algum hardware específico? Em caso distinto, como as informações são passadas de um ao outro?
6. O *output* de uma modalidade pode ser utilizado como *input* da(s) outra(s) ou necessita algum tipo de conversão/tradução?

Se houver outra relação modal a ser considerada, continuar com as outras cartas da fase 3

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

Carta #12 – Relação modal – Concorrência

#12 - Concorrência

Fase 3

Na concorrência temos duas ou mais modalidades que se relacionam de forma independente - normalmente controlando parâmetros distintos - em uma ação colaborativa.

Isso é interessante em cenários em que se deseja aumentar a velocidade de trabalho na realização de tarefas pois, temporalmente, duas ou mais ações podem ser executadas simultaneamente.

 *Blind-Friendly User Interfaces – A Pilot Study On Improving The Accessibility Of Touchscreen Interfaces*
Akif Khan & Shah Khuro (2019)

A Multimodal Assistive System For Helping Visually Impaired In Social Interactions
M. Saquib Sarfraz et. al (2017) 

 *Evaluating The Usability On Multimodal Interfaces: A Case Study On Tablets Applications*
Edvar Vilar Neto, Fábio F.C. Campos

Revisão Sobre Usabilidade Em Sistemas De Interação Não-Convencional
André Kawamoto, Daniela Marques, Valéria Martins (2019) 

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#12 - Concorrência

Fase 3

1. A quantidade de controles (*inputs* e *outputs*) justifica a adoção da multimodalidade concorrente?
2. Existe o perigo de sobrecarga cognitiva no usuário na utilização de modalidades em concorrência?
3. Os sinais de *input* e *output* podem interferir em alguma das modalidades já que a interação acontece simultaneamente?
4. Se mais de uma modalidade controla um mesmo parâmetro, como é feita a priorização desse parâmetro na concorrência?
5. As modalidades compartilham algum hardware específico? Em caso distinto, como as informações são passadas de um ao outro?
6. O *output* de uma modalidade pode ser utilizado como *input* da(s) outra(s) ou necessita algum tipo de conversão/tradução?

Se houver outra relação modal a ser considerada, continuar com as outras cartas da fase 3

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

Carta #13 – Relação modal – Transferência

#13 - Transferência

Fase 3

A relação de transferência nada mais é do que um modelo em que temos duas ou mais modalidades atuando de forma a se começar uma tarefa ou operação em uma modalidade A e finalizar a mesma tarefa através da modalidade B.

Diferente da equivalência, é requerido que o usuário inicie a operação através de uma modalidade e se finalize com outra.

 *Blind-Friendly User Interfaces – A Pilot Study On Improving The Accessibility Of Touchscreen Interfaces*
Akif Khan & Shah Khuro (2019)

A Multimodal Assistive System For Helping Visually Impaired In Social Interactions
M. Saquib Sarfraz et. al (2017) 

 *Evaluating The Usability On Multimodal Interfaces: A Case Study On Tablets Applications*
Edvar Vilar Neto, Fábio F.C. Campos

Revisão Sobre Usabilidade Em Sistemas De Interação Não-Convencional
André Kawamoto, Daniela Marques, Valéria Martins (2019) 

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#13 - Transferência

Fase 3

1. A ordem da utilização das modalidades na realização da tarefa foi decidida corretamente?
2. Os resultados finais diferem no caso da alteração da ordem das modalidades escolhidas para a realização da tarefa?
3. No caso da indisponibilidade de uma das modalidades, a tarefa pode ser completada?
4. No caso da modalidade transferida estar indisponível, como fica a realização da tarefa?
5. As modalidades compartilham algum hardware específico? Em caso distinto, como as informações são passadas de um ao outro?
6. O *output* de uma modalidade pode ser utilizado como *input* da(s) outra(s) ou necessita algum tipo de conversão/tradução?

Se houver outra relação modal a ser considerada, continuar com as outras cartas da fase 3

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

Carta #14 – Recomendações – Voz

#14 - Recomendações de voz

Fase 4

Decidido pela implementação de uma interface modal de voz, são listadas nessa carta final algumas das recomendações a serem observadas no projeto de interface que contemple essa modalidade.

É importante entender que as recomendações aqui contidas não representam uma totalidade de pontos a serem observados durante a implementação.

 *Modeling Input Modality Choice In Mobile Graphical And Speech Interfaces*
Stefan Schaffer, Robert Schleicher, Sebastian Möller (2014)

The Investigation Of Adoption Of Voice-User Interface (VUI) In Smart Home Systems Among Chinese Older Adults
Song, Yao ; Yang, Yanpu ; Cheng, Peiyao (2022) 

 *Speed Dating With Voice User Interfaces: Understanding How Families Interact And Perceive Voice User Interfaces*
Ostrowski, Anastasia K et al. (2022)

Effects Of User Experience On User Resistance To Change To The Voice User Interface Of An Infotainment System
Kim, Dong-Hyu ; Lee, Heejin (2016) 

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#14 - Recomendações de voz

Fase 4

1. Atenção ao volume, timbre, velocidade, ritmo, significado cultural e entonação necessários para a ativação da interface de voz.
2. Considere variações decorrentes de enfermidades, uso de equipamentos intermediários, sotaques ou jargões.
3. Se mais de uma fonte produtora de voz for utilizada, atenção para a concorrência de *inputs* na realização de tarefas.
4. Avalie a interferência causada por elementos do meio ambiente tais como ruídos externos ou outros sons emitidos pela interface.
5. Cuidado com a sobrecarga cognitiva e ergonômica decorrente do uso constante da interface.
6. Verifique se há a reutilização de algum elemento sonoro em mais de uma tarefa ou em outra funcionalidade.

Se houver outra modalidade a ser implementada, continuar com as outras cartas da fase 4

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

Carta #15 – Recomendações – Áudio

#15 - Recomendações de áudio

Fase 4

Decidido pela implementação de uma interface modal de áudio, são listadas nessa carta final algumas das recomendações a serem observadas no projeto de interface que contemple essa modalidade.

É importante entender que as recomendações aqui contidas não representam uma totalidade de pontos a serem observados durante a implementação.

 *Effects Of Auditory Feedback On Menu Selection In Hand-Gesture Interfaces*
Yongki Park, Jaehoon Kim, Kyogu Lee (2015)

An Auditory Brain-Computer Interface Evoked By Natural Speech
Lopez-Gordo, M A et al. (2012) 

 *Cognitive Audio Interfaces: Mediating Sonic Information With An Understanding Of How We Hear*
Ananthabhotla, Ishwarya et al. (2019)

Usability Evaluation Of Multimodal Interactive Virtual Environments For Learners Who Are Blind: An Empirical Investigation
Darin, Ticiane ; Andrade, Rossana ; Sánchez, Jaime (2022) 

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#15 - Recomendações de áudio

Fase 4

1. Atenção ao volume, timbre, velocidade, ritmo e entonação necessários para a ativação da interface de áudio.
2. Verifique se há necessidade de treinamento anterior ao uso dos elementos de áudio da interface.
3. Cuidado com a impermanência da informação na interface de áudio. Indicações para atividades críticas podem ser perdidas.
4. Avalie a interferência causada por elementos do meio ambiente tais como ruídos externos ou outros sons emitidos pela interface.
5. Cuidado com a sobrecarga cognitiva e ergonômica decorrente do uso constante da interface.
6. Verifique se há a reutilização de algum elemento sonoro em mais de uma tarefa ou em outra funcionalidade.

Se houver outra modalidade a ser implementada, continuar com as outras cartas da fase 4

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

Carta #16 – Recomendações – Gestos

#16 - Recomendações de gestos

Fase 4

Decidido pela implementação de uma interface modal de gestos, são listadas nessa carta final algumas das recomendações a serem observadas no projeto de interface que contemple essa modalidade.

É importante entender que as recomendações aqui contidas não representam uma totalidade de pontos a serem observados durante a implementação.

 *Toward The Gestural Interface: Comparative Analysis Between Touch UIs Versus Gesture-Based UIs*
Gonzalo Pomboza-Junez, Juan A. Holgado-Terriza (2019)

Analysing The Teachers' Use Of Gestures In The Classroom:
Lim, Victor Fei (2019) 

 *Multimodal Methodological Approach For Participatory Design Of Full-Body Interaction Learning Environments*
Malinverni, Laura et al. (2019)

Who Controls Who? Embodied Control Within Human-Technology Choreographies
Kai Tuuri, Jaana Parviainen, Antti Pirhonen (2019) 

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#16 - Recomendações de gestos

Fase 4

1. Construa um dicionário de dados que seja simples, conciso e curto o suficiente para lembrança e boa performance do usuário.
2. Cuidado com a impermanência da informação na interface de gestos. Indicações para atividades críticas podem ser perdidas.
3. Atenção para o espaço físico necessário para a realização dos gestos envolvidos na interface.
4. Avalie a interferência causada por elementos do meio ambiente tais como objetos presentes, transeuntes ou cenário confuso.
5. Cuidado com a sobrecarga cognitiva e ergonômica decorrente do uso constante da interface.
6. Verifique se há a reutilização de algum elemento gestual em mais de uma tarefa ou em outra funcionalidade.

Se houver outra modalidade a ser implementada, continuar com as outras cartas da fase 4

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

Carta #17 – Recomendações – Tato

#17 - Recomendações de tato

Fase 4

Decidido pela implementação de uma interface modal de tato, são listadas nessa carta final algumas das recomendações a serem observadas no projeto de interface que contemple essa modalidade.

É importante entender que as recomendações aqui contidas não representam uma totalidade de pontos a serem observados durante a implementação.

 *Interactive Plants: Multisensory Visual-Tactile Interaction Enhances Emotional Experience*
Yamauchi, T.; Seo, J.H.; Sungkajun, A. (2018)

Tactile Discrimination Of Material Properties: Application To Virtual Buttons For Professional Appliances
Yuri De Pra et al. (2020) 

 *Haptic Perception: A Tutorial*
Lederman, S. J.; Klatzky, R. L. (2009)

Haptics In Teleoperated Medical Interventions: Force Measurement, Haptic Interfaces And Their Influence
Abdi, Elahe; Kulic, Dana; Croft, Elizabeth (2021) 

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

#17 - Recomendações de tato

Fase 4

1. Atenção à intensidade, velocidade e padrão de vibração necessários para a ativação da interface de tato.
2. Cuidado com a impermanência da informação na interface táteis. Indicações para atividades críticas podem ser perdidas.
3. No caso de uso de hardware específico para a interface, ainda é possível para o usuário perceber o toque natural da pele?
4. Avalie a interferência causada por elementos tais como uso de vestimentas, EPIs ou equipamentos por parte do usuário.
5. Cuidado com a sobrecarga cognitiva e ergonômica decorrente do uso constante da interface.
6. Verifique se há a reutilização de algum elemento tátil/padrão de vibração em mais de uma tarefa ou em outra funcionalidade.

Se houver outra modalidade a ser implementada, continuar com as outras cartas da fase 4

v1.0

Ajuda?

fra.g.o.la - Todos os direitos reservados

APÊNDICE C – MODELO DO QUESTIONÁRIO DE PESQUISA APLICADO

Pesquisa sobre uso da Multimodalidade em Projetos de Artefatos Digitais

Essa pesquisa é fruto do trabalho de mestrado sobre o uso da Multimodalidade em Projetos de Artefatos Digitais, realizado através da Universidade Federal de Pernambuco. Os dados aqui coletados serão utilizados estritamente no contexto da pesquisa acadêmica e não terão dados pessoais e sensíveis divulgados. Dúvidas ou contato através do e-mail: andremuniz@gmail.com

Dados do Participante

1. E-mail
2. Nome (*Opcional*)
3. De qual cidade você trabalha? (*Opcional*)
4. Você autoriza a coleta de dados para processamento de forma anônima?
5. Você autoriza contato futuro para entrevista ou esclarecimento sobre respostas?

Dados Profissionais

6. Qual sua profissão/título?
7. Quantos anos de experiência você possui desenvolvendo artefatos digitais (aplicativos, web apps, portais de internet/intranet, dispositivos físicos com interface digital)?
 - a. Menos de 1 ano
 - b. 1 ou 2 anos
 - c. entre 2 e 5 anos
 - d. entre 6 e 9 anos
 - e. 10 anos ou mais

Dados Gerais sobre conhecimento sobre multimodalidade

8. Você está familiarizado com o termo modalidade e/ou multimodalidade?
 - a. sim
 - b. não

9. Você já projetou ou participou de projetos que utilizam outras modalidades além da tradicional (uso de tela [touchscreen ou não] e teclado)?
- sim
 - não
10. Em sua experiência de trabalho, em quantos projetos você trabalhou que se utilizaram de modalidades de interface não convencionais (tato, gestos, áudio, voz, olfato ou paladar)?
- nenhum
 - 1 projeto
 - 2 a 5 projetos
 - mais de 5 projetos
 - trabalho sempre projetando/implementando interfaces dessa natureza
11. Qual dessas modalidades você imagina ser a mais DIFÍCIL de se construir um projeto de interface?
- áudio
 - voz
 - gestos
 - tato
 - olfato
 - paladar
12. Qual dessas modalidades você imagina ser a mais FÁCIL de se construir um projeto de interface?
- áudio
 - voz
 - gestos
 - tato
 - olfato
 - paladar
13. Você conhece algum guia, framework, norma ou conjunto de recomendações para o desenvolvimento de interfaces que balize a construção de projetos de com modalidades de interface não convencionais (tato, gestos, áudio, voz, olfato ou paladar)?
- sim
 - não
14. Em caso positivo, qual guia, framework, norma ou conjunto de recomendações você tem conhecimento? (*Opcional*)

Modalidade de Áudio

15. Você já projetou ou participou de algum projeto de interface de áudio?
- sim
 - não

Modalidade de Áudio – Detalhamento

16. Quais as maiores dificuldades encontradas na construção de uma interface usando a modalidade de áudio?
17. O que motivou a implementação de uma interface que contemple a modalidade de áudio?
18. O projeto apresentou custo extra (financeiro, de tempo ou de desenvolvimento) em decorrência da implementação da modalidade de áudio?
19. Foi necessário a adição/compra de hardware ou software específico para a implementação da modalidade de áudio?
20. Foram observados ganhos relevantes pela adoção da modalidade?

Modalidade de Voz

21. Você já projetou ou participou de algum projeto de interface de voz?
- sim
 - não

Modalidade de Voz – Detalhamento

22. Quais as maiores dificuldades encontradas na construção de uma interface usando a modalidade de voz?
23. O que motivou a implementação de uma interface que contemple a modalidade de voz?
24. O projeto apresentou custo extra (financeiro, de tempo ou de desenvolvimento) em decorrência da implementação da modalidade de voz?
25. Foi necessário a adição/compra de hardware ou software específico para a implementação da modalidade de voz?
26. Foram observados ganhos relevantes pela adoção da modalidade de voz?

27. Em caso positivo, quais ganhos decorrentes da implementação dessa modalidade foram identificados?

Modalidade de Gestos

28. Você já projetou ou participou de algum projeto de interface de gestos?
- sim
 - não

Modalidade de Gestos – Detalhamento

29. Quais as maiores dificuldades encontradas na construção de uma interface usando a modalidade de gestos?
30. O que motivou a implementação de uma interface que contemple a modalidade de gestos?
31. O projeto apresentou custo extra (financeiro, de tempo ou de desenvolvimento) em decorrência da implementação da modalidade de gestos?
32. Foi necessário a adição/compra de hardware ou software específico para a implementação da modalidade de gestos?
33. Foram observados ganhos relevantes pela adoção da modalidade de gestos?
34. Em caso positivo, quais ganhos decorrentes da implementação dessa modalidade foram identificados?

Modalidade de Tato

35. Você já projetou ou participou de algum projeto de interface de tato?
- sim
 - não

Modalidade de Tato – Detalhamento

36. Quais as maiores dificuldades encontradas na construção de uma interface usando a modalidade de tato?
37. O que motivou a implementação de uma interface que contemple a modalidade de tato?

38. O projeto apresentou custo extra (financeiro, de tempo ou de desenvolvimento) em decorrência da implementação da modalidade de tato?
39. Foi necessário a adição/compra de hardware ou software específico para a implementação da modalidade de tato?
40. Foram observados ganhos relevantes pela adoção da modalidade de tato?
41. Em caso positivo, quais ganhos decorrentes da implementação dessa modalidade foram identificados?

Modalidade de Olfato

42. Você já projetou ou participou de algum projeto de interface de olfato?
- a. sim
 - b. não

Modalidade de Olfato – Detalhamento

43. Quais as maiores dificuldades encontradas na construção de uma interface usando a modalidade de olfato?
44. O que motivou a implementação de uma interface que contemple a modalidade de olfato?
45. O projeto apresentou custo extra (financeiro, de tempo ou de desenvolvimento) em decorrência da implementação da modalidade de olfato?
46. Foi necessário a adição/compra de hardware ou software específico para a implementação da modalidade de olfato?
47. Foram observados ganhos relevantes pela adoção da modalidade de olfato?
48. Em caso positivo, quais ganhos decorrentes da implementação dessa modalidade foram identificados?

Modalidade de Paladar

49. Você já projetou ou participou de algum projeto de interface de paladar?
- a. sim
 - b. não

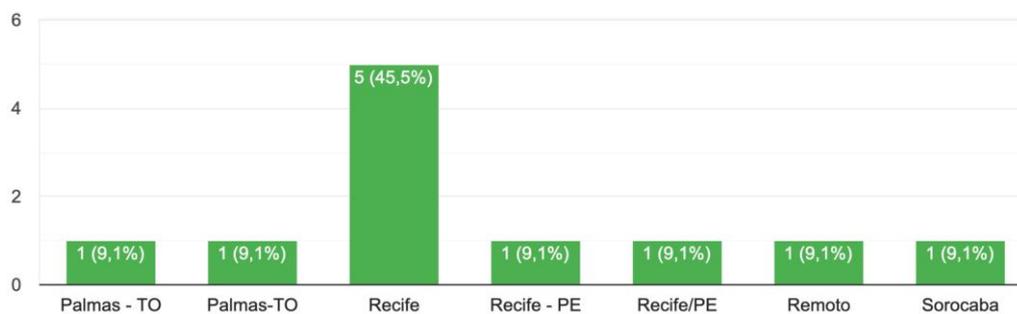
Modalidade de Paladar – Detalhamento

50. Quais as maiores dificuldades encontradas na construção de uma interface usando a modalidade de paladar?
51. O que motivou a implementação de uma interface que contemple a modalidade de paladar?
52. O projeto apresentou custo extra (financeiro, de tempo ou de desenvolvimento) em decorrência da implementação da modalidade de paladar?
53. Foi necessário a adição/compra de hardware ou software específico para a implementação da modalidade de paladar?
54. Foram observados ganhos relevantes pela adoção da modalidade de paladar?
55. Em caso positivo, quais ganhos decorrentes da implementação dessa modalidade foram identificados?

APÊNDICE D – RESULTADOS OBTIDOS NA PESQUISA

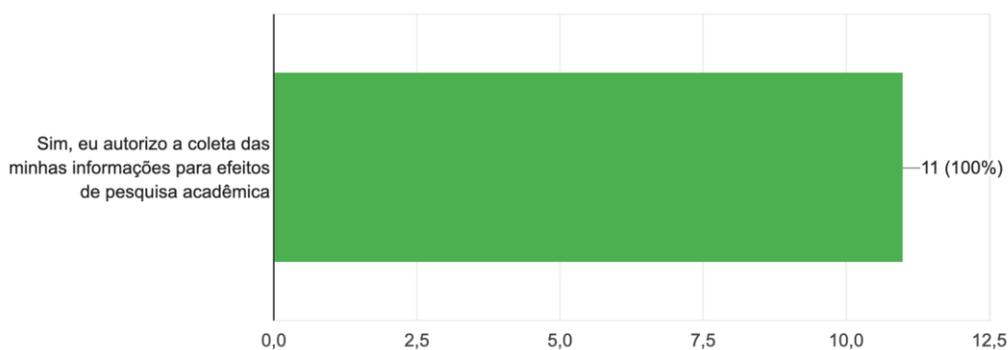
De qual cidade você trabalha?

11 respostas



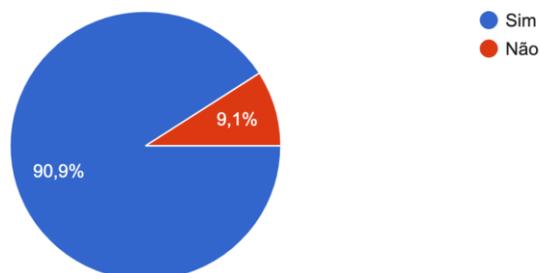
Você autoriza a coleta de dados para processamento e uso na pesquisa? Seus dados pessoais não serão revelados.

11 respostas



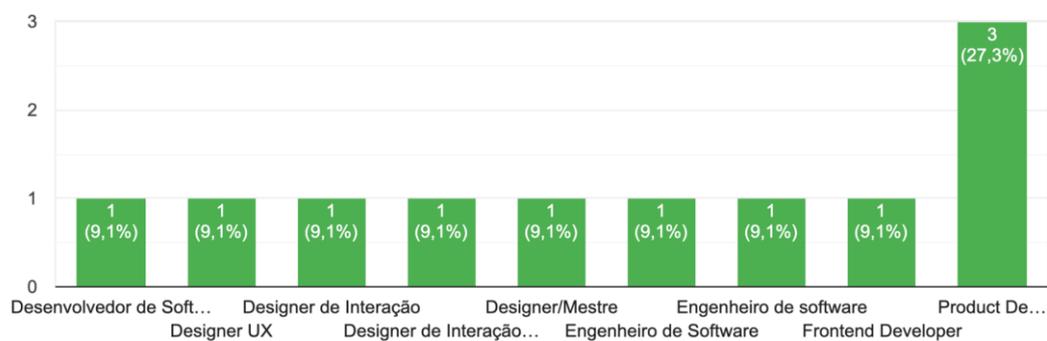
Você autoriza contato futuro para breve entrevista ou esclarecimento sobre respostas?

11 respostas



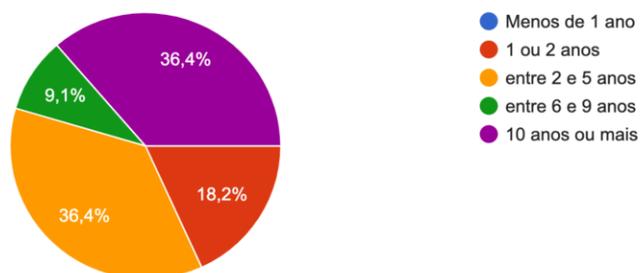
Qual sua profissão/título?

11 respostas



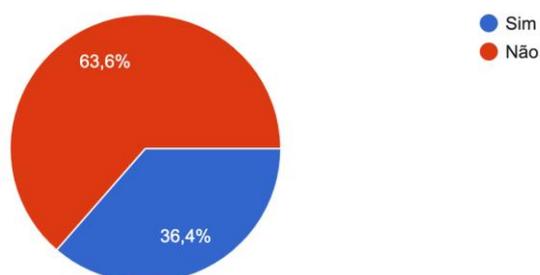
Quantos anos de experiência você possui desenvolvendo artefatos digitais (aplicativos, web apps, portais de internet/intranet, dispositivos físicos com interface digital)?

11 respostas



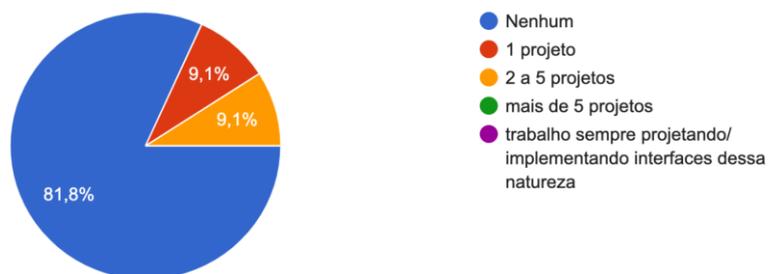
Você está familiarizado com o termo modalidade e/ou multimodalidade?

11 respostas



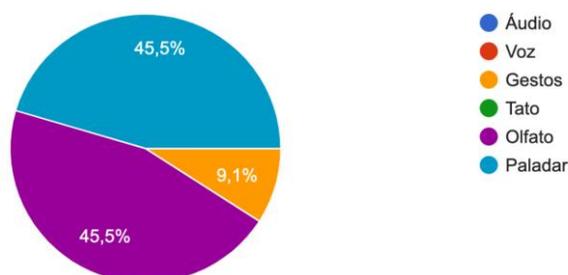
Em sua experiência de trabalho, em quantos projetos você trabalhou que se utilizaram de modalidades de interface não convencionais (tato, gestos, áudio, voz, olfato ou paladar)?

11 respostas



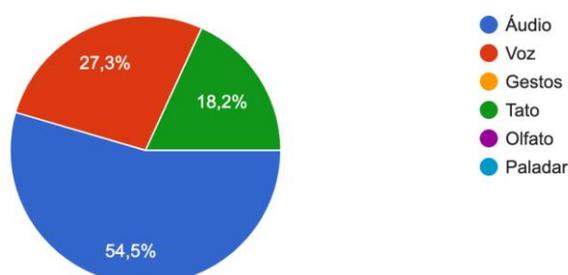
Qual dessas modalidades você imagina ser a mais DIFÍCIL de se construir um projeto de interface?

11 respostas



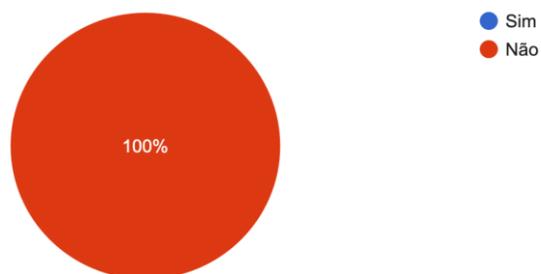
Qual dessas modalidades você imagina ser a mais FÁCIL de se construir um projeto de interface?

11 respostas



Você conhece algum guia, framework, norma ou conjunto de recomendações para o desenvolvimento de interfaces que balize a construção (tato, gestos, áudio, voz, olfato ou paladar)?

11 respostas



APÊNDICE E – LISTA INICIAL DE ARTIGOS DAS CARTAS POR FASE

Fase 1

Nome Do Artigo	Ano	Autor
Post-Wimp User Interfaces	1997	Andries Van Dam
Noncommand User Interface	1993	Jakob Nielsen
Time Well Spent With Multimodal Mobile Interactions	2019	Nadia Elouali
Plataformas De Negócios Digitais: O Poder Da Transformação Digital Nos Dispositivos Moveis	2019	Marcelo Tsuguio Okano, Eliane Antonio Simões, Celi Langhi

Fase 2 (Áudio)

Nome Do Artigo	Ano	Autor
Effects Of Auditory Feedback On Menu Selection In Hand-Gesture Interfaces	2015	Yongki Park And Jaehoon Kim, Kyogu Lee
An Auditory Brain–Computer Interface Evoked By Natural Speech	2012	Lopez-Gordo, M A ; Fernandez, E ; Romero, S ; Pelayo, F ; Prieto, Alberto
Cognitive Audio Interfaces: Mediating Sonic Information With An Understanding Of How We Hear	2021	Ananthabhotla, Ishwarya ; Ramsay, David B ; Duhart, Clement ; Paradiso, Joseph A
Usability Evaluation Of Multimodal Interactive Virtual Environments For Learners Who Are Blind: An Empirical Investigation	2022	Darin, Ticianne ; Andrade, Rossana ; Sánchez, Jaime

Fase 2 (Voz)

Nome Do Artigo	Ano	Autor
Modeling Input Modality Choice In Mobile Graphical And Speech Interfaces	2014	Stefan Schaffer, Robert Schleicher, Sebastian Möller
The Investigation Of Adoption Of Voice-User Interface (Vui) In Smart Home Systems Among Chinese Older Adults	2022	Song, Yao ; Yang, Yanpu ; Cheng, Peiyao
Speed Dating With Voice User Interfaces: Understanding How Families Interact And Perceive Voice User Interfaces In A Group Setting	2021	Ostrowski, Anastasia K ; Fu, Jenny ; Zygoras, Vasiliki ; Park, Hae Won ; Breazeal, Cynthia
Effects Of User Experience On User Resistance To Change To The Voice User Interface Of An In-vehicle Infotainment System: Implications For Platform And Standards Competition	2016	Kim, Dong-Hyu ; Lee, Heejin

Fase 2 (Gestos)

Nome Do Artigo	Ano	Autor
Toward The Gestural Interface: Comparative Analysis Between Touch User Interfaces Versus Gesture-Based User Interfaces On Mobile Devices	2019	Gonzalo Pomboza-Junez, Juan A. Holgado-Terriza
Analysing The Teachers' Use Of Gestures In The Classroom: A Systemic Functional Multimodal Discourse Analysis Approach	2019	Lim, Victor Fei
Multimodal Methodological Approach For Participatory Design Of Full-Body Interaction Learning Environments	2019	Malinverni, Laura ; Schaper, Marie-Monique ; Pares, Narcis
Who Controls Who? Embodied Control Within Human–Technology Choreographies	2017	Kai Tuuri, Jaana Parviainen And Antti Pirhonen

Fase 2 (Tato)

Nome Do Artigo	Ano	Autor
Interactive Plants: Multisensory Visual-Tactile Interaction Enhances Emotional Experience	2018	Yamauchi, T. ; Seo, J.H. ; Sungkajun, A.
Tactile Discrimination Of Material Properties: Application To Virtual Buttons For Professional Appliances	2020	Yuri De Pra · Stefano Papetti · Federico Fontana · Hanna Järveläinen · Michele Simonato
Haptic Perception: A Tutorial	2009	Lederman, S. J ; Klatzky, R. L
Haptics In Teleoperated Medical Interventions: Force Measurement, Haptic Interfaces And Their Influence On User's Performance	2021	Abdi, Elahe ; Kulic, Dana ; Croft, Elizabeth

Fase 3 (Todas as Cartas)

Nome Do Artigo	Ano	Autor
Blind-Friendly User Interfaces – A Pilot Study On Improving The Accessibility Of Touchscreen Interfaces	2019	Akif Khan & Shah Khusro
A Multimodal Assistive System For Helping Visually Impaired In Social Interactions	2017	M. Saquib Sarfraz, Angela Constantinescu, Melanie Zuzej, Rainer Stiefelhagen
Evaluating The Usability On Multimodal Interfaces: A Case Study On Tablets Applications	2014	Edvar Vilar Neto And Fábio F.C. Campos
Revisão Sobre Usabilidade Em Sistemas De Interação Não-Convencional	2019	André Luiz Satoshi Kawamoto, Daniela Marques, Valéria Farinazzo Martins

Fase 4 (Áudio)

Nome Do Artigo	Ano	Autor
Effects Of Auditory Feedback On Menu Selection In Hand-Gesture Interfaces	2015	Yongki Park And Jaehoon Kim, Kyogu Lee
An Auditory Brain-Computer Interface Evoked By Natural Speech	2012	Lopez-Gordo, M A ; Fernandez, E ; Romero, S ; Pelayo, F ; Prieto, Alberto
Cognitive Audio Interfaces: Mediating Sonic Information With An Understanding Of How We Hear	2021	Ananthabhotla, Ishwarya ; Ramsay, David B ; Duhart, Clement ; Paradiso, Joseph A
Usability Evaluation Of Multimodal Interactive Virtual Environments For Learners Who Are Blind: An Empirical Investigation	2022	Darin, Ticianne ; Andrade, Rossana ; Sánchez, Jaime

Fase 4 (Voz)

Nome Do Artigo	Ano	Autor
Modeling Input Modality Choice In Mobile Graphical And Speech Interfaces	2014	Stefan Schaffer, Robert Schleicher, Sebastian Möller
The Investigation Of Adoption Of Voice-User Interface (Vui) In Smart Home Systems Among Chinese Older Adults	2022	Song, Yao ; Yang, Yanpu ; Cheng, Peiyao
Speed Dating With Voice User Interfaces: Understanding How Families Interact And Perceive Voice User Interfaces In A Group Setting	2021	Ostrowski, Anastasia K ; Fu, Jenny ; Zygoras, Vasiliki ; Park, Hae Won ; Breazeal, Cynthia
Effects Of User Experience On User Resistance To Change To The Voice User Interface Of An In-vehicle Infotainment System: Implications For Platform And Standards Competition	2016	Kim, Dong-Hyu ; Lee, Heejin

Fase 4 (Gestos)

Nome Do Artigo	Ano	Autor
Toward The Gestural Interface: Comparative Analysis Between Touch User Interfaces Versus Gesture-Based User Interfaces On Mobile Devices	2019	Gonzalo Pomboza-Junez, Juan A. Holgado-Terriza
Analysing The Teachers' Use Of Gestures In The Classroom: A Systemic Functional Multimodal Discourse Analysis Approach	2019	Lim, Victor Fei
Multimodal Methodological Approach For Participatory Design Of Full-Body Interaction Learning Environments	2019	Malinverni, Laura ; Schaper, Marie-Monique ; Pares, Narcis
Who Controls Who? Embodied Control Within Human–Technology Choreographies	2017	Kai Tuuri, Jaana Parviainen And Antti Pirhonen

Fase 4 (Tato)

Nome Do Artigo	Ano	Autor
Interactive Plants: Multisensory Visual-Tactile Interaction Enhances Emotional Experience	2018	Yamauchi, T. ; Seo, J.H. ; Sungkajun, A.
Tactile Discrimination Of Material Properties: Application To Virtual Buttons For Professional Appliances	2020	Yuri De Pra · Stefano Papetti · Federico Fontana · Hanna Järveläinen · Michele Simonato
Haptic Perception: A Tutorial	2009	Lederman, S. J ; Klatzky, R. L
Haptics In Teleoperated Medical Interventions: Force Measurement, Haptic Interfaces And Their Influence On User's Performance	2021	Abdi, Elahe ; Kulic, Dana ; Croft, Elizabeth