

HANDBOOK DE PESQUISAS EM INTERAÇÃO E MÍDIA

PERSPECTIVAS SOBRE O ESTADO DA ARTE

VALDECIR BECKER
JOÃO MARCELO ALVES MACÊDO
(ORGANIZADORES)

Handbook de pesquisas em interação e mídia

PERSPECTIVAS SOBRE O ESTADO DA ARTE



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Valdiney Veloso Gouveia
Reitor

Liana Filgueira Albuquerque
Vice-Reitora



Natanael Antônio dos Santos
Diretor Geral da Editora UFPB

Everton Silva do Nascimento
Coordenador do Setor de Administração

Gregório Ataíde Pereira Vasconcelos
Coordenador do Setor de Editoração

CONSELHO EDITORIAL

Cristiano das Neves Almeida (Ciências Exatas e da Natureza)

José Humberto Vilar da Silva (Ciências Agrárias)

Julio Afonso Sá de Pinho Neto (Ciências Sociais e Aplicadas)

Márcio André Veras Machado (Ciências Sociais e Aplicadas)

Maria de Fátima Alcântara Barros (Ciências da Saúde)

Maria Patrícia Lopes Goldfarb (Ciências Humanas)

Elaine Cristina Cintra (Linguística e das Letras)

Regina Celi Mendes Pereira da Silva (Linguística e das Letras)

Ulrich Vasconcelos da Rocha Gomes (Ciências Biológicas)

Raphael Abrahão (Engenharias)

Editora filiada à



Valdecir Becker
João Marcelo Alves Macêdo
(Organizadores)

HANDBOOK DE PESQUISAS EM INTERAÇÃO E MÍDIA – PERSPECTIVAS SOBRE O ESTADO DA ARTE

João Pessoa
Editora UFPB
2023

1ª Edição – 2023

E-book aprovado para publicação através do Edital nº 01/2022 – Editora UFPB.

É proibida a reprodução total ou parcial desta obra, de qualquer forma ou por qualquer meio. A violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/1998) é crime estabelecido no artigo 184 do código penal.

O CONTEÚDO DESTA PUBLICAÇÃO, SEU TEOR, SUA REVISÃO E SUA NORMALIZAÇÃO SÃO DE INTEIRA RESPONSABILIDADE DO(S) AUTOR(ES).

Projeto gráfico · **Editora UFPB**
Edição eletrônica e design de capa · **Ana Gabriella Carvalho**
Imagem de capa (ilustração digital) · **freepik.com**

Catálogo na publicação

H236	Handbook de pesquisas em interação e mídia : perspectivas sobre o estado da arte [recurso eletrônico] / Valdecir Becker, João Marcelo Alves Macêdo (organizadores). - Dados eletrônicos - João Pessoa : Editora UFPB, 2023. E-book. Modo de acesso: editora.ufpb.br ISBN: 978-65-5942-214-2 1. Interação humano-computador (IHC). 2. Design audiovisual. 3. Mídia e audiência. 4. Neuromarketing. I. Becker, Valdecir. II. Macêdo, João Marcelo Alves. III. Título.
UFPB/BC	CDU 004.5

OS DIREITOS DE PROPRIEDADE DESTA EDIÇÃO SÃO RESERVADOS À:



Cidade Universitária, Campus I – Prédio da Editora Universitária, s/n
João Pessoa – PB CEP 58.051-970
<http://www.editora.ufpb.br> E-mail: editora@ufpb.br Fone: (83) 3216.7147

SUMÁRIO

Apresentação	6
1 Fundamentos da IHC: um estudo da evolução das interfaces de interação e suas perspectivas para o futuro	10
<i>Nadja Karla Araújo de Lima</i>	
2 Testes e avaliações da interação	52
<i>Felipe Melo Feliciano de Sá</i> <i>João Matheus Falcão de Oliveira</i> <i>Jordan Elias Rodrigues</i>	
3 Eletroencefalografia como fonte de dados	87
<i>Daniel de Queiroz Cavalcanti</i> <i>Matheus Dantas Cavalcanti</i> <i>Thiago Henrique Coelho Tavares da Silva</i>	
4 O design audiovisual como modelo teórico e percurso metodológico para a criação de sistemas audiovisuais	113
<i>Valdecir Becker</i> <i>Daniel Gambaro</i>	
5 Neuromarketing e EEG	131
<i>Alessandro Pinon Leitão</i> <i>Thiago Henrique Coelho Tavares da Silva</i>	
6 Interação Humano-Computador em interfaces de conversação	148
<i>Paulo Henrique Souto Maior Serrano</i>	
7 Heurísticas de Avaliação e governo eletrônico: aplicações relacionadas à Interação Humano-Computador (IHC)	160
<i>João Marcelo Alves Macêdo</i>	
Conclusão	169
Sobre os autores e as autoras	171

APRESENTAÇÃO

Este livro apresenta o estado da arte sobre temas relacionados à interação e mídia, a partir de pesquisas realizadas, e em andamento, no Laboratório de Interação e Mídia (LIM), do Centro de Informática da Universidade Federal da Paraíba. O laboratório tem perfil interdisciplinar e atende demandas de ensino, pesquisa e extensão relacionadas a temas como interação humano-computador (IHC), usabilidade, design e teste de software, convergência entre desenvolvimento de software e indústria audiovisual, interatividade e inovação. Atende os cursos de graduação e pós-graduação do Centro de Informática, além de acolher também demandas de outros cursos e centros da Universidade. Com início em 2017, o LIM abre espaço a pesquisadores e projetos contemplando alunos de graduação e mestrado, iniciação científica, extensão e externos à universidade, com desenvolvimento técnico e tecnológico nos mais diversos setores da sociedade.

A principal área de estudo do LIM é a IHC, mas se ramifica numa interdisciplinaridade que tange estudos em Narrativas, Saúde, Design Universal, Ensino, Aprendizado, marketing e governo eletrônico, com as respectivas intersecções com diferentes aspectos de IHC. Além disso, o laboratório conta com um corpo interdisciplinar vasto, contando com alunos, técnicos e pesquisadores que formam um conjunto de currículos variado, contando as áreas de Ciências e Engenharia da Computação, Cinema, RTV, Comunicação em Mídias Digitais, Jornalismo, Relações Públicas, Gestão Pública, que contribuem a fim de gerar soluções para uma sociedade contemporânea e dinâmica.

O presente livro tem três objetivos principais, que guiam o eixo norteador da publicação: inicialmente, servir como uma prestação de contas das pesquisas feitas pelo LIM, ao retratar o estado atual das pesquisas em andamento e recuperar algumas pesquisas realizadas no passado, envolvendo alunos de graduação e mestrado. Como laboratório de uma instituição pública, a prestação de contas deve fazer parte das atividades, repassando para a sociedade o conhecimento gerado nas pesquisas.

O segundo objetivo do livro é gerar uma referência para disciplinas de IHC na graduação, ao trazer um panorama do estado da arte das áreas pesquisadas.

Importante destacar que a área da IHC é carente de literatura em português, especialmente básica ou introdutória. Esta obra visa colaborar neste ponto, ao disponibilizar pesquisas de ponta, normalmente publicadas em congressos e periódicos internacionais, em português e redigidas para uma audiência não técnica.

Finalmente, o terceiro objetivo é uma obra que sintetize os projetos em andamento no Laboratório, visando facilitar a ambientação de novos pesquisados que vierem a integrar a equipe. O laboratório conta atualmente com seis projetos de destaque, compreendendo mais de 40 alunos de graduação e mestrado. Todo semestre há entrada de novos bolsistas e voluntários, que demandam um conhecimento catalogado e organizado para a ambientação inicial nas pesquisas.

Para tanto, foram convidados alunos, ex-alunos e professores para colaborar, o que resultou na presente obra com quatro capítulos. O primeiro capítulo é “Fundamentos da IHC: um estudo da evolução das interfaces de interação e suas perspectivas para o futuro”, de Nadja Karla Araújo de Lima. Fruto de uma extensa pesquisa realizada pela autora, o capítulo apresenta os conceitos básicos de IHC, o desenvolvimento temporal dos termos e das principais teorias relacionadas, para se aprofundar na evolução das interfaces de interação. A pesquisadora descreve da origem das primeiras interfaces até as técnicas de interação mais atuais, baseadas na interação cérebro máquina. Discute os principais usos, as vantagens e desvantagens de cada interface.

O segundo capítulo, de autoria dos estudantes de graduação Felipe Melo Feliciano de Sá e João Matheus Falcão de Oliveira, e do engenheiro de computação Jordan Elias, aborda os tipos e técnicas de testes utilizados no LIM. Apresenta técnicas já conceituadas e consolidadas na indústria de desenvolvimento de software e pesquisa científica. O desenvolvimento se dá pela explanação dos métodos, aplicabilidade, e exemplos da utilização em testes do laboratório, tendo, como desfecho, ferramentas de apoio, resultados concretos, minimização de erros e melhor interpretação dos dados obtidos. Conclui que os testes são essenciais durante o processo de desenvolvimento de software e da pesquisa científica, pois auxiliam na obtenção de um melhor *feedback* dos usuários, além de uma melhor análise do sistema.

Já o terceiro capítulo, escritos pelos estudantes de graduação Daniel de Queiroz Cavalcanti, Matheus Dantas Cavalcanti e Thiago Henrique Coelho Tavares da Silva, aborda o tema “Eletroencefalografia como Fonte de Dados”. O texto tem como objetivo descrever a relevância das Interfaces Cérebro Máquina (ICM) para a IHC. Neste capítulo é apresentada uma revisão aprofundada da literatura disponível sobre o assunto, com enfoque no uso de eletroencefalografia (EEG) como entrada de dados para sistemas computacionais. No decorrer do capítulo são abordados conceitos importantes para o entendimento desta tecnologia, assim como a análise de outros artigos escritos sobre o tópico. Metodologicamente, foi desenvolvida uma estratégia de pesquisas de artigos científicos nas ferramentas ACM Digital Library, Springer, IEEE, proporcionando uma noção mais apurada e coerente a respeito da interação humano-computador. O capítulo também traz uma visão sobre a tecnologia de *eye tracking*, que, associada ao EEG, permite obter melhores resultados, auxiliando numa análise mais aprofundada dos experimentos.

Na sequência, os capítulos quatro a sete apresentam pesquisas em andamento no laboratório, com resultados parciais. São pesquisas com perfil interdisciplinar, com relação direta com a IHC, mas focadas em áreas relacionadas, como integração com produção de conteúdo, marketing, design de *chatbots* e heurísticas de avaliação aplicadas à governo eletrônico (e-gov) e governo mobile (m-gov).

A pesquisa apresentada no capítulo quatro sobre “O Design Audiovisual como modelo teórico e percurso metodológico para a criação de sistemas audiovisuais”, de autoria dos professores Valdecir Becker e Daniel Gambaro, descreve a teoria do Design Audiovisual, desenvolvida em Grupo de Pesquisa homônimo a partir da intersecção entre teorias de IHC e Estudos de Mídia e Audiência. Os autores explicam que recursos disponíveis nessas duas áreas acadêmicas são necessários na concepção de produtos audiovisuais complexos, desenvolvidos a partir de informações mais precisas sobre os públicos-alvo, distribuídos e concretizados por meio de interfaces de interação ou softwares. Metodologicamente, a introdução das ações de interação, compartilhamento e disseminação de conteúdo modificou a fruição audiovisual, antes considerada passiva.

Na sequência, o capítulo cinco traz o texto “Neuromarketing e EEG”, fruto de uma parceria entre professor Alessandro Pinon Leitão e o estudante Thiago Henrique Silva, apresenta inovadoras práticas de marketing, que ao acrescentar o uso da eletroencefalografia, atinge níveis impensáveis há alguns poucos anos. Os autores traçam uma evolução do marketing, seus conceitos e práticas, para mostrar como a evolução tecnológica, e principalmente, a digital, impactou o mercado. Dentro desse contexto, o neuromarketing real, pragmático, contribui para uma percepção mais plena da essência do comportamento do consumidor. O tema está intimamente relacionado com a área da IHC ao fazer uso de interfaces cérebro máquina para o mapeamento cerebral dos consumidores. Agrega, dessa forma, uma demanda pragmática de estudos de interação e de interfaces. Em contrapartida, gera requisitos e demandas mercadológicas.

O professor Paulo Henrique Souto Maior Serrano descreve sobre o tema IHC em Interfaces de Conversação, detalhando as decisões de planejamento, criação e implementação de três robôs de conversação desenvolvidos no Laboratório de Interação e Mídia através do projeto Interfaces Livres. A interação dos usuários por meio da linguagem natural e das intenções identificadas com os recursos de inteligência artificial, constituem um desafio constante na eficiência e minimização dos erros, as abordagens trazidas nesse capítulo podem servir de parâmetros para a implementação de soluções análogas.

O professor João Marcelo Alves Macêdo traz um debate sobre o impacto da avaliação heurística para melhoria do design de sítios, sistemas e app’s de políticas públicas, especialmente aquelas voltadas à transparência e a accountability, promovendo um avanço do acesso à gestão pública pelos cidadãos.

Dessa forma, o presente livro apresenta, para além das pesquisas realizadas no LIM, uma visão atual de desafios científicos sobre IHC e áreas correlatas. As pesquisas interdisciplinares são uma ótima forma de inserção e compreensão da área, complexa por definição, mas de grande potencial tecnológico e de impacto social.

Boa leitura!

1 FUNDAMENTOS DA IHC: UM ESTUDO DA EVOLUÇÃO DAS INTERFACES DE INTERAÇÃO E SUAS PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Nadja Karla Araújo de Lima

1.1 Introdução

Desde os primórdios da história da computação até os dias atuais, a necessidade de interação entre homens e máquinas fez o ser humano buscar por novos meios tecnológicos na tentativa de simplificar essa comunicação. Este propósito fez com que surgisse o termo IHC (interação humano-computador), uma área da computação que procura entender como os seres humanos interagem com as máquinas, e busca investigar novas formas de interações através de suas aplicações. Como consequência, houve o desenvolvimento de diferentes tecnologias, o que ocasionou diversos tipos de interações.

Deste modo, as tecnologias tornaram-se mais comuns no cotidiano das pessoas e o interesse em como elas são utilizadas vem se expandindo tanto no meio acadêmico como nas indústrias tecnológicas, causando um aumento competitivo no mercado. Com isto, o aperfeiçoamento e reinvenção das formas existentes de interação tornaram-se indispensáveis, fazendo-se necessário conhecer as técnicas de interações, suas tecnologias relacionadas e como elas são aplicadas. Essa importância faz com que a área de interação humano-computador seja explorada cada vez mais nos campos de estudo.

Ao entender a história da computação, fica ainda mais clara a ideia de que novas tecnologias possibilitam o surgimento de novas formas de interação. Em algum momento da história, as tecnologias já foram limitadas por interfaces de linhas de comando, e hoje em dia é possível utilizar interfaces mais intuitivas e naturais, como a de comandos por voz. Essa mudança torna incontestável que facilitar as interações humano-computador sempre será uma preocupação para a

área tecnológica, e isso pode nos fazer questionar sobre que interfaces podemos esperar para as próximas gerações.

1.2. Conceitos gerais

1.2.1 Interação Humano Computador

O termo interação humano-computador ou apenas IHC é um campo de estudo que se preocupa com a avaliação e implementação de sistemas interativos para o ser humano, e tenta entender como as pessoas utilizam essas tecnologias. O termo surgiu na década de 80 pelo psicólogo Donald Norman e desde então tem sido muito estudado nas áreas de ciência da computação, ergonomia e psicologia, sendo considerada uma área interdisciplinar. No Brasil, o termo começou a surgir no final dos anos 90 por pesquisadores brasileiros (Merkler *et al*, 1997; Almeida *et al*, 1998; Prates *et al*, 1999 e de Souza, 2000) que participaram de uma conferência de IHC conduzindo uma pesquisa de modo a consolidar uma área no país [3].

A IHC está diretamente relacionada com a forma em como o usuário interagirá com uma máquina e com que facilidade esta interação ocorrerá. Desta forma, o foco dela tem sido voltado para o ser humano e como garantir que as tecnologias atendam aos usuários. Winograd (2003) [1] diz que as possibilidades de mudanças tecnológicas são derivadas de caminhos onde o computador possa exercer a função que enriquecem a comunicação humana. Logo, pode-se concluir que um dos grandes desafios da IHC é lidar com a rápida evolução das tecnologias interativas e inteligente, assim como a crescente necessidade dos usuários, já que novas tecnologias trazem mais complexidade e aumentam a necessidade de interação e comunicação.

1.2.2 Interação x interface

A comunicação é um processo que envolve a troca de informações entre duas ou mais entidades por meio da fala e dos sinais, sendo algo necessário e comum para o ser humano. A evolução humana juntamente com o fez que com surgissem várias formas de comunicação, dando ao ser humano a capacidade de interagir com qualquer entidade em seu ambiente, inclusive com

os computadores. Na computação, um dos primeiros conceitos de interação surgiu com Norman (1986) sendo ela um processo entre humanos e máquinas no qual o usuário formula uma intenção, planeja suas ações, atua sobre um intermediário, recebe e interpreta uma resposta do computador e por fim avalia se o seu objetivo foi alcançado [3]. Deste modo, durante o processo de interação entre usuário e o sistema, são realizadas trocas de ações que por muitas vezes podem ser tão simples como apenas dar uma resposta direta, como até ações mais complexas que alteram o estado do mundo [4].

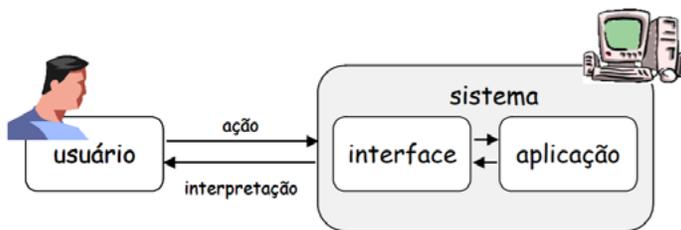


Figura 1: Representação do processo de interação usuário-sistema [4]

Kammersgaard (1988) [5] identifica que interação usuário-sistema pode ser dividida em 4 perspectivas ou propriedades que atribuem um papel ao usuário e o sistema durante a interação. A seguir será mostrado uma contextualização de cada uma delas:

- **Perspectiva de sistema:** nesta perspectiva, o usuário é visto como um sistema computacional, tendo a função de informar comandos para computador. Os benefícios desse processo é reduzir o tempo de interação e aumentar a eficiência, porém, é inadequada para alguns usuários por necessitar de treinamento e capacidade cognitiva. Um exemplo desta perspectiva é a operação dos terminais dos sistemas operacionais do Windows e LINUX.
- **Perspectiva de parceiro de discurso:** surgiu com a inteligência artificial, onde o sistema assume um papel semelhante ao dos seres humanos através da interação por linguagens naturais. O objetivo desses sistemas é se comportar como os usuários, os exemplos desses sistemas são os *chat bots*, tradutores de texto e assistentes virtuais.

- **Perspectiva de ferramentas:** esse sistema se comporta como um auxiliador de tarefas para o usuário, através de ferramentas, sendo visto como um instrumento. Entretanto, o sucesso desta interação depende apenas do conhecimento do usuário sobre o manuseio ferramenta. Um exemplo desses sistemas são os softwares para edição de texto.
- **Respectiva de Mídia:** trata-se da comunicação entre usuários através de um sistema que se comporta como mídia. Deste modo, o sistema é visto como um intermediador que busca promover a interação através de contextos coletivos. Alguns exemplos desses sistemas são chats online e as redes sociais.

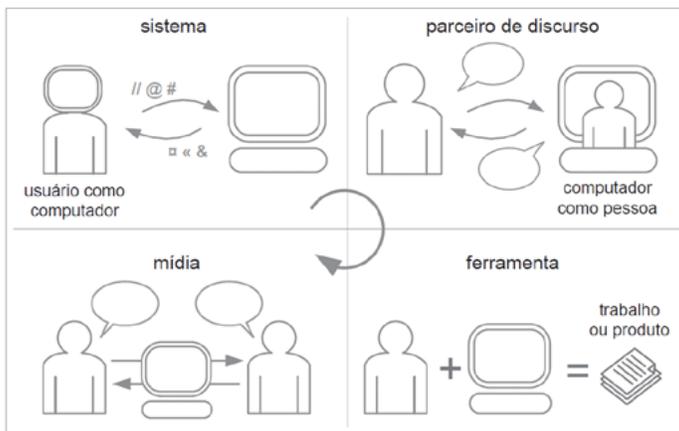


Figura 2: Perspectivas da interação usuário-sistema [3]

Para que processo de interação ocorra, é necessário que exista um intermediário com qual o usuário possa ter contato com o computador. Desta maneira, o termo interface é atribuído como uma ponte que permite a troca de informações entre dois ou mais elementos no contexto computacional. Esses elementos podem ser um software, um hardware ou um usuário, um exemplo comum são os dispositivos de entradas e saídas como, por exemplo, o mouse e teclado que podem tanto enviar como receber informações. No contexto do trabalho a ser apresentado, o conceito de interface é resumido nos meios que o usuário utiliza para se comunicar com o com o computador.

1.2.3 Usabilidade

A avaliação de qualidade de um sistema interativo é uma tarefa importante no processo de desenvolvimento de um produto, e para que o mesmo seja considerado bom, ele deve ser simples, prático e fácil de se aprender. Esses pontos dão aos usuários a capacidade de realizar tarefas sem sobrepor as suas habilidades. Desta forma, a facilidade de lidar com sistema é conhecido como usabilidade. Este termo se originou nos anos 80 como derivada da ergonomia (ciência que lida com a relação homem-trabalho), e mais tarde passou a fazer parte da IHC, tornando-se um atributo de qualidade muito importante para a área [2].

Entretanto, vale ressaltar que este termo nem sempre foi utilizado para descrever a avaliação de um software, antigamente utilizava-se da palavra *user friendly* para tal propósito, porém, alguns autores consideram esse termo inapropriado para o conceito. Segundo Nilsen (1993) [6], a expressão é inadequada por dois motivos: primeiro, é que os usuários não precisam que as máquinas sejam amigáveis com eles, apenas necessitam de máquinas que não atrapalhem a tentativa de realizar um determinado trabalho. O segundo motivo apresentado pelo autor é que o termo não considera as necessidades dos usuários, tendo em vista que pessoas diferentes possuem necessidades distintas. Logo, um sistema que pode ser considerado amigável para uns, pode ser ruim para outros.

Por que fazer testes de usabilidade na interface?



Para descobrir problemas de interface do produto.



Para realizar melhorias no design do produto



Para entender as necessidades e comportamento do usuários dentro do sistema.

Figura 3: Porque fazer testes de usabilidade [Fonte: Autoria própria]

Ainda citado por Nilsen, existem um conjunto de fatores que qualificam a usabilidade entre uma pessoa e um sistema, e esses critérios estão relacionados com a facilidade e esforço necessários por parte dos usuários para aprender a utilizá-lo [7]. As características citadas por ele são: facilidade de aprendizado e recordação, eficiência, segurança de uso e satisfação do usuário.

Assim, a avaliação qualitativa ao desenvolver uma interface interativa, é uma tarefa essencial para poder solucionar os possíveis problemas de usabilidade antes que o produto seja entregue ao público. Geralmente, os testes são realizados em diferentes etapas do seu desenvolvimento. Essa avaliação de usabilidade pode ser realizada em diversas representações do sistema, sendo elas de baixa fidelidade, como um protótipo ou alta fidelidade, como o sistema completo. Um dos métodos mais conhecidos de análise da usabilidade é a avaliação heurística, que consiste em uma inspeção da interface seguido várias regras. Seguindo os princípios de usabilidade de Jakob Nilsen [10], as 10 características heurísticas que devem ser consideradas no processo do design da interface são:

- **Visibilidade do status do sistema:** deve-se sempre manter os usuários atualizados sobre o que está acontecendo, através de *feedbacks*, para ajudá-los nas ações que devem ser tomadas no sistema.
- **Combinação entre o sistema e o mundo real:** o design da interface precisa falar com os usuários, deve-se utilizar palavras, conceitos e frases familiares. Deve-se evitar conceitos desconhecidos e confusos que possam dificultar a interação com o sistema.
- **Controle e liberdade do usuário:** é comum os usuários realizarem ações por engano no sistema, por conta disso é preciso ter uma “saída de emergência” bem destacada para evitar processos prolongados. Isso faz com que os usuários permaneçam no controle do sistema evitando frustrações ao utilizá-lo.
- **Consistência e padrões:** palavras, botões ou ações diferentes não devem significar a mesma coisa, a falta de consistência no sistema aumenta a carga cognitiva dos usuários.

- **Prevenção de erros:** O ideal é não ocorram erros no sistema, mas caso ocorram, deve-se apresentar boas mensagens de erro para os usuários.
- **Reconhecimento em vez de recordação:** elementos, ações e opções devem ser visíveis e devem promover reconhecimento. Isso minimiza a quantidade de esforço cognitivo e a carga de memória do usuário.
- **Flexibilidade e eficiência de uso:** os elementos “escondidos” da interface podem acelerar a interação de um usuário especialista. Um exemplo disso é o mapa de um GPS que mostra a rota na tela, mas pessoas com conhecimentos na área podem recorrer a atalhos.
- **Design estético e minimalista:** as interfaces não devem ter informações desnecessárias, o conteúdo visual deve ser focado no essencial, para que não distraia a visibilidade do usuário.
- **Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros:** as mensagens de erros exibidas devem ser escritas de maneiras simples, indicando o problema e sugerindo uma solução, isso faz com que o usuário consiga contornar o erro imediatamente.
- **Ajuda e documentação:** é importante que o sistema porte de uma documentação ou tutorial, para ajudar os usuários a entender como é possível uma determinada tarefa.

1.2.4 Revisão da literatura

As interfaces de interação humano-computador é um tema que já foi abordado por vários autores em diferentes publicações, nas quais foram abordados diferentes características sobre as interfaces e a sua evolução. O autor utilizado como referência para este trabalho foi John Walker [17], que aborda em seu artigo o processo evolutivo das interfaces humano-computador. O autor defende a ideia de que essa evolução ocorreu conforme o modo em como os usuários interagem com os computadores, e não em como os mesmos foram construídos. E partindo dessa concepção, ele determina o histórico das interfaces em cinco gerações. Durante o trabalho, as ideias de Walker são expostas, analisadas e expandidas.

O conteúdo a respeito da história da computação foi fortemente influenciado pelo livro “Introdução à Organização de computadores” do autor Mario A. Monteiro [11]. Ele argumenta que evolução dos computadores foi marcada por uma série eventos históricos importantes que contribuíram para o desenvolvimento dos mesmos. O autor também apresenta uma breve história sobre a criação e a evolução dos computadores, bem como as suas gerações. No livro, também é apresentada uma tabela contendo os fatos mais relevantes da evolução. Durante o trabalho, foi apresentado da história do computador, retratada pelo autor de forma resumida, e a tabela contendo os momentos importantes eventos históricos do computador também foi apresentada de forma adaptada.

1.3 Análises da Pesquisa

1.3.1 Análise histórica da computação

A computação tem a sua história entrelaçada com a história da humanidade, tendo suas evoluções concebidas conforme as necessidades e tecnologias do ser humano que sempre buscou criar dispositivos que o auxiliassem com tarefas repetitivas ou que exigissem muito esforço. O aparelho que hoje conhecemos como computador, é uma tecnologia que tomou várias formas e significados no decorrer dos anos, segundo o dicionário de Cambridge, computador é uma máquina eletrônica capaz de armazenar e processar abundantes de informações. Desta forma, podemos rastrear o surgimento de um dos primeiros dispositivos que auxiliam a humanidade a “computar”, por volta de 2500 anos A.C. surgiu na China o ábaco considerado por muitos autores como o “primeiro computador” da história, esta tecnologia consistiu em um dispositivo mecânico utilizado para memorização de casas posicionais, enquanto os cálculos eram feitos mentalmente [11].

O ábaco foi amplamente utilizado até o século XVII, com o surgimento da calculadora Pascaline criada pelo cientista Blaise Pascal, este dispositivo mecânico era mais complexo e capaz de realizar operações aritméticas de soma e subtração com até 5 dígitos através de um sistema rodas dentadas. Apesar de ter apresentado grandes inovações tecnológicas para sua época, o seu alto

custo de produção fez com que a Pascaline não tivesse aceitação comercial fazendo com que Pascal abandonasse a sua fabricação em 1652. Mais tarde, Charles Babbage ficou conhecido como “pai do computador” ao construir a primeira máquina programável do mundo marcando o fim da computação por processos mecânicos. Durante os séculos 18 e 19 novos conceitos tecnológicos foram desenvolvidos, a partir do surgimento dos dispositivos eletromecânicos e o conceito dos cartões perfurados utilizados mais tarde para a manipulação de dados, também foi nesta mesma época que a IBM foi fundada [11].

1.3.2 As gerações dos computadores

Em 14 de fevereiro de 1946 surgiu a primeira geração dos computadores eletrônicos digitais controlados por circuitos e válvulas eletrônicas. Essa tecnologia foi representada com a invenção do computador ENIAC, considerado um grande feito para a época. Este computador conseguia realizar rapidamente um conjunto particular de operações aritméticas, porém era difícil de ser programada e sua operação exigia usuários especializados [12]. A segunda geração dos computadores deu início com a eletrônica moderna, especificamente com o surgimento dos computadores caracterizados como “computadores transistorizados” como consequência da invenção do transistor, dando a esses dispositivos, mais velocidade, menos consumo de energia e passaram a ser fisicamente menores. O início da terceira geração foi marcada por computadores compostos por circuitos integrados menores e mais modernos, como os computadores necessitavam de mais espaço entre os seus componentes, estes passaram a ser encapsulados e ocupados em apenas um único chip. Essa tecnologia resolveu problemas de acomodação dos componentes e do consumo de energia permitindo a criação de máquinas menores e mais poderosas. Nessa mesma época a IBM aderiu às novas inovações tecnológicas sendo considerada a primeira fabricante de computadores do mundo. Em 1971, tendo como base a terceira geração de miniaturização dos componentes eletrônicos, houve o surgimento dos computadores para usos pessoais conhecidos como “microcomputadores” marcando o início da quarta geração dos computadores, por serem menores e mais acessíveis[11]. A seguir, é apresentada a tabela dos eventos mais importantes da história do computador.

Período	Evento
500 a.C.	Invenção e utilização do ábaco
1642 d.C.	Blaise Pascal cria sua máquina de somar.
1670	Gottfried Leibniz cria uma máquina de calcular que realiza as quatro operações aritméticas.
1823	Charles Babbage cria a máquina de diferenças, por contrato com a Marinha Real Inglesa.
1842	O mesmo Babbage projeta uma máquina analítica para realizar cálculos.
1889	Herman Hollerith inventa o cartão perfurado.
1890	Hollerith desenvolve um sistema para registrar e processar os dados do censo.
1924	Constituição da IBM.
1939	John Atanasoff projeta o primeiro computador digital.
1946	Término da construção do ENIAC.
1946	John von Neumann propõe que um programa seja armazenado no computador e projeta o IAS, implementando sua proposta.
1951	Termina a construção do primeiro computador comercial de propósito geral, o UNIVAC.
1956	Termina a montagem do primeiro computador transistorizado, o TX-0, no MIT.
1957	Uma equipe da IBM, liderada por John Backus, desenvolve a primeira linguagem de alto nível, Fortran, voltada para solucionar problemas matemáticos.
1958	A IBM lança o IBM-7090.
1958	Jack Kilby, na Texas Instruments, completa a construção do primeiro circuito integrado, contendo cinco componentes.
1962	Douglas Engelbart, do Stanford Research Institute, inventa o mouse.
1964	A IBM lança o IBM/360, primeiro computador a utilizar circuitos integrados.
1964	A linguagem Basic (Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code) é desenvolvida por Thomas Kurtz e John Kennedy no Dartmouth College. Mais tarde, ela se torna popular devido ao lançamento do Altair com o interpretador desenvolvido por Bill Gates e Paul Allen, fundadores da Microsoft.
1965	Gordon Moore, diretor de pesquisa e desenvolvimento da empresa Fairchild Semiconductor, prevê que a densidade dos transistores e circuitos integrados dobraria a cada 12 meses nos 10 anos seguintes. Esta previsão foi atualizada em 1975, substituindo 12 meses por 18 meses e tornou-se conhecida como Lei de Moore.
1965	A IBM fabrica o primeiro <i>floppy disk</i> .
1967	A primeira versão do sistema operacional Unix é lançada, rodando em um computador DEC PDP-7. Este sistema foi escrito, a partir de 1969, no Bell Laboratories, por Dennis Ritchie e Ken Thompson.
1970	A linguagem Pascal é projetada por Nicklaus Wirth.
1971	A Intel lança o primeiro sistema de microcomputador, baseado no processador 4004, com desempenho de 60.000 operações por segundo e 2.300 transistores encapsulados.
1971	Dennis Ritchie, do Bell Labs, desenvolve a linguagem C.
1972	Gary Kildall escreve um sistema operacional na linguagem PL/M e o denomina CP/M (Control Program/Monitor).
1973	A Intel lança o processador 8080 de 2 MHz (primeiro lançamento em 1973), com 6000 transistores e 640.000 instruções por segundo. O CP/M é adaptado para o 8080 e a Motorola lança seu processador de 8 bits, o 6800.
1974	Na edição de janeiro da revista <i>Popular Electronics</i> é realizado o lançamento do primeiro microcomputador de 8 bits, o Altair.
1975	Steve Wozniak e Steve Job formam a Apple Computer.
1976	A DEC lança um de seus mais populares minicomputadores, o VAX 11/780.
1976	A Apple Company lança seu computador Apple II.
1976	Surge a primeira planilha eletrônica, Visicalc.
1977	A IBM anuncia o lançamento de seu primeiro microcomputador, o IBM-PC.
1979	A Apple apresenta seu primeiro computador do tipo Macintosh.
1981	A Microsoft lança sua planilha Excel, o primeiro aplicativo para o Windows.
1984	A Microsoft lança seu sistema operacional Windows para IBM-PCs.
1987	A Microsoft lança a versão 3.0 do Windows para PCs.
1989	A AMD lança seu clone do processador Intel 386.
1990	A IBM e a Motorola estabelecem um acordo para desenvolvimento do microprocessador PowerPC.
1991	A IBM lança um microcomputador portátil, o ThinkPad 700C.
1992	Linus Torvalds desenvolve o sistema operacional Linux, na Finlândia.
1992	A NCSA desenvolve o primeiro navegador para Internet, o Mosaic.
1993	O Mosaic se transforma no Netscape.
1994	A Iomega lança seus Zip drives.
1995	Inicia-se o contencioso entre a Microsoft e o governo dos EUA, que dura até os dias atuais.
1996	Aparecem no mercado os CD-RW (CD que podem ser gravados).
1998	A Compaq adquire a DEC.

Tabela 1: Evolução dos computadores

Fonte: MONTEIRO, 2011 [11]

1.3.3 A evolução das interfaces de interação Humano-Computador

No decorrer da história da computação surgiram diversas formas de interação entre homens e máquinas, que foram se reinventando conforme as necessidades dos usuários. Durante as primeiras gerações dos computadores, apenas pessoas com alto nível de conhecimento na área conseguiam operar os dispositivos, devido às complexas formas de interação. Mas com as evoluções tecnológicas, a partir da geração dos microcomputadores, os computadores tornaram-se cada vez mais acessíveis e mais fáceis de se interagir. A partir disso, o conceito de interface de usuário foi evoluindo passando a ser uma realidade. Como consequência, os computadores pessoais foram popularizando-se e fazendo com que a sua utilização deixasse de ser restrita apenas às pessoas especializadas na área.

Quando se trata de interfaces de usuário, a primeira coisa que imaginamos são os componentes que compõem uma tela: ícones, menus e animações. Porém, fazendo uma análise, podemos perceber que o processo evolutivo deste conceito vai muito além das telas bonitas, sendo necessário entender o contexto histórico sobre tema. Alguns autores como Walker (1990)[17] e Pressman (1992) [18] apresentam a evolução das interfaces humano-computador como fases ou gerações marcadas pela interface dominante de cada época. John Walker define que as gerações dos computadores foram construídas conforme a forma que o usuário interage com os mesmos e que essa interação é mais importante do que como os computadores foram construídos. Para ele, essa evolução foi marcada por 5 fases ou gerações:

Primeira Geração: em 1950, o ENIAC e os equipamentos de tubulação representaram a primeira geração das interfaces, a época foi marcada pelos painéis com plugues, botões e mostradores de funcionamentos. Nesta fase, pouco se falava sobre interface de interação, pois o foco era voltado inteiramente para as funcionalidades dos mecanismos. Esses computadores foram criados para resolver problemas específicos da época como, por exemplo, realizar os cálculos necessários para desenvolver estratégias durante a Segunda Guerra Mundial. Nesta geração, os usuários controlavam as máquinas um-por-um na sala do computador, e a configuração dessas máquinas precisavam ser

feitas diretamente no hardware com o movimento dos cabos e botões. Por muitas vezes, esse processo poderia durar horas para ser concluído, e essas características eram o que tornavam a interação não amigável e o conceito de interface inexistente[17].

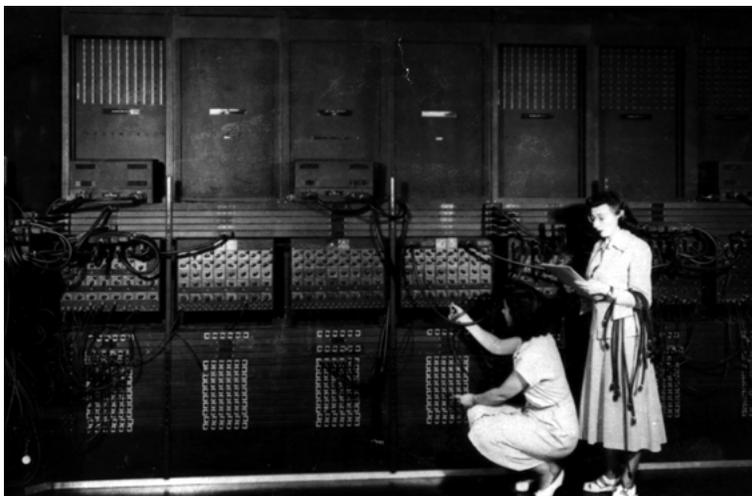


Figura 4: Dois primeiros programadores (Glória Ruth Gordon [Bolotsky] e Esther Gerston) a trabalhar no ENIAC. Foto do Exército americano dos arquivos da Biblioteca da ARL [24].

Segunda Geração: esta geração foi marcada pelo armazenamento de dados em cartões perfurados e processamentos em lotes ou *batch processing*. Embora até o final da década de 1950 as máquinas ainda exigissem conhecimentos para a operação, os computadores que surgiram após o ENIAC não mais precisavam ter seus hardwares reconfigurados. O surgimento dos novos sistemas fez com que as máquinas passassem a automatizar grande parte do trabalho operacional. Como, por exemplo, a programação e o gerenciamento de recursos de espaço e memória, reduzindo o grau de conhecimento necessário para a utilização de tais sistemas. A imagem dos computadores durante a segunda geração passou a ser represada por bancadas onde os usuários realizavam o processo de perfuração dos cartões e a organização por lotes. Após isso, os cartões eram alimentados nos computadores que processavam os dados e que algum tempo depois eram impressos os resultado [17].

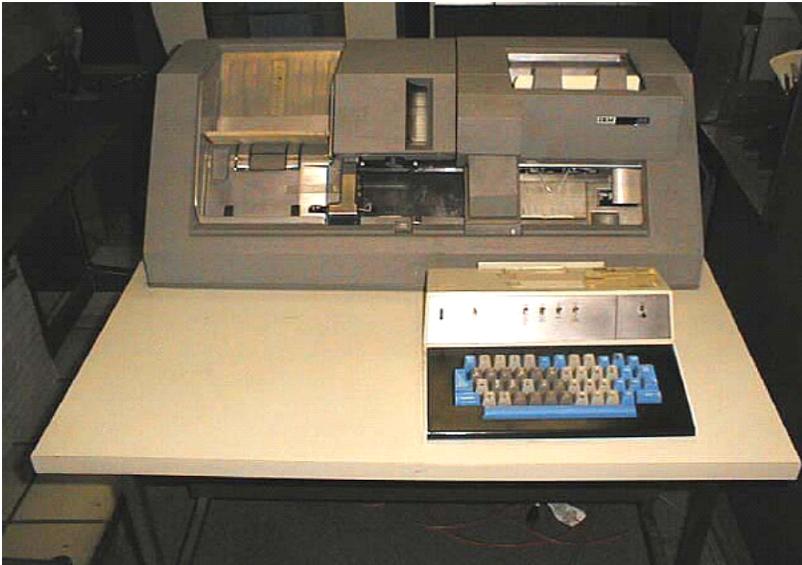


Figura 5: Perfuradora de cartão IBM 029 [25].

Terceira Geração: os computadores da segunda geração eram operados por programas que não usavam toda a capacidade de hardware das máquinas, mas passavam a maior parte do tempo executando dispositivos periféricos mais lentos como os leitores de cartões e as impressoras. Desta forma, foram desenvolvidos sistemas operacionais que proporcionavam aos computadores a capacidade de executar vários serviços simultaneamente, e com mais velocidade. Um dos primeiros sistemas criados foi o *spooling*, com ele era possível realizar várias tarefas rapidamente enquanto os dispositivos eram executados. Desta forma, a experiência proporcionada pelos sistemas operacionais de tarefa compartilhada trouxe na década de 1960 o conceito de *teletype timesharing*, marcando a terceira geração das interfaces. O *timesharing* permitia que os usuários pudessem utilizar todo o poder computacional disponível nos computadores como também a capacidade de monitorar os processos de forma on-line, isso proporcionou aos usuários responsáveis pelo processamento de lotes mais interatividade e facilidade na execução dos trabalhos. Essa nova forma de interação também trouxe o primeiro conceito de interfaces por linhas de comando, pois as máquinas passaram a ser utilizadas principalmente para edições de texto. O dispositivo

que marcou esta geração foi o Teletype ASR-33, nele os usuários precisavam inserir comandos para listar quais linhas iriam ser editadas. Embora esse nível de interação fosse considerado avançado para a época, a interface ainda era pouco intuitiva, pois, a utilização das tecnologias demandavam conhecimentos de comandos de texto por parte dos usuários [17].



Figura 6: Máquina Teletype ASR-33 [26].

Quarta Geração: embora os feitos da terceira geração tenham ampliado a acessibilidade aos computadores, a interação conversacional crescia a partir de terminais lentos que suportavam até 30 caracteres por segundo. Como consequência, surgiu a necessidade de sistemas mais rápidos e sofisticados, fazendo com que fossem desenvolvidos terminais alfanuméricos que suportavam mais de 1000 caracteres por segundo. Com isso foi possível apresentar uma abundantemente quantidade de informações na tela em um curto espaço de tempo, possibilitando o desenvolvimento de menus de escolhas e a entrada de dados a partir caixas de diálogo, onde os usuários podiam selecionar o item desejado e definir os parâmetros do programa simplesmente apertando algumas teclas. Esse sistema logo se tornou padrão nos computadores tornando-os acessíveis para um grande número de pessoas, pois foram desenvolvidos para serem operados usuários não especializados em computação[17].

```
*****
*                               *
*          CLI client for Viteraas          *
*                               *
*****
Server: 127.0.0.1
Port: 8084
Please enter your username: hpc
Please enter your password:
*****
[0] - exit Programm.
[1] - change username and password.
*****
cluster tools
[2] - create a cluster.
[3] - show cluster info.
[4] - expand a cluster.
[5] - delete a cluster.
*****
Job tools
[6] - add a job.
[7] - show jobs.
[8] - show job information.
[9] - delete a job.
```

Figura 7: Exemplo de um menu orientado a texto: menu principal da interface por linha de comando Viteraas [31].

Quinta Geração: com o surgimento da tecnologia dos circuitos integrados, dos processadores e da evolução das linguagens de programação, os computadores passaram a reduzir o custo memória e o poder de processamento, abrindo portas para novos meios de interação. As novas tecnologias permitiram que os usuários pudessem interagir com os dispositivos eletrônicos através de ícones gráficos, apontadores e indicadores de áudio em vez de diálogos e preenchimentos de formulários baseados em textos como nos sistemas anteriores. Os novos conceitos de interação foi altamente explorado na década de 1970 com o surgimento da linguagem de programação *Smalltalk* desenvolvida por um grupo de pesquisadores da Xerox. Os sistemas passaram a ser operados através de dispositivos apontadores como o mouse, que permitia a seleção de objetos na tela sem a necessidade de digitar textos como nos sistemas anteriores. Esta propriedade de interação fez com que surgisse o conceito de *manipulação direta* sendo ele o termo mais utilizado para distinguir as interfaces gráficas das interfaces por linhas de comando [17].

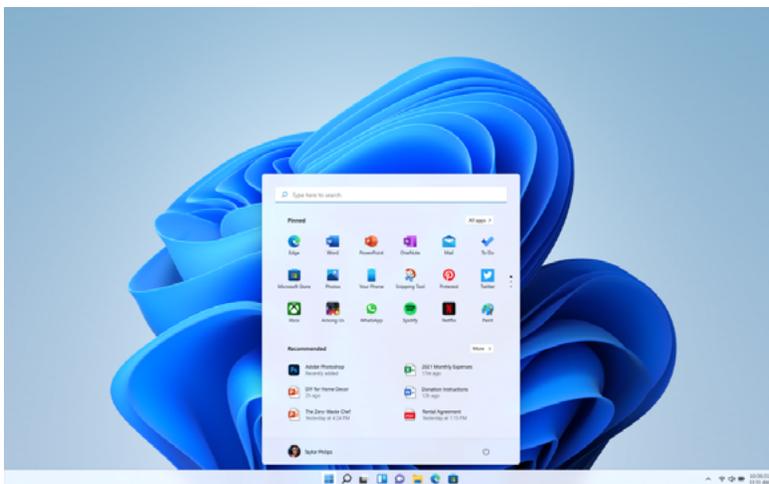


Figura 8: Interface gráfica do Windows 11 [32].

Cenário atual de evolução

A evolução das interfaces humano-computador ocorreu devido aos vários esforços aplicados pelos pesquisadores e desenvolvedores durante os anos, visando diminuir cada vez mais a distância entre as pessoas e os computadores ao desenvolver meios mais fáceis e intuitivos de interação. E ao analisar as seis gerações, é perceptível que a evolução das interfaces e dos computadores ocorreram em conjunto. Enquanto máquinas mais rápidas e menores são desenvolvidas, novas formas de interação são possibilitadas e utilizadas para explorar ao máximo esses novos recursos tecnológicos. Ao observar o histórico da computação e principalmente o das interfaces, é possível compreender o contexto atual dessa evolução. Ao mesmo tempo, em que as gerações anteriores ainda são utilizadas atualmente, novas formas de interação já estão presentes, ganhando mais atenção.

O autor Walker [17] também explica a ideia de estarmos atualmente passando por revolução das interfaces humano-computador. Considerando que o crescimento tecnológico permitiu a interação com objetos tridimensionais cuja a fidelidade ao mundo real cresce a medida que o poder computacional aumenta. Um exemplo disso é a realidade virtual e aumentada, que trazem os

usuários para o mundo do computador através da tela. Isso também permite que modelos de interação totalmente novos possam ser explorados, definindo conjuntamente a próxima geração de interação do usuário com os computadores. Portanto, podemos dizer que atualmente nos encontramos em uma sexta geração das interfaces Humano-computador, onde interações conhecidas como naturais estão cada vez mais presentes na sociedade. Visto que nos paradigmas anteriores, era necessário que o usuário entendesse as funcionalidades dos dispositivos físicos, nos novos conceitos são as máquinas e os softwares que estão adaptados aos humanos. Deste modo, quando se trata da comunicação, usabilidade, acessibilidade e mobilidade, as novas interações estão aos poucos tomando lugar das CLI's e GUI's, por aproximarem ainda mais as máquinas aos seres humanos.

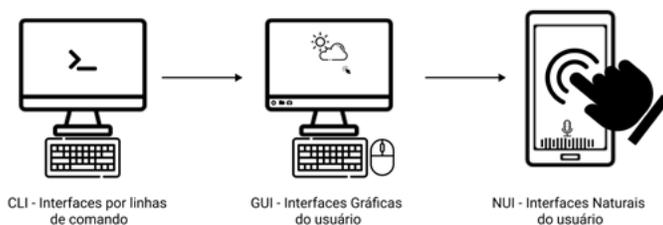


Figura 9: Representação da geração das interfaces [Fonte: Autoria própria].

1.3.4 Tipo de interfaces Humano-Computador

Além de classificar as interfaces por gerações, outro ponto importante a ser analisado é sobre quais as diferentes categorias de interfaces humano-computador surgiram, desde o início da história até o contexto atual da evolução. Desta maneira, é possível definir dentre elas quais são consideradas as mais abrangentes, seus principais usos como também onde e quando cada uma é utilizada.

1.3.4.1 Interfaces por linhas de comando (CLI)

Historicamente, sabemos que as limitações dos computadores antigos fizeram com que surgissem as CLI, do inglês *Command Line Interfaces*, ou interfaces por linhas de comando. Neste ambiente, a interação é feita através de linhas de código para especificar uma ação que será realizada pelo computador. Durante as primeiras gerações dos computadores, foi visto que as interfaces por linha de comando eram utilizadas como a interface principal em quase todos os computadores da época. Um ponto a ser considerado é que mesmo que esse tipo de interface permita uma interatividade entre usuários e sistemas, o seu uso por muitas vezes tende a ser complexo. Esta interface requisita experiência de códigos e comandos para estabelecer essa comunicação, o que as tornam menos intuitivas. Apesar de atualmente existirem diversas formas de interação, mais visuais que textuais, as interfaces de texto evoluíram juntamente com as interfaces presentes até então. Isso dá-se ao seu baixo custo computacional e o maior controle sobre as tarefas realizadas, principalmente por não precisarem de máquinas mais modernas para serem utilizadas. Muitos sistemas utilizam a CLI em interfaces gráficas, um exemplo disso é o processo utilizado para desenvolver software para computadores e celulares. O desenvolvimento é realizado através de interfaces focadas em linhas de comando, os chamados terminais, presente em diferentes sistemas operacionais como o Linux e Windows. As CLI também são amplamente utilizadas para o acesso remoto entre computadores, devido a praticidade de controle e execução de tarefas sobre a máquina de destino através de comandos.

Apesar de muitos programas ainda utilizarem a CLI além de uma GUI para facilitar a execução de tarefas, como é o caso dos terminais, atualmente é possível encontrar formas mais modernas de interação, como, por exemplo, a utilização das CLI nos softwares buscadores de pesquisa. Ao unir a CLI com a GUI nos navegadores, não são apresentados apenas a parte visual, mas sim toda a forma moderna de interface por linha de comando que controla os mecanismos de pesquisa. Quando fazemos uma busca na internet, comandos são enviados para os buscadores que, sem a necessidade de abrir páginas intermediárias, retornam uma resposta direta [13].

Principais usos das interfaces por linhas de comando

Apesar de muitos programas ainda utilizarem a CLI além de uma GUI para facilitar a execução de tarefas, como é o caso dos terminais, atualmente é possível encontrar formas mais modernas de interação, como, por exemplo, a utilização das CLI nos softwares buscadores de pesquisa. Ao unir a CLI com a GUI nos navegadores, não são apresentados apenas a parte visual, mas sim toda a forma moderna de interface por linha de comando que controla os mecanismos de pesquisa. Quando fazemos uma busca na internet, comandos são enviados para os buscadores que, sem a necessidade de abrir páginas intermediárias, retornam uma resposta [13].

Terminais – Windows PowerShell:

Shell interativo é uma interface que está presente nos sistemas operacionais que processa comandos através das CLI. Esse sistema recebe as linhas de comando digitadas pelos usuários como forma de entrada, e o mesmo é processado pelo Shell que executa as ações conforme as instruções do usuário. O Windows PowerShell é um exemplo de um terminal presente nos sistemas operacionais da Microsoft. Com ele, é possível acessar diretórios e gerenciar arquivos de forma rápida e eficiente.

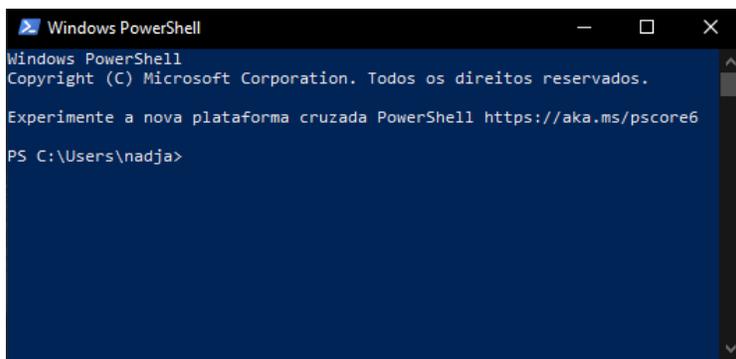


Figura 10: Interface de Linha de comando do Windows PowerShell [Fonte: Autoria própria]

Linguagens de Programação:

É definido como uma linguagem de programação, um método formado por um conjunto de regras sintáticas (conjuntos de regras que combinam os elementos da linguagem) e semânticas (interpretação gramatical ou significado lógico) usado para traduzir um código-fonte para o código de máquina através de um compilador [23]. Esta linguagem de máquina é constituída de instruções que podem ser executadas diretamente pelo hardware. Esse processo permitiu com que seres humanos conseguissem escrever instruções com o intuito de oferecer aos computadores digitais a capacidade de efetuar diversas tarefas, por muitas vezes complexas, como, por exemplo, cálculos aritméticos para fins científicos [16].

Como visto anteriormente, a primeira linguagem de programação de alto nível criada foi a Fortran, e o seu primeiro compilador foi desenvolvido em 1954 para o computador IBM 704. Ela foi muito utilizada pelos cientistas por ser uma linguagem simples e fácil de aprender, apesar de ter perdido força com ao surgimento de linguagens de programação mais modernas. Atualmente ela ainda tem sido utilizada por ser considerada em alguns casos, significativamente melhor e de maior velocidade de execução comparando com outras linguagens de programação de alto nível [33].

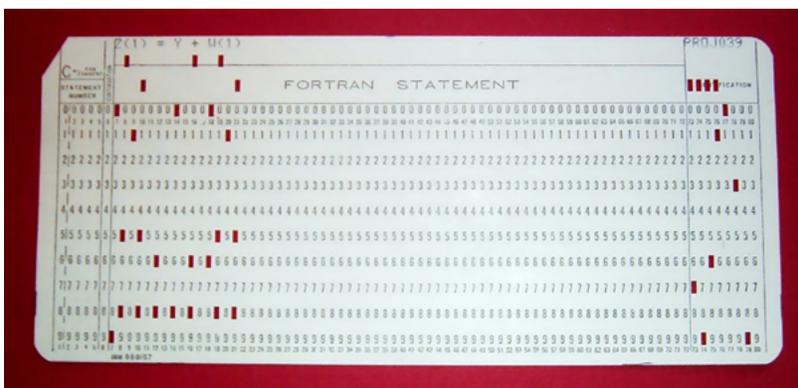


Figura 11: Código Fortran em um cartão perfurado, esse tipo de estrutura foi utilizado nos anos de (1957-1978)[33].

Nos diversos tipos de linguagens de programação, existem as chamadas de linguagens interpretadas, elas não precisam ser compiladas, mas sim traduzidas a código de máquina linha por linha. Fazendo com que seja possível programá-las de forma iterativa, ou seja, à medida que o código for escrito ele é executado, permitindo uma grande flexibilidade, isso faz com que seja possível programar por linhas de comando, um exemplo disso é a linguagem de programação Python.

Vantagens e desvantagens das interfaces por linha de comando:

- **Vantagens:** São conhecidas por interfaces que precisam de um baixo poder de processamento comparando com as interfaces gráficas, isso permite que computadores mais antigos possam ser utilizados. Além disso, com as CLIs é possível fazer a execução de tarefas consideradas complexas, através da customização dos comandos ou da concatenação de comandos, proporcionando uma experiência mais automatizada.
- **Desvantagens:** Para operar uma interface CLI é necessário ter conhecimento de linhas de comando e experiência em programação. Essa característica a torna uma interface de usuário não-intuitiva. Ao projetar um software operado por linhas de comando, deve-se manter em mente quem será o público-alvo do sistema, geralmente são pessoas que tem experiências com programação, para isso, ao desenvolver é importante disponibilizar informações de como utilizar o programa.

Interfaces Gráficas (GUI)

As interfaces gráficas do usuário, do inglês GUI *Graphical User Interface*, foram criadas com o intuito de diminuir a curva de aprendizado e a resistência ao erro encontradas nas CLI. Compostas por um conjunto de informações gráficas exibidos em tela conhecidos como elementos WINP, uma interpretação que significa “*Window, Icon, Menu and Pointing Device*”. As GUI’s tornaram-se então um elemento de grande importância ao programar softwares computacionais e dispositivos tecnológicos, por fornecer uma capacidade de operação facilitada e intuitiva devido a sua manipulação do tipo direta. Isso significa que toda a comunicação entre o dispositivo tecnológico e o usuário é realizado através de

comandos dispostos nos componentes. Eles traduzem a linguagem do usuário para a linguagem de máquina, possibilitando realizar uma atividade específica dentro sistema sem a necessidade de memorizar textos ou comandos. Esta característica de interação é o que a torna uma interface descomplicada e eficiente ao ser utilizada [28].

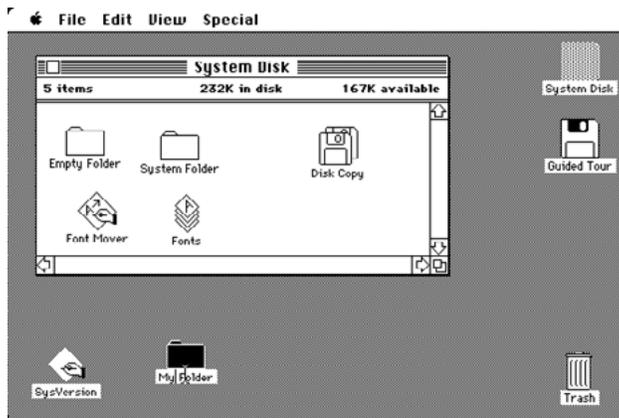


Figura 12: interface do Macintosh mostrando 3 janelas cobrindo umas às outras e alguns ícones ao longo da margem direita [34].

Os primeiros trabalhos com interfaces gráficas começaram em 1963 com Ivan Sutherland com o desenvolvimento do Sketchpad, com ele, era possível criar e manipular objetos gráficos em tempo real utilizando uma caneta. Mais tarde, Douglas Engelbart, um informático que ficou conhecido como o pai do mouse da interface gráfica, deu início a história das GUIs. Após Engelbart ser influenciado por eventos da Segunda Guerra Mundial, decidiu envolver-se com computação interativa na esperança de dar à sociedade uma ferramenta que facilitasse as tomadas de decisões consideradas complexas. Deste modo, Engelbart passou a desenvolver alguns conceitos em que atualmente são as principais características utilizadas nas interfaces de computadores.

Nos anos 70, a Xerox PARC resolveu apoiar as iniciativas de Engelbart e recrutou cientistas da computação para tomar a frente na produção de computadores individuais, eles queriam desenvolver computadores que pudessem ser utilizados para organizar e compartilhar informações e que ajudassem nas tomadas de decisões. Além disso, a ideia era desenvolver novos

tipos de linguagens de programação e interfaces gráficas, transformando os computadores em um meio de comunicação que fossem fáceis de operar e programar sendo acessível até para crianças. Como resultado, a Xerox desenvolveu a linguagem de programação Smalltalk e GUI como a interface gráfica principal. Em 1979 após Steve Jobs e Steve Wozniak, após visitarem as estações de trabalho da Xerox, apropriaram-se da tecnologia gráfica e aplicaram ao Macintosh. Desta maneira, a Apple foi considerada uma das primeiras empresas a trazer para o mercado, computadores com interfaces gráficas com sistemas operacionais, ganhando popularidade nos computadores pessoais e servindo de inspiração para outras empresas como a Microsoft [29].

Aplicações em softwares computacionais

O exemplo mais comum das interfaces gráficas é o seu uso nos softwares computacionais, todo o processo de criação é feito através ferramentas voltadas para o desenvolvimento dessas interfaces. Essas ferramentas fornecem um conjunto de aplicações que facilitam aos programadores no desenvolvimento da GUI. O desenvolvimento gráfico vem revolucionando diversas áreas, sendo utilizados tanto em dispositivos mais simples aos mais complexos, bastando apenas uma simples interação com uma tela para ter acesso a uma gama de dados de forma rápida e segura. As interfaces gráficas mais modernas, são utilizadas em sistemas operacionais incorporados atualmente em quase toda aplicação interativa. Como, por exemplo, caixas eletrônicos, videogames e *smartphones*. Outro exemplo é o seu uso na medicina, que cresceu consideravelmente nos últimos anos ao trazer uma gama dispositivos que beneficiam os profissionais de saúde e seus pacientes.

Vantagens e desvantagens das interfaces gráficas

- **Vantagens:** São adequadas para usuários que não possuem conhecimento computacional, pois sua complexidade é oculta através de interfaces visuais atraentes e fáceis de utilizar. Além do fato de que interfaces atraentes fazem com que os usuários se envolvam com a máquina. As funções de arrastar e soltar itens e alternar facilmente entre telas

e programas, permitem que o usuário tenha um fácil controle das informações. Muitas vezes, as representações gráficas através de símbolos podem ser reconhecidos mais facilmente do que as formas textuais.

- **Desvantagens:** apesar de serem simples para o consumidor, desenvolver uma interface gráfica é um trabalho complicado para os programadores, pois seus elementos gráficos precisam ser bem projetados e implementados, para se tornar compreensíveis aos usuários inexperientes. Outra desvantagem que pode ser encontrada, é que as GUIs precisam utilizar recursos de energia e mais poder de processamento comparando com outras interfaces, além disso, elas devem ser rápidas e consistentes o que torna o seu uso é inviável em computadores mais antigos.

Interfaces Naturais do Usuário (NUI)

As interfaces Naturais do usuário surgiram em decorrência à evolução das interfaces gráficas. Do inglês: *Natural User Interface* ou apenas NUI, é aquela que utiliza uma habilidade de comunicação baseada através do comportamento natural do ser humano como fala, toque, gestos e movimentos corporais. Outra definição muito utilizada pelos designers é que uma NUI é aquela que é invisível e permanece invisível para o usuário conforme ele evolui ao utilizar constantemente o sistema, chegando a executar interações cada vez mais complexas de forma autônoma. Desta forma, a curva de aprendizado depende apenas da capacidade do usuário de realizar gestos, onde o mesmo pode passar de um usuário iniciante a um especialista de forma acelerada e intuitiva [30]. A palavra natural é utilizada pelo fato de que a maioria das interfaces utilizam dispositivos de controles artificiais, cuja o manuseio deve ser aprendido, como, por exemplo, mouse e teclado [22]. Segundo Mountford e Gaver (1990), o avanço tecnológico resultou em um aumento decorrente dos dispositivos de entradas e saídas dos sistemas que usufruíam da manipulação direta, e que esses dispositivos acabavam dependentes do uso das mãos e olhos dos usuários. Como consequência, as interfaces foram combinadas aumentando o sentimento da manipulação direta e proporcionando o entretenimento dos usuários.

Um das primeiras aparições na literatura do conceito de interfaces naturais surgiram nas décadas de 1980 e 1990 por Steve Mann. Ele apresentou uma série de estratégias de interfaces utilizando a interação natural como uma alternativa para as interfaces de linhas de comando e as interfaces gráficas [27]. Anos mais tarde, ela foi popularizada através do lançamento de tecnologias como o iPhone em 2007 e o Kinect em 2010.

Vantagens e desvantagem das interfaces Naturais:

- **Vantagens:** por utilizarem a linguagem natural do ser humano, a interação torna-se algo fácil e divertido. São interfaces fáceis de se utilizar e aprender, pois, os usuários podem utilizar mais variedade de habilidades básicas em comparação com as interfaces gráficas do usuário mais tradicional. Essas interfaces permitem utilizar uma gama de dispositivos, não sendo mais limitas apenas ao mouse e o teclado. Essas interfaces também permitem uma interação direta focada na interação, fazendo com que seja possível projetar dispositivos menos precisos e mais imersíveis.
- **Desvantagens:** o custo de desenvolvimento desta interface é elevado por precisarem de tecnologias mais avançadas. Além disso, esta característica também as tornam interfaces difíceis de serem exploradas.

Principais usos das interfaces naturais

Telas sensíveis ao toque:

A tela sensível ao toque é uma tecnologia que permite o usuário navegar em um dispositivo usando os dedos ou uma caneta de toque, sendo uma boa alternativa ao mouse e o teclado. Para navegar pela GUI. Ao invés do usuário mover o cursor do mouse para abrir ou mover um objeto na interface, ele irá apenas realizar movimentos com os dedos para realizar tal ação. Desta forma, esta tecnologia foi pensada e projetada principalmente para operar dispositivos modernos como celulares e laptops, já que os computadores de mesa funcionam melhor quando são operados por dispositivos de entrada tradicionais.

O primeiro conceito de telas sensíveis ao toque surgiu por entre 1965 e 1967 na Grã-Bretanha pelo engenheiro Eric Arthur, ao desenvolver uma tela sensível ao toque para operar um dispositivo que controlava o tráfego aéreo. Na mesma época o inventor publicou um artigo explicando como funcionava a tecnologia. O dispositivo era composto de fios sensíveis ao toque de um dedo, que eram conectados na frente de uma tela de tubo de raios caóticos, onde as informações poderiam ser gravadas pelo computador [35].



Figura 13: Primeiro dispositivo a possuir uma tela sensível ao toque [35].

A primeira geração das telas sensíveis ao toque ou *touchscreen* eram operadas através da detecção de apenas um único ponto de contato, limitando a interação à apenas um elemento por vez. Logo, essas telas não suportavam a execução de gestos intuitivos ao ser humano, como, por exemplo, o gesto de pinça para aumentar ou rotacionar um objeto na tela. Para resolver esse problema, foram desenvolvidos os sistemas multitoque que ganharam popularidade nos anos 2000 com o lançamento do iPhone. Essas telas permitiam que os usuários pudessem realizar vários toques simultaneamente, ganhando liberdade ao interagir com os elementos da interface, assim como realizar gestos mais complexos.

Alguns pontos relevantes devem ser considerados ao desenvolver uma interface operada por telas sensíveis ao toque, os elementos que compõem a interface gráfica devem possuir tamanhos diferentes, pois essa característica evita que o usuário erre ao tocar na tela durante a operação. Em vez de replicar o teclado em forma virtual é recomendando apenas apresentar ao usuário as informações de inserção relevantes para o contexto.

Vantagens e desvantagens das telas sensíveis ao toque:

- **Vantagens:** a utilização de telas sensíveis ao toque dispensam o uso de dispositivos externos como o mouse e o teclado, economizando espaço físico. O fato de ser operada por toque, a torna uma tecnologia rápida, intuitiva e de fácil manipulação, tornando-a acessível a um público mais amplo e inexperiente.
- **Desvantagens:** a quantidade de elementos dispostos na interface é limitada pelo tamanho da tela. Devido a sua sensibilidade, as telas estão sujeitas a toques indesejados que podem ser ativado de forma despercebida. Quando acontece uma interação com múltiplos dedos, pode ocorrer o problema de oclusão da tela, dificultando a visão do usuário, isso faz com que realizar uma tarefa sejam por muitas vezes um trabalho inconveniente, neste caso, precisão do toque vai depender do tamanho dos ícones. Pessoas com deficiências visuais não conseguem utilizar esta tecnologia.

Reconhecimento de fala:

A introdução a inteligência artificial no mundo tecnológico permitiu a criação de interfaces capazes processar a fala do ser humano, e retornar uma resposta para o usuário através de um dispositivo, gerando uma interação. As interfaces por reconhecimento de fala também são conhecidas como interfaces de voz do usuário ou VUIs. São interfaces intuitivas por utilizarem a forma mais natural do ser humano comunicação. A transferência das entradas dos usuários acontecem de uma forma muito rápida, comparado, por exemplo, a digitar informações através do teclado. Já que o usuário pode realizar tarefas sem a necessidade das mãos, ou até mesmo manter os olhos fora da tela, podendo ao mesmo concentrar a sua atenção em outras atividades.

É possível rastrear a primeira interface de reconhecimento de fala como sendo o computador “Audrey” da Bell Labs [14] construído em 1952. Ele que conseguia reconhecer números de 0 até 9 a partir da voz de uma pessoa. Uma década depois, o computador “Shoebox” da IBM [15] conseguia entender 16

palavras em inglês e logo em seguida em 1971, através do programa “Harpy” da DARPA [19], o número máximo de palavras entendidas por um computador passou para 1000. Antes do início do século XXI, o uso mais comum para o reconhecimento de fala era na área de comunicação através dos telefones.

Já no século XXI, o uso do reconhecimento de voz ganhou popularidade com os dispositivos móveis, onde assistentes virtuais, como, por exemplo, a Siri da Apple e o Google Assistente, fazem parte da rotina diária de muitas pessoas que utilizam esses sistemas para pesquisar sobre o tempo, trânsito, notificações e entre muitas outras informações.



Figura 14: Audrey, o primeiro dispositivo a utilizar reconhecimento de fala [36].

A partir de 2014 com o lançamento do Amazon Echo, outra aplicação para dispositivos de reconhecimento de fala também tornou-se popular, os sistemas para casas inteligentes. Atualmente, com a facilidade de implementação desse tipo de interface, é possível encontrar diversos dispositivos inteligentes no mercado, controlados através da fala, desde automóveis até robôs aspirador de pó. Esse sistema permite que as pessoas possam realizar tarefas simples de forma autônoma, através do celular ou com o auxílio das assistentes virtuais, tornando as casas mais modernas e ecologicamente mais sustentáveis.

Apesar de serem interfaces eficientes, elas também estão dispostas de certas limitações, exemplo: aquelas relacionadas ao *feedback* que a interface pode oferecer ao usuário, por conta dessas limitações de detalhes e informações que se é obtido através de uma mensagem de voz, é muito comum combinar a interface de voz com uma interface gráfica.

As interfaces de reconhecimento funciona em basicamente cinco etapas:

- **Ativação:** o reconhecimento é ativado normalmente através de palavras chaves;
- **Transcrição:** a máquina converte a falas do usuário em textos que são facilmente entendíveis pelo sistema;
- **Entendimento de linguagem natural:** o sistema processa a mensagem do usuário em formato de texto e busca entender o que lhe foi demandado;
- **Ação:** o sistema executa o que lhe foi instruído, por exemplo, tocar uma música ou buscar as informações do tempo;
- **Geração de linguagem natural:** usando tecnologia de *Text-To-Speech*, o sistema pode retornar a informação ou *feedback* ao usuário através de mensagens de voz sintetizadas.

Um caso de uso especial da utilização das VUIs é o da acessibilidade. Pois, é a principal forma de interação que ajudam as pessoas com deficiências visuais a se comunicarem com os computadores, celulares, e até mesmo os navegadores de internet. O processamento natural de linguagem permite hoje em dia uma interação tao fluida que, os dados coletados pelo Google [20] afirmam que 41% das pessoas que possuem um dispositivo ativado por voz se sentem conversando com um amigo ou outra pessoa. Outro dado interessante que vale ser destacado é o obtido pela PwC em 2018 [21], sustentando o fato de que 71% dos consumidores preferem realizar perguntas por voz em vez de digitar.

Vantagens e desvantagens das interfaces por voz:

- **Vantagens:** como foi visto, o sistema de transferência de informações entre o usuário e o sistema ocorre de maneira muito rápida. Esta interface

exige menos esforço por parte do usuário, descartando a complexidade dos dispositivos tecnológicos e tornando a experiência mais simples e intuitiva, permitindo também que usuários como idosos e pessoas com deficiências possam utilizar um dispositivo a partir dos auxiliares de voz. Não é necessário olhar ou manipular um dispositivo de entrada, muito adequado para tarefas que demandam mais atenção, como, por exemplo, ao dirigir um carro.

- **Desvantagens:** o sistema de reconhecimento de voz por muitas vezes são falhos, ruídos no ambiente podem causar falha de precisão na interpretação e inutilizar facilmente o uso da interface por voz. O uso de palavras chaves podem gerar uma má interpretação e acurácia durante a comunicação, fazendo com que por muitas vezes, o usuário necessite aprender a “maneira correta” de se comunicar com o dispositivo. Outra questão delicada é a privacidade do usuário, pois todos que estiverem ao redor podem ter acesso (ouvir) as informações passadas pelos usuários durante o uso do dispositivo.

Realidade Virtual e Aumentada:

Uma vantagem ao se utilizar uma interface natural, é a possibilidade de misturar objetos reais e virtuais em um único ambiente, essa combinação ficou conhecida como realidade virtual (VR) e realidade aumentada (AR). A nova forma de se interagir leva os usuários para “dentro” da aplicação onde será feita a interação, proporcionando a sensação de imersão. Existem muitas definições para o termo VR, Segundo Adam (1993) [37], a realidade virtual é uma combinação tecnológica de várias interfaces que oferecem ao usuário um ambiente imersivo e dinâmico gerado por um computador. Já Brooks (1999) [38] decidiu forçar mais no conceito de imersão, para ele, realidade virtual é qualquer experiência na qual o usuário está efetivamente imerso em um mundo virtual responsivo. De fato, esta tecnologia promete criar uma experiência única e digital para as pessoas, explorando suas habilidades físicas e sensoriais de manipulação.

O contato com a tecnologia é feito a partir de dispositivos tecnológicos sensoriais que provocaram o efeito de imersão. Durante os anos, muitos

equipamentos já foram criados de modo a se utilizar da realidade virtual e aumentada, como os óculos de realidade virtual com fones de ouvidos, luvas e entre outros. Além disso, sua popularidade ocorreu graças a indústria dos jogos eletrônicos, porém a VR vai muito além disso. A realidade virtual é bastante utilizada por lojas mobiliárias, que disponibilizam *tours* virtuais para seus clientes. Também existem usos na medicina, auxiliando no tratamento de pacientes com fobias e traumas.



Figura 15: Jogos estimulam crianças e adolescentes durante tratamento

Fonte: Ronaldo Oliveira [39].

Em contraste com a VR que imerge os usuários no mundo virtual, a realidade aumentada realiza o papel inverso, ela modifica o ambiente físico adicionando elementos virtuais sem precisar isolar os usuários do seu ambiente normal. É uma tecnologia que ainda esta em desenvolvimento, mas que já é aplicada no cenário tecnológico atual. Existem lojas de produtos on-line disponibilizam essa tecnologia para que os usuários possam “testar” móveis, eletrodomésticos e até mesmo roupas de forma virtual, sendo necessário apenas um dispositivo para que a interação aconteça. Com as câmeras dos celulares, é possível ter uma noção de como esses produtos ficariam em suas casas sem a necessidade de comprá-los.

Sensores de movimentos:

Os sensores de movimentos são tecnologias capazes de fazer o reconhecimento gesticular das pessoas, através de câmeras e sensores que possibilitam detectar os movimentos dos usuários e traduzi-los para o computador. Um dos primeiros aparelhos que detectavam movimentos foi criado em meados dos anos de 1940 por Samuel Bango, sendo utilizado para alarmes antifurtos. O aparelho era operado através de sensores ultrassônicos e era ativado quando movimentos eram detectados [40]. A limitação desses dispositivos é bem clara, eles eram capazes de detectar apenas o movimento, mas não era possível identificar os movimentos que eram realizados. No século XXI, diferentes tecnologias para a detecção e identificação de gestos foram popularizadas superando essas limitações:

- **Processamento de imagens:** dispositivos como o Kinect 20, lançado pela Microsoft em 2010, permite que o usuário interaja com um computador sem utilizar as mãos, apenas através de gestos identificados através de câmeras.
- **Sensores:** através de sensores como acelerômetros e giroscópios, é possível rastrear o movimento e rotação de um dispositivo. Essa ideia é aplicada em dispositivos como o *Wii Remote*, lançado em 2006 pela Nintendo e óculos para realidade virtual, como o Oculus Rift, lançado em 2016.

Com o auxílio dessas diferentes técnicas para o reconhecimento de movimento e gestos, o ser humano pôde experimentar um alto nível de fidelidade na sua interação com o computador. Um bom exemplo disso é o caso de jogos eletrônicos de dança, antigamente era comum que nessa categoria de jogos o usuário precisasse pressionar um conjunto de botões corretos na hora exata para que o seu avatar virtual dançasse. Hoje em dia, através de tecnologias com câmeras, é possível que o usuário dance na frente do dispositivo, que irá reconhecer os movimentos e atribuir a pontuação conforme o nível de acerto da coreografia. Como foi visto, o uso dos sensores também é muito voltado para a indústria dos jogos eletrônicos, porém eles também são utilizados em outras áreas. Na medicina, os sensores de movimentos ajudam na recuperação

de pacientes que por algum motivo perderam movimentos do corpo. Por conta disso, alguns softwares foram desenvolvidos para auxiliar na fisioterapia com o propósito de ajuda as pessoas com dificuldades motoras.

Esse tipo de interação é recomendado quando o propósito da aplicação está diretamente ligada a um gesto ou movimento, que pode ser realizado pelo usuário e o mesmo pode reconhecido por um sensor, como, por exemplo, movimento dos braços, pernas e cabeça. Isso permite que os mesmos movimentos que o usuário faça no mundo real seja replicado no mundo virtual (no sistema), levando a uma interação extremamente fácil e intuitiva. Porém, a quantidade de aplicações práticas onde o usuário consegue realizar a devida interação apenas através de movimentos e gestos, é baixa, motivando a combinação dessa tecnologia com outras.

1.3.5 O futuro das interfaces de interação

Hoje em dia podemos observar que a computação não mais se resume apenas aos computadores tradicionais ou *smartphones*, mas também incluem uma gama de outros dispositivos encontrados no dia a dia, como, por exemplo, caixas de som inteligentes e óculos de realidade aumentada. Esses dispositivos requerem formas de interações diferentes e possuem um foco em se integrar sem grandes obstáculos no cotidiano dos usuários. Para isso ser possível, novas tecnologias surgem para melhorar a interação humano-computador e adaptar-se ao comportamento humano, permitindo que o usuário tenha um controle maior sobre as tecnologias em qualquer hora, momento e lugar.

Apesar da constante evolução das tecnologias e das suas aplicações em ambientes reais, as formas de interações mais recentes como as interfaces por voz, visuais e gestos ainda possuem muito espaço para aprimoramento e explorado. Logo, é esperado para o futuro que essas interfaces consigam realizar tarefas mais complexas, com mais precisão e confiabilidade. Também é de extrema importância que a tecnologia seja acessível, para que o seu uso, em diferentes contextos, seja popularizado.

Uma área que vem sendo bastante explorada para o futuro das interfaces humano-computador, é o desenvolvimento da tecnologia de interfaces cérebro-

humano-computador. Um exemplo desses esforços é o desenvolvimento do Neuralink [42], um dispositivo será implantando no cérebro cirurgicamente que permitirá que o ser humano se comunique e controle computadores através do cérebro, além de ajudar na solução e tratamento de algumas doenças. Logo, o que podemos esperar para o futuro da IHC, é o aprimoramento das interfaces naturais, seja elas nas interfaces existentes ou na pesquisa de novas interfaces. Uma coisa certa a se pensar é que de tempos em tempos uma inovação tecnológica surge para causar impacto no mercado.

Interfaces cérebro-computador (BCI):

Apesar das interfaces naturais utilizarem as habilidades cognitivas humanas como forma de interação, as pessoas que apresentam dificuldades motoras e deficiências neuromusculares, são impedidas de utilizarem tais tecnologias. Com o intuito de melhorar a qualidade de vida deste público, várias áreas como a neurociência, engenharia e ciência da computação, começaram a explorar ao longo da última década as tecnologias de interfaces cérebro-computador. Como o intuito de ter uma opção alternativa aos sistemas convencionais de comunicação [43].



Figura 16: Cadeira de roda controlada pelo cérebro.

Fonte: Fotografia de ISR-FCTUC [41].

Vantagens e desvantagens das interfaces cérebro-computador:

- **Vantagens:** essas interfaces podem ser utilizadas para substituir as funções de pessoas que sofrem distúrbios neuromusculares como também na reabilitação de traumas na cabeça entre outras doenças. Pelo fato desses sistemas utilizarem diferentes processamentos sinais cerebrais e algoritmos, eles podem ser desenvolvidos para diversos dispositivos, seja eles próteses robóticas, cadeiras de rodas inteligentes ou controle de computadores.
- **Desvantagens:** apesar das BCI's serem tecnologias que prometem benefícios, as mesmas apresentam problemas que precisam ser contornados para poderem serem melhores exploradas. Um dos problemas destacados, é o custo computacional e o esforço necessário para o desenvolvimento da tecnologia, uma vez que esses sistemas dependem de hardwares complexos. Um por exemplo disso são os sensores utilizados nessas interfaces que emitir bons sinais cerebrais. Além disso, outras características devem ser presentes nesses dispositivos, como serem fáceis de configurar e montar, e devem funcionar por muitas horas sem manutenção.

1.3.6 Análise de resultados

É possível realizar uma análise comparativa entre estas interfaces, buscando entender em quais condições e circunstâncias cada uma proporciona uma melhor usabilidade, também identificando qual mais se destaca. A abaixo expõem de forma resumida, com o propósito comparativo, as características das interfaces de interação.

Como pode ser visto, as interfaces de linha de comando possuem uma experiência textual e o teclado como meio de interação. Essa combinação faz com que essa interface seja perfeita para a execução de tarefas específicas, ou programas operados por comandos como, é o caso dos terminais em um computador ou editores de textos. Esse tipo de interface é bom tanto para o desenvolvedor como para o usuário, pelo lado do desenvolvedor, os ajustes

necessários para que a interação seja possível são mínimos, visto que não se faz necessário projetar uma interface gráfica, este fato é o que a torna benéfica para os usuários, pois o fato de não precisarem de GUI's, faz com que seja dispensável possuir um computador com um alto poder computacional, já que não requerem muita memória. Logo, é possível recomendar que esse tipo de interface seja utilizado para aplicações que não necessitam de interface gráfica, que sejam altamente customizáveis (comandos podem conter diversos argumentos) ou replicáveis (já que existe a opção de copiar comandos).

Diferentemente da interface por linhas de comando, as interfaces gráficas possuem um dispositivo de entrada a mais, o mouse, que permite a interação com diversos elementos na tela. Como é possível ter o *feedback* contínuo do estado a aplicação, é possível realizar tarefas mais complexas onde mais detalhes são exibidos na tela. Devido à representação gráfica, onde os elementos podem ser organizados de uma forma que a interação fique mais intuitiva, as chances do usuário conseguir se guiar sozinho no sistema é alta, o que não ocorre nas CLIs, pois se o usuário desconhece os comandos a serem inseridos, o mesmo terá que recorrer à documentação. Logo, as interfaces gráficas são recomendadas para a maioria das aplicações, onde o usuário precisa ter um *feedback* visual, podendo ver de forma direta as consequências de suas ações. Desta forma, ao comparar as interfaces gráficas com as interfaces de texto pode-se concluir que, a GUI é mais fácil de usar, porém as CLI exigem menos recursos computacionais.

Já as interfaces naturais, focam-se em “aproximar” a interação do usuário com o sistema, empregando a forma que o ser humano age com o ambiente real. Isso permite uma interação com um nível baixo nível de aprendizado, pois o ser humano já está acostumado a falar, fazer gestos e tocar para se comunicar. Portanto, as NUIs são recomendadas para facilitar a interação com um sistema, retirando as barreiras físicas desnecessárias, proporcionando ao usuário uma maior imersão, isso não significa que as interfaces não utilizam dispositivos físicos para a interação, mas o foco do usuário acaba sendo na totalmente voltada para interação e experiência com o sistema e não em como ela é realizada, abstraindo facilmente a tecnologia que envolve a interação. Um exemplo disso seria o esforço necessário pela parte do usuário para conseguir saber a previsão do tempo ou a condição do trânsito, em vez de ter que digitar em um buscador, ou abrir um

aplicativo para selecionar o dia e o local, através de uma interface de voz, o usuário consegue a sua resposta da mesma forma que conseguiria conversando com outro humano. Desta maneira, as NUIs são consideradas qualquer interface que além dos padrões da GUI logo, pode-se concluir que elas são indicadas para interações que possuam um paralelo no dia a dia humano ou que cujo sistema necessite do desempenho máximo do usuário.

1.4 Conclusão e Trabalhos Futuros

1.4.1 Conclusão

Neste trabalho, foi visto que desde o início da história da computação até os dias atuais, surgiram diversas formas de interação entre homens e máquinas. E com o intuito de simplificar essa comunicação, a área da IHC não mediu esforços para transformar essa experiência em algo fácil e intuitivo para as pessoas. Desta forma, o trabalho foi focado no estudo histórico e teórico das interfaces por linhas de comando, gráficas e naturais, mostrando suas evoluções, desde as interfaces pouco interativas até as naturais, principais características, vantagens, desvantagens e principais usos de cada interface. Com essas informações, foi possível realizar uma análise comparativa de modo a destacar o melhor uso para cada uma delas.

Com a análise, concluiu-se que as interfaces por linhas de comando, apesar não serem tão intuitivas, são boas para aplicações e que não necessitam de interfaces gráficas e que são customizáveis, e apesar de ser uma interface antiga, ainda são bem utilizadas. Já as interfaces gráficas, são utilizadas para sistemas que precisam ter um *feedback* visual direto e precisam mostrar uma grande quantidade de informações na tela. Por outro lado, as interfaces naturais são recomendadas para dispositivos cuja interação pode ser realizada através de ações comuns ao ser humano, como fala e gestos, de modo a proporcionar uma experiência mais fácil e intuitiva. Também foi possível concluir que a evolução dessas interfaces proporcionaram maior adaptação as necessidades dos usuários, tornando-se cada vez mais presentes na sociedade e abrindo oportunidades para novas formas de interação.

1.4.2 Trabalhos e Horizontes futuros

A partir da discussão de algumas características e fazendo uma breve comparação entre os tipos de interfaces, foi possível analisar as interfaces e compreender a sua evolução histórica. Desta forma, novas oportunidades de estudos se tornaram possíveis para melhorar os resultados e abranger tecnologias futuras. Com isto em mente, o próximo passo seria a realização de uma compilação de orientações de como implementar essas interfaces, explorando os pontos fortes e lidar com os pontos fracos. Outra oportunidade de estudos também seria o aprofundamento na área de interfaces cérebro-computador e suas aplicações, para poder realizar a comparação da mesma junto as outras interfaces.

Referências

- [1] WINOGRAD Terry. Computers Connecting People. In: Procesings of CLIHC 2003, PUC-Rio, Rio de Janeiro, P.3.
- [2] FERNANDES, Gildásio G.. Avaliação de interface Humano computador: Prática para Ambientes Virtuais. tutorvirtual, 2013.
- [3] BARBOSA, Simone; SILVA, Bruno; SILVEIRA, Milene; DARIN, Ticiane; BARBOSA, Gabriel. Interação Humano-Computador e experiência do Usuário. 1. ed. Rio de Janeiro: [s. n.], 2021.
- [4] BARBOSA, Simone Diniz Junqueira . Avaliação de Interfaces de Usuário – Conceitos e Métodos. In: Juan Manuel Adán Coello; Sandra C. P. Ferraz Fabbri. (Org.). Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Campinas: SBC, 2003, v. 2, p. 245-293.
- [5] Kammersgaard, John. Four different perspectives on human computer interaction. International Journal of Man-Machine Studies, 1988, 28(4):343-362.

- [6] NILSEN, Jakob Usability Engineering. San Francisco, Morgan Kaufmann, 1993. 362p.
- [7] Barbosa, S.D.J.; Silva, B.S.da, Silveira, M.S., Gasparini, I., Darin, T., Barbosa, G.D.J. (Interação Humano-Computador e Experiência do usuário. [S.l.]: Autopublicação, 2021. 336 p.
- [10] NILSEN, Jakob. 10 Usability Heuristics for User Interface Design. [S. l.]: Nielsen Norman Group, 1994. Disponível em: nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics. Acesso em: 2 nov. 2021.
- [11] MONTEIRO, M.A, Introdução à Organização dos Computadores, 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. 498 p.
- [12] APARECIDO BERTOLINI, Edson; BAPTISTELA, Rodrigo; NOBORU SASAKI, Eduardo. A História dos Computadores e Mainframes nos Ambientes Comerciais., [S.l.], p.60-72.
- [13] NORMAN, Don. The next UI breakthrough: command lines interactions, [s.l.], p. 44-45, 2007. DOI:<https://doi.org/10.1145/1242421.1242449>
- [14] WHITE, George M. MECHANICAL SPEECH RECOGNITION FOR THE PARALYZED OR PROFOUNDLY DEAF. TR-60-72-EE4 Dec 72, p. 48, 1972.
- [15] GLANTZ, Richard S. SHOEBBOX: a personal file handling system for textual data. Proceedings of the November 17-19, fall joint computer conference, p. 535-545, 1970.
- [16] Sebesta, Robert Conceitos de linguagens de programação. 11th edição. Grupo A, 2018
- [17] Walker, J. Art of Human-Computer Interface Design 1st Edition. Cidade: Editora, 1990.
- [18] PRESSMAN, R.S. Engenharia de software: a abordagem de um profissional. 3ªed. Nova York: McGraw- Hill, 1992. 793p.

[19] SUÁREZ-GUERRA, Sergio; OROPEZA-RODRIGUEZ, Jose Luis. Introduction to Speech Recognition. *Advances in Audio and Speech Signal Processing: Technologies and Applications*. IGI Global, p. 325-348, 2007.

[20] Google/Peerless Insights, “Voice-Activated Speakers: People’s Lives Are Changing,” n=1,642, U.S. monthly active voice-activated speaker owners (Amazon Echo/Dot and Google Home), A18+, Aug. 2017.

[21] PwC Consumer Intelligence Series voice assistants survey, 2018

[22] Kem.Laurin Kramer *User Experience in the Age of Sustainability*. Boston: Morgan Kaufmann, 2012.

[23] Fischer, Alice E.; Grodzinsky, Frances *The Anatomy of Programming Languages*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1993.

[24] Frank da Cruz. *Programming the ENIAC*. Columbia University Computing History, 2021. Disponível em: <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/eniac.html>.

[25] MADUSHANKA, Sakuna. ‘Gerações de interfaces de usuário’. [S. l.], 6 nov. 2020. Disponível em: <https://sakuwwz.medium.com/generations-of-user-interfacesd3d8bcf9d0b7>. Acesso em: 12 nov. 2021.

[26] TURNER, Rich. *Windows Command-Line: Background*. [S. l.], 20 jun. 2018. Disponível em: <https://devblogs.microsoft.com/commandline/windows-command-line-background/>. Acesso em: 14 nov. 2021.

[27] MANN, Steve *Intelligent Image Processing*. Wiley-IEEE Press, December 2001.

[28] Sander Maeda, Garbin. *Estudo da evolução das interfaces Homem-Computador*. Curso de Engenharia Eletrônica, Universidade de São Paulo, 2010.

- [29] Susan B. Barnes. User Friendly: A Short History of the Graphical User Interface, Sacred Heart University Review, v. 16, n. 1 e 2, Outono 1995/ Primavera 1996.
- [30] SANT'ANNA, Andrew de Castro. FERRONATO, Ana Carolina., Interfaces Naturais e Interfaces Tangáveis, IHC.
- [31] D'OLITZSCHER, Frank; HELD, Markus; SULISTIO, Anthony; REICH, Christoph. ViteraaS: Virtual Cluster as a Service. Proceedings – 2011 3rd IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science, CloudCom 2011. 652-657. 10.1109/CloudCom.2011.101.
- [32] PANAY, Panos. Introducing Windows 11. [S. l.], 24 jun. 2021. Disponível em: <https://blogs.windows.com/windowsexperience/2021/06/24/introducing-windows-11/>. Acesso em: 15 nov. 2021.
- [33] Fortran Disponível em: <https://www.wikiwand.com/pt/Fortran>.
- [34] Myers, Brad. . UIMs, Toolkits, Interface Builders 1. 1996, Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/A-screen-from-the-Macintosh-showing-3-windows-covering-each-other-and-some-icons-alongf ig2250278525>. Acesso: 18 nov. 2021.
- [35] I.Florence. From touch displays to the Surface: A brief history of touchscreen technology, 2013. Disponível em: <https://arstechnica.com/gadgets/2013/04/from-touch-displays-to-the-surface-a-brief-history-of-touchscreen-technology/>.
- [36] I.Florence. A Brief History of ASR: Automatic Speech Recognition, 2018. Disponível em: <https://letrario.pt/a-brief-history-of-asr-automatic-speech-recognition/>.
- [37] Adam.J.A. Virtual reality is for real IEEE Spectrum, 30(10), 22-29, 1993.
- [38] Brooks, F. P. What's real about virtual reality? IEEE Computer Graphics and Applications, 19(6) 1999.

[39] Brooks, F.P. Detailed Survey on Motion Sensing, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2019/04/03/centro-de-reabilitacao-de-araras-implanta-realidade-virtual-como-tratamento-para-mobilidade.ghtml>.

[40] TUTEJA, Deepak; JAIN, Dhruv; SINGLA, Hemant; SHARMA, Divya. Detailed Survey on Motion Sensing. Journal of Basic and Applied Engineering Research, v. Volume 1, p.27-31, out.2014.

[41] PINTO, Cristina. Nova abordagem para cadeiras de rodas controladas pelo cérebro obtém nível de precisão sem precedentes. Universidade de Coimbra, 4 mar. 2021. Disponível em: <https://noticias.uc.pt/artigos/nova-abordagem-para-cadeiras-de-rodas-controladas-pelo-cerebro-obtem-nivel-de-precisao-sem-precedentes/>. Acesso em: 16 nov. 2021.

[42] PISARCHIK, Alexander N.; MAKSIMENKO, Vladimir A.; HRAMOV, Alexander E. From novel technology to novel applications: Comment on “An integrated brain-machine interface platform with thousands of channels” by Elon Musk and Neuralink. Journal of medical Internet research, v. 21, n. 10, p. e16356, 2019.

[43] WOLPAW, J.R. *et al.* Brain-Computer Interface Technology: A Review of the First International Meeting. IEEE TRANSACTIONS ON REHABILITATION ENGINEERING, 8, n. 2, 2000.

2 TESTES E AVALIAÇÕES DA INTERAÇÃO

*Felipe Melo Feliciano de Sá
João Matheus Falcão de Oliveira
Jordan Elias Rodrigues*

2.1 Introdução

Este capítulo abordará tipos e técnicas de testes e tem como foco duas vertentes. A primeira é voltada para o desenvolvimento de sistemas, onde será visto técnicas para análise de sistemas, com ênfase em experiência do usuário, usabilidade do sistema e avaliação de interfaces. A segunda é voltada em testes com usuários, com ênfase na pesquisa científica.

Do ponto de vista de desenvolvimento de sistema, é impossível existir um sistema que seja 100% perfeito, sem defeitos. Então as técnicas de testes são essenciais para identificá-los e minimizar os problemas [1]. Existem diversas camadas de testes, desde o mais baixo nível do sistema, ou seja, do menor componente do código-fonte, até o produto final, pronto para ser utilizado por usuários. Portanto é imprescindível saber o que, como, e quando testar.

Na maioria das pesquisas científicas, é necessário realizar testes com usuários na etapa de validação do problema a ser solucionado, pois há necessidade de realizar entrevistas com indivíduos para compreender se de fato o problema pensado é existente. Outro momento de realização de testes, é na obtenção de dados que envolvam indivíduos. No Laboratório de Interação e Mídia, a principal pesquisa sendo realizada durante o desenvolvimento deste livro, é a análise de ondas cerebrais para reconhecimento de emoções. Realizar pesquisas com usuários nesse projeto é essencial para uma maior amostragem, com foco de uma diversificação maior dos dados obtidos e também auxiliar no reconhecimento de padrões neurais.

2.2 Métodos

2.2.1 Tipos de Testes

Como já foi falado, os testes são extremamente importantes na validação de um artefato. Pois asseguram a qualidade da pesquisa ou do que está sendo desenvolvido. E para que o objetivo seja atingido com o maior valor possível, existem diversos tipos de técnicas de testes existentes[1]. Dependendo do modelo de processo de desenvolvimento, esses métodos e técnicas podem ser aplicados em qualquer etapa do processo, basta escolher o que se adequa mais com a equipe e o objetivo definido.

2.2.1.1 Testes de Caixa-Branca

Os testes de caixa-branca, são aqueles mais aplicados ao desenvolvimento de software ou hardware. O conceito de caixa-branca é que algo está aberto, ou de fácil acesso. Pensando neste conceito, podemos afirmar que testes de caixa branca são aqueles em que o testador tem acesso ao código fonte do artefato. Normalmente, neste tipo de teste, o profissional busca compreender se a sua lógica está eficiente e eficaz, além de verificar os caminhos pelo qual o fluxo de dados passa, objetivando atender todas as condições esperadas [1].

No Laboratório de Interação e Mídia, os testes de caixa branca ainda não foram muito bem explorados. Uma vez que o principal foco do laboratório é compreender a Interação Humano Computador, e esta está muito mais relacionada a testes funcionais, ou caixa-preta, como iremos ver posteriormente.

Porém, é importante estudar estes conceitos de testes não funcionais para compreender toda a lógica por trás das técnicas de testes, e porquê determinadas técnicas foram escolhidas.

2.2.1.1.1 Testes Unitários

Os testes unitários (também conhecidos como testes de unidade ou componente) são os de mais baixo nível, ou seja, olha-se em nível de código fonte. Portanto, é de caixa-branca. E de acordo com [1], podemos elencar alguns objetivos:

- Evitar que problemas se espalhem para níveis mais altos do sistema;
- Minimizar riscos;
- Averiguar comportamentos funcionais e não funcionais do componente especificado e projetado;
- Edificar a confiança na qualidade da unidade;
- Encontrar problemas na unidade;

O teste de unidade normalmente é realizado separadamente das demais funcionalidades do sistema, porém depende do modelo de desenvolvimento de software escolhido e do estado atual da aplicação, que pode exigir controladores, simuladores, objetos simulados, estrutura e virtualização de serviços [1].

Os testes unitários geralmente são realizados pelo próprio desenvolvedor que programou o componente, contudo é fundamental que se tenha acesso ao código testado. A rotina mais comum pelos desenvolvedores, é escrever o código e depois testar o componente recém escrito. Em modelos ágeis de desenvolvimento de software, codificar casos de teste unitários automatizados pode ser realizado antes mesmo da gravação do código da aplicação.

2.2.1.1.2 Testes de Integração

Ao contrário dos testes unitários que são realizados no nível mais baixo do sistema, testando o menor componente, os testes de integração testam grupos de componentes e como eles interagem entre si. Os testes de integração são realizados após os testes unitários e, na maioria dos casos, são automatizados [1].

São focados nas interações entre sistemas, pacotes, micro serviços e interface. Também pode-se testar rotas externas de serviços Web. O teste pode ser realizado sequencialmente após os testes de sistema, ou em paralelo com o desenvolvimento do sistema em modelos de desenvolvimento de software incremental e iterativo. Os objetos podem ser APIs, interfaces, micro serviços, subsistemas, banco de dados e infraestrutura.

Possíveis defeitos relacionados a teste de integração podem ser identificados como falha na comunicação entre dois ou mais sistemas, dados transmitidos incorretamente, ausentes ou codificados em logicamente incorretos.

2.2.1.2 Testes de Caixa-Preta

Ao contrário dos testes de caixa-branca, os de caixa-preta são aqueles em que não se tem acesso ao código fonte. Também são conhecidos por testes funcionais. O teste funcional leva em consideração o comportamento do sistema como um todo.

Para avaliar o comportamento do sistema, é necessário que se faça um mapeamento de todas as funcionalidades existentes. Na área de testes, chamamos esse mapeamento de cobertura funcional do sistema. Essa cobertura comumente é feita no levantamento de requisitos do artefato a ser gerado, logo no início do processo de desenvolvimento [1].

2.2.1.2.1 Testes de Sistema

O teste de sistema tem como objetivo executar o software do ponto de vista do seu usuário final, ou seja, o testador se colocará no lugar do usuário que utilizará o sistema. Porém, ainda, com a visão do testador, porque o usuário final não está procurando erros, ele quer simplesmente utilizar o software ou hardware desenvolvido. Então o testador executa o sistema do ponto de vista do usuário, utilizando o dispositivo e a plataforma na qual o sistema foi desenvolvido. Não é mais através de programação como ocorre nos testes de unidade e integração. É utilizar a própria interface do usuário final [1].

Outro ponto importante, é que o teste de sistema não é realizado por desenvolvedores ou programadores, como acontece em testes unitários e de integração. Existe um profissional específico para isso, comumente chamado analista de testes ou analista de qualidade de software.

Escrever e documentar scripts de testes são essenciais, e existem diversas técnicas de testes de sistema, pois é necessário saber o que deve ser observado e testado. Algumas dessas técnicas serão mais exploradas na próxima seção de Heurísticas de Usabilidade, técnicas as quais são bem utilizadas no Laboratório de Interação e Mídia.

2.2.1.2.1.1 Heurísticas de Usabilidade

Pode-se entender como heurística, estratégias que ajudam na tomada de decisão. São bem importantes na análise de interfaces, contribuindo na construção de interfaces com uma melhor usabilidade, afetando diretamente a experiência do usuário.

Na década de 90, Jakob Nielsen e Rolf Molich estavam investigando formas de medir a usabilidade de um sistema, por meio de uma avaliação heurística. Então definiram dez heurísticas [2] essenciais que todo bom sistema essencialmente deve ter para uma boa experiência do usuário. E são elas:

- Diálogos simples e naturais: Deve-se apresentar exatamente a informação que o usuário precisa no momento, nem mais nem menos. A sequência da interação e o acesso aos objetos e operações devem ser compatíveis ao modo pelo qual o usuário realiza suas tarefas.
- Falar a linguagem do usuário: a terminologia deve ser baseada na linguagem do usuário e não orientada ao sistema. As informações devem ser organizadas conforme o modelo mental do usuário.
- Minimizar a sobrecarga de memória do usuário: o sistema deve mostrar os elementos de diálogo e permitir que o usuário faça suas escolhas, sem a necessidade de lembrar um comando específico.
- Consistência: um mesmo comando ou ação deve ter sempre o mesmo efeito. A mesma operação deve ser apresentada na mesma localização e deve ser formatada/apresentada da mesma maneira para facilitar o reconhecimento.
- Feedback: o sistema deve informar continuamente ao usuário sobre o que ele está fazendo. 10 segundos é o limite para manter a atenção do usuário focalizada no diálogo.
- Saídas claramente demarcadas: o usuário controla o sistema. Ele pode, a qualquer momento, abortar uma tarefa, ou desfazer uma operação e retornar ao estado anterior.
- Atalhos: para usuários experientes executarem as operações mais rapidamente. Abreviações, teclas de função, duplo clique no mouse,

função de volta em sistemas hipertexto. Atalhos também servem para recuperar informações que estão numa profundidade na árvore navegacional a partir da interface principal.

- Boas mensagens de erro: linguagem clara e sem códigos. Devem ajudar o usuário a entender e resolver o problema. Não devem culpar ou intimidar o usuário.
- Prevenir erros: evitar situações de erro. Conhecer as situações que mais provocam erros e modificar a interface para que estes erros não ocorram.
- Ajuda e documentação: o ideal é que uma interface seja tão fácil de usar (intuitivo) que não necessite de ajuda ou documentação. Se for necessária a ajuda deve estar facilmente acessível e on-line.

2.2.1.3 Teste Alfa

Os testes alfa são a fase inicial de validação de se um novo produto funcionará como esperado. Os testes Alfa são realizados no início do processo de desenvolvimento pelo pessoal interno e são seguidos por testes beta, nos quais uma amostra do público previsto experimenta de fato o produto[1].

Os produtos passam normalmente por várias fases de teste antes de serem lançados a um público principal. A fase de teste alfa está intimamente associada aos esforços de Prova de Conceito (POC). A utilização das duas primeiras letras do alfabeto grego para diferenciar os testes internos dos testes orientados para o cliente teve origem no desenvolvimento de software, mas os rótulos são agora utilizados por engenheiros de produção em muitas indústrias.

No desenvolvimento de software, o conceito de testes alfa e beta está frequentemente associado a modelos clássicos de concepção de cascatas, nos quais uma fase de desenvolvimento deve ser concluída antes de se poder iniciar a fase seguinte. Em DevOps e abordagens iterativas ao desenvolvimento de software, tais como a integração contínua (CI) e a entrega contínua (CD), os conceitos formais alfa/beta simplesmente não se aplicam. Em vez disso, cada iteração de CI/CD é um teste alfa, e com efeito, os testes alfa nunca terminam.

Os testadores Alfa avaliam o funcionamento interno da própria tecnologia, um passo que também é referido como teste da caixa branca. Os participantes nos testes Alfa tendem a ser engenheiros que possuem os conhecimentos necessários para dar aos programadores feedback técnico e conselhos sobre como corrigir o que está errado.

Na primeira fase dos testes alfa, os participantes procuram tipicamente erros importantes e falhas de características que irão impedir o produto de desempenhar as funções pretendidas. Por exemplo, suponha-se que um produto de software se destina a suportar muitos usuários simultâneos. Os testes alfa podem incluir testes de carga para assegurar que o código subjacente e a arquitetura física podem suportar a funcionalidade do produto sob várias condições.

Uma segunda fase ocorre quando os programadores entregam o software a profissionais de garantia de qualidade (GQ) para testes adicionais num ambiente de encenação que é semelhante ao ambiente de produção. Os testes são conduzidos num ambiente de encenação, de modo que se houver uma falha grave e o sistema quebrar, o ambiente de produção não será afetado.

Os testes Alfa e Beta são ambos tipos de testes de aceitação. Durante os testes alfa, os dados não são reais e, tipicamente, o conjunto de dados é muito pequeno a fim de facilitar a depuração e a análise da causa raiz. Os participantes nos testes beta são potenciais clientes que concordaram em testar uma aplicação possivelmente instável. Os utilizadores criam os seus próprios conjuntos de dados e o foco do teste muda para a usabilidade e avaliação do desempenho na vida real com vários usuários usando o seu próprio hardware.

2.2.1.4 Teste Beta

O Teste Beta é a etapa no desenvolvimento de software em que se tem a oportunidade de testar a aplicação em um ambiente de produção, com usuários reais. Com a finalidade de encontrar possíveis falhas no sistema[1].

Os testes Beta são a ronda final de testes antes do lançamento de um produto a um vasto público. O objetivo é descobrir o maior número possível de bugs ou problemas de usabilidade neste ambiente controlado.

Os testadores Beta são utilizadores “reais” e realizam os seus testes num ambiente de produção que funciona no mesmo hardware, redes, etc., que a versão final. Isto também significa que é a primeira oportunidade para testes de segurança e fiabilidade totais porque esses testes não podem ser conduzidos num ambiente de laboratório ou de palco.

Os testes Beta podem ser abertos ou fechados. Num teste aberto, qualquer pessoa pode utilizar o produto e é normalmente apresentada com algumas mensagens de que o produto está em fase beta e é dado um método para a apresentação de feedback. Em beta fechado, o teste é limitado a um conjunto específico de testadores, que pode ser composto por clientes atuais, primeiros utilizadores, e/ou testadores beta pagos. Por vezes são conduzidos desviando uma certa percentagem de utilizadores para o local beta, em vez da versão atual.

Os testes podem durar um determinado período ou decorrer até que novos problemas deixem de ser comunicados e todos os mais importantes tenham sido abordados.

Os testes Beta são a melhor hipótese de encontrar bugs e problemas de usabilidade antes de um produto ser lançado. Embora os testes internos possam revelar muitos problemas, nada pode realmente simular utilizadores reais a tentarem completar tarefas reais.

Além disso, os testes beta são a primeira oportunidade de testar software num ambiente de produção real em vez de num ambiente de laboratório ou palco. Isto assegura que o software pode funcionar sob cargas de trabalho reais e que a velocidade, o armazenamento e a escalabilidade funcionam como esperado.

Além de encontrar problemas, os testes são uma oportunidade para validar hipóteses sobre a forma como os usuários utilizarão novas funcionalidades e assegurar que o produto satisfaz os requisitos e expectativas. Embora o teste beta não seja tipicamente um período em que novas características ou funcionalidades são introduzidas, pode informar qualquer “acompanhamento rápido” necessário para satisfazer plenamente as necessidades dos utilizadores.

Os testes beta são também uma oportunidade para refinar o posicionamento, marketing e comunicação sobre o produto, uma vez que estes podem ser testados em relação com as pessoas que o estão utilizando agora.

Outro objetivo potencial dos testes surge quando os convites para o beta que são “exclusivos”. Isto é porque é mais relevante para novos produtos do que para lançamentos subsequentes. No entanto, a obtenção de alguns influenciadores de lançamento precoce no grupo de testes beta pode criar alguma agitação e antecipação para o lançamento geral.

Os gestores de produtos podem aproveitar a inundação de feedback dos testes beta para recolher uma série de ideias e sugestões a considerar para lançamentos futuros. Além disso, como os testadores são encorajados (e por vezes incentivados) a fornecer feedback, é muito mais provável que façam pedidos e comentários do que os utilizadores típicos proativamente.

Os testes Beta são também uma oportunidade de começar a analisar o comportamento de utilização e a análise para confirmar que os utilizadores interagem com o produto como esperado ou descobrem padrões de utilização inesperados. Reunir essas aprendizagens antes de um lançamento geral pode informar as prioridades sobre a educação dos utilizadores, a integração, a ajuda aos utilizadores, e a documentação para torná-la uma experiência mais suave para a base de usuários em geral.

O feedback dos testes também pode ser utilizado como munição se houver uma disputa sobre o quão grande pode ser um “problema conhecido”. Por exemplo, se o desenvolvimento do produto foi resistente ao abordar algo, a entrada dos testadores beta pode ajudar a gestão do produto a fazer um caso mais forte de que este deve ser resolvido.

Os gestores de produto também podem realizar experiências e testes a/b durante os testes beta, vendo quais as diferentes solicitações, notificações, mensagens, layouts, e conteúdo apresentado e conduzem o comportamento desejado.

Olhar para o desempenho do ambiente de produção durante os testes também pode contribuir para a agressividade com que o produto deve ser lançado para fora. Por exemplo, se a escalabilidade parecer ser um problema durante o teste beta, a implementação pode ser retardada para evitar uma grande interrupção ou problemas de desempenho. Ao mesmo tempo, a infraestrutura é aumentada para uma carga mais significativa.

Finalmente, pode validar que quaisquer KPIs ou OKRs estejam correlacionados com o comportamento esperado. Por exemplo, pode esperar-se que um usuário que conclua uma determinada tarefa conduza a uma maior utilização ou a visitas repetidas. No entanto, se os números não confirmarem isso, essas métricas podem precisar de ser ajustadas ou não priorizadas.

Os testes Beta são preciosos para as equipas de produtos e devem ser um item de lista de verificação para qualquer lançamento importante. Mas, infelizmente, não há simplesmente nada que possa substituir utilizadores reais usando o produto real num ambiente real.

O feedback recolhido melhorará a versão atual e ajudar a definir prioridades para futuras versões e assegurar que o roteiro e o planeamento são tão sensíveis quanto possível ao que se está a aprender com o mercado. Além disso, os dados dos testadores vêm em quantidades muito maiores e muitas vezes com mais detalhes do que o típico feedback do produto, que chega de certa forma de forma aleatória e através de vários canais.

Requer algum trabalho e empenho para apoiar um ambiente de teste beta paralelo ao atual lançamento da produção e recrutamento e gestão dos testadores beta, incluindo comunicação e recolha e análise de feedback. Mas as recompensas de um teste beta geralmente compensam os custos dos recursos e o tempo de colocação no mercado, assegurando que a versão final seja de alta qualidade, totalmente verificada e pronta para o horário nobre.

2.2.1.5 Teste de Regressão

O teste de regressão garante que o sistema funcione independentemente das atualizações feitas. Pois é executado com a finalidade de que uma implementação feita não afete as demais funcionalidades do sistema como um todo[1].

Sempre que uma nova modificação é adicionada ao código, são aplicados testes de regressão para garantir que, após cada atualização, o sistema permanece sustentável sob melhorias contínuas.

Alterações no código podem envolver dependências, defeitos, ou mau funcionamento. Os testes de regressão visam mitigar estes riscos, para que o

código previamente desenvolvido e testado permaneça operacional após novas alterações.

Geralmente, uma aplicação passa por múltiplos testes antes de as alterações serem integradas no principal ramo de desenvolvimento. Os testes de regressão são a etapa final, pois verificam os comportamentos do produto como um todo.

Tipicamente, os testes de regressão são aplicados nestas circunstâncias:

É acrescentado um novo requisito a uma característica existente. Uma nova característica ou funcionalidade é adicionada. A base de código é corrigida para resolver defeitos. O código fonte é otimizado para melhorar o desempenho. São acrescentados patches de correção. Alterações na configuração.

A automatização de testes é um elemento necessário nas práticas de desenvolvimento de software. Do mesmo modo, o teste de regressão automatizado é também considerado uma peça crítica do quebra-cabeças.

Com um rápido processo de teste de regressão, as equipas de produtos podem receber um feedback mais informativo e responder instantaneamente. Os testes de regressão detectam novos bugs no início do ciclo de implementação, para que as empresas não tenham de investir em custos e esforços de manutenção para resolver os defeitos acumulados. Por vezes, uma modificação aparentemente suave pode causar um efeito dominó nas funções-chaves do produto.

É por isso que os programadores e testadores não devem deixar qualquer alteração, mesmo a mais pequena, que saia do seu âmbito de controlo.

Os testes funcionais apenas inspecionam os comportamentos das novas características e capacidades, mas não permitem saber se são compatíveis com as já existentes. Portanto, sem testes de regressão, é mais difícil e demorado investigar a causa-raiz e a arquitetura do produto.

As práticas de testes de regressão variam entre organizações. No entanto, existem algumas etapas básicas. Detectar alterações no Código Fonte: detectar a modificação e otimização no código fonte; depois identificar os componentes ou módulos que foram alterados, bem como o seu impacto nas características existentes. Priorizar essas alterações e requisitos do produto: em seguida,

dar prioridade a essas alterações e requisitos do produto para racionalizar o processo de teste com os correspondentes casos de teste e ferramentas de teste. Determinar Ponto de Entrada e Critérios de Entrada: assegurar se a sua candidatura cumpre a elegibilidade pré definida antes da execução do teste de regressão. Determinar o Ponto de Saída: Determinar uma saída ou ponto final para a elegibilidade requerida ou condições mínimas estabelecidas na terceira etapa. Programar os testes: Finalmente, identificar todos os componentes do teste e programar o tempo apropriado para a sua execução.

Os testes de regressão têm três métodos de implementação mais proeminentes, incluindo todos os testes de regressão, seleção de testes de regressão, e priorização de casos de teste. Na técnica de Regressão Completa, o teste de regressão é aplicado a todos os conjuntos de testes existentes. Embora seja a forma mais segura de assegurar que todos os bugs são detectados e resolvidos, este método requer tempo e recursos substanciais. É por isso que a abordagem de regressão completa encaixa melhor em certos contextos – por exemplo, quando a aplicação é ajustada para uma nova plataforma ou linguagem, ou quando o sistema operativo recebe uma atualização importante.

Na Seleção de Teste de Regressão, você pode selecionar as partes relevantes que podem ser afetadas pelas alterações e realizar testes de regressão apenas nestas partes escolhidas. Ao escolher as áreas relacionadas, pode aplicar casos de teste limitados e relevantes para reduzir tanto o tempo como o esforço investido nos testes de regressão.

Na priorização de casos de teste, pode optar por dar prioridade a casos de teste que devem ser incluídos e realizados primeiro no processo de teste de regressão. Estes casos de teste devem ser priorizados com base nestes critérios: taxa de falhas, impacto empresarial, e funcionalidades gradualmente utilizadas. Os casos de teste que se relacionam com as características do cliente e as novas funcionalidades acrescentadas são também de alta prioridade.

Os dois termos, re-teste e teste de regressão podem ser confusos para os principiantes da automação. Podem parecer semelhantes, mas são completamente diferentes um do outro.

Re-teste significa literalmente “testar novamente” por uma razão específica. O novo teste tem lugar quando um defeito no código fonte é corrigido ou quando um caso particular de teste falha na execução final e precisa de ser executado de novo.

Os testes de regressão são realizados para descobrir se as atualizações ou alterações causaram novos defeitos nas funções existentes. Esta etapa assegura a unificação do software.

Numa típica conduta de desenvolvimento de software re-testes são realizados antes das práticas de teste de regressão. O re-teste centra-se apenas nos casos de testes falhados; enquanto o teste de regressão é aplicado aos que passaram, a fim de verificar a existência de novos bugs inesperados. Outra nota importante é que o re-teste inclui verificações de erros, em contraste com os testes de regressão.

Além disso, a automatização é uma característica crucial nos testes de regressão, permitindo-lhe tirar o máximo partido das suas capacidades em casos de teste. Além disso, o teste de regressão elimina todos os efeitos secundários subjacentes causados por alterações de código da forma mais rentável possível.

Com a abordagem de desenvolvimento ágil, as equipas podem ganhar numerosos benefícios e valores, tais como o *time-to-market* acelerado, ROI, apoio ao cliente, e melhorias de produto. No entanto, isto vem com um desafio significativo de equilíbrio entre o desenvolvimento de *sprint* e os testes iterativos para evitar conflitos à medida que o produto amadurece.

A implementação ágil de testes de regressão desempenha um papel fundamental no alinhamento das funcionalidades existentes e atualizadas, evitando todo o retrabalho possível no futuro. Os testes de regressão ágeis asseguram que as funções do negócio são estáveis e sustentáveis.

Por outro lado, os testes de regressão ajudam os programadores a concentrar os seus esforços na construção de novas funcionalidades para a aplicação, em vez de continuarem a regressar para verificar a existência de defeitos nas funcionalidades antigas. A aplicação de testes de regressão revela os riscos inesperados na construção de software, ajudando os programadores a responder de forma mais rápida e eficiente.

Em conclusão, os testes de regressão são fundamentais para melhorar a qualidade geral do produto e a experiência do utilizador. As ferramentas de teste de regressão correctas podem identificar significativamente todos os defeitos superficiais e eliminá-los logo no início do processo. Além disso, os testes de regressão em Agile oferecem uma série de vantagens técnicas e comerciais. Portanto, quanto mais a sua organização investir no planeamento e execução de testes de regressão, mais controle terá sobre o orçamento, o processo e a atenuação de erros do seu produto.

2.2.1.6 Testes com Usuários

Os testes com usuários são fundamentais para o desenvolvimento de um artefato. Pois representa as motivações e necessidades do usuário em relação a um determinado artefato. No desenvolvimento de um sistema, não realizar testes com seus usuários ou público-alvo, este estará terá altas chances de estar fadado ao fracasso, pois não terá o feedback necessário para entregar um sistema com o maior valor possível.

É possível classificar os testes com usuários em dois tipos. O primeiro é a pesquisa com usuários antes mesmo do sistema ser desenvolvido, para validar a ideia proposta, e fazer um levantamento de requisitos do sistema. O segundo é o teste com usuários para avaliar um sistema já desenvolvido, seja um protótipo, ou próximo da versão final a ser lançada.

2.2.1.6.1 Pesquisa com Usuários e validação da ideia

Para validar uma ideia, é necessário fazer uma pesquisa de mercado com usuários. Um projeto só será rentável se for relevante. Um artefato é relevante quando soluciona um problema existente ou quando há demanda para a proposta do projeto. Tendo em vista esses pontos, é necessário ir para o campo e entrevistar possíveis usuários do sistema e verificar se eles gostariam de um produto com as características propostas. É um momento essencial para fazer o levantamento de requisitos do sistema e filtrar as melhores sugestões dos entrevistados.

Há diversas abordagens possíveis, basta o idealizador ou idealizadores do projeto definirem qual melhor se aplicará para o seu escopo. Uma das abordagens é realmente ir para o campo entrevistar pessoas aleatoriamente. É imprescindível que sejam planejadas as perguntas mais relevantes e essenciais para o projeto. E não deve ser um questionário muito grande para não entediar os entrevistados e obter respostas não muito bem pensadas.

Outra abordagem é já ter um protótipo do artefato e testar com usuários em um ambiente controlado. Há um custo maior de desenvolvimento do projeto nessa abordagem, porém o usuário consegue ter uma interação e uma visão melhor da proposta, não ficando apenas na abstração da ideia. Nessa abordagem já é possível também avaliar outros pontos, como aperfeiçoamento do design, por exemplo.

Como a principal proposta do laboratório é a Interação Humano Computador, a pesquisa com usuários é muito utilizada nos projetos, justamente pelos pontos citados acima.

2.2.1.6.2 Avaliação da Interface

Além das heurísticas já citadas anteriormente que podem ser utilizadas pelos próprios desenvolvedores e testadores do sistema para avaliar a interface. Também há testes com usuários para avaliação da interface. Podemos afirmar que essa é uma etapa crucial de qualquer projeto, pois é uma avaliação feita pelo próprio usuário do sistema. A avaliação normalmente é feita em um ambiente controlado, para evitar possíveis distrações e atrapalhar a experiência do usuário, e consequentemente resultados menos assertivos.

Nesse tipo de teste, é interessante passar um questionário preliminar para captar informações do estado do indivíduo antes do teste, e um pós teste para obter o feedback do usuário em relação ao conteúdo exposto. Um dos exemplos de questionários pós teste, é o *System Usability Scale*, mais voltado para avaliação de sistemas computacionais, que será exposto mais à frente neste capítulo.

Há diversas ferramentas para mapear o comportamento do usuário durante a fruição do conteúdo. Um dos mais utilizados é o mapeamento de calor, seja do cursor do mouse, ou ocular. Mapeamento este que permite observar quais foram

as ações do usuário durante o teste, permitindo compreender e analisar se os caminhos tomados pelo usuário correspondem à expectativa, ou se há outros cenários não esperados.

2.2.1.6.2.1 Questionário Preliminar

O questionário preliminar é uma ótima ferramenta de apoio para auxiliar na análise dos resultados de testes realizados com usuários. Pois serve fundamentalmente para registrar o estado psicológico e físico do usuário antes da realização dos testes. Então, caso ocorra um resultado inesperado, é importante consultar este questionário, para verificar se algum fator externo influenciou em resultados diferentes do esperado, auxiliando na identificação de possíveis ruídos.

Pode-se observar o questionário utilizado na Figura 1 a seguir:

QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

1. Quantas horas aproximadamente você dormiu na última noite?

- 1 a 2 horas
 3 a 4 horas
 5 a 6 horas
 7 a 8 horas
 Mais de 8 horas

2. Em uma escala de 1 a 5, o quanto você está com sono?

Pouco Muito
1 2 3 4 5

3. Em uma escala de 1 a 5, o quanto você está cansado fisicamente?

Pouco Muito
1 2 3 4 5

4. Em uma escala de 1 a 5, o quanto você está preocupado(a) com assuntos pessoais no momento?

Pouco Muito
1 2 3 4 5

5. Em uma escala de 1 a 5, o quão calmo você está no momento?

Pouco Muito
1 2 3 4 5

6. Em uma escala de 1 a 5, qual é o seu nível de fome?

Pouco Muito
1 2 3 4 5

7. Você toma algum remédio controlado?

- Sim
 Não

Figura 1: Questionário Preliminar

Fonte: Elaboração Própria

A Figura 1, relata uma ferramenta frequentemente utilizada no Laboratório de Interação e Mídia, nos testes com usuários de Interação Humano Computador. Conta com sete perguntas, sendo duas de múltipla escolha e cinco em escala likert, referentes às horas dormidas na última noite, escala de sono, cansaço físico, preocupação com assuntos pessoais, escala de relaxamento, nível de fome e se o usuário toma algum remédio controlado.

2.2.1.6.2.2 Questionário Pós Teste

O questionário pós teste é uma ferramenta de apoio na análise de testes com usuários. Auxilia a compreender os resultados obtidos baseado no feedback dos participantes.

No Laboratório de Interação e Mídia, o questionário pós teste é utilizado especialmente após a fruição de conteúdos, com o intuito de compreender os resultados obtidos das ondas cerebrais. A Figura 2 corresponde ao questionário pós teste de uma fruição de obras de arte.

QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE

1. Você gosta de obras de arte?

Sim
 Não

2. Qual obra você mais gostou?

3. O que mais te chamou atenção nessa obra?

4. Em uma escala de 1 a 5, o quanto você gostou do conteúdo?

Pouco Muito
1 2 3 4 5

5. Em uma escala de 1 a 5, como você se sentiu em relação ao conteúdo?

						
Triste	<input type="checkbox"/>	Feliz				
	1	2	3	4	5	

6. Em uma escala de 1 a 5, como você se sentiu em relação ao conteúdo?

						
Calmo	<input type="checkbox"/>	Agitado				
	1	2	3	4	5	

Figura 2: Questionário pós teste

Fonte: Elaboração Própria

O questionário, descrito na figura acima, é adaptável para o contexto do conteúdo exposto. Se o foco é analisar as emoções durante a fruição de um trailer de terror, por exemplo, perguntas como “Vocês gostam de conteúdos deste gênero?”, “Assistiria ao conteúdo completo no cinema?” são utilizadas com o intuito de tentar identificar padrões entre as pessoas que gostaram e não gostaram do conteúdo. Não há bem uma regra para elaborar este questionário, depende das perguntas que possam ser úteis na análise dos resultados.

2.2.1.6.2.3 Self-Assessment Manikin

Aproveitando o entendimento da importância dos questionários, há um excelente método de avaliação de sentimento do usuário durante os testes. O Self-Assessment Manikin (SAM) [3] é um método não verbal, que mede diretamente a excitação, o prazer e o domínio associados à reação afetiva de uma pessoa a uma ampla variedade de estímulos. O SAM é um método barato e fácil de avaliar rapidamente os relatos de resposta afetiva em muitos contextos. É baseado em escala likert, porém uma escala likert visual. Em relação ao prazer, podemos medir o quanto o indivíduo estava feliz ou triste durante os estímulos. Em relação à excitação, é possível medir o quanto o usuário estava calmo ou agitado. E sobre o domínio, é possível medir o nível de controle do usuário, sendo este mais utilizado na avaliação de sistemas.

No Laboratório de Interação e Mídia, é utilizado há pouco tempo, porém já demonstrou sua eficácia. É aplicado especialmente no questionário pós teste, porém apenas as perguntas relacionadas à excitação e valência são utilizadas, devido ao contexto da pesquisa em que foi aplicada. Pois como foi dito, a pergunta relacionada ao domínio é mais voltada à avaliação de sistemas. É possível observar o modelo SAM abaixo na Figura 3:

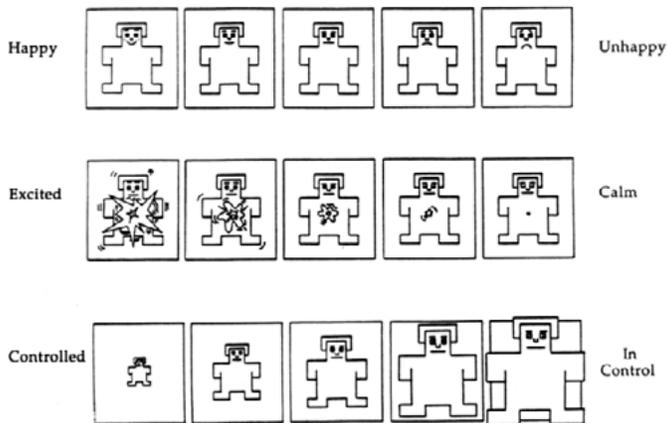


Figura 3: Self-Assessment Manikin [3]

2.2.1.6.2.4 System Usability Scale

Na avaliação de interfaces, a System Usability Scale (SUS) é uma escala Likert de dez perguntas que fornece uma visão global das avaliações subjetivas de usabilidade. Foi desenvolvido por John Brooke[4] no ano de 1986 como uma ferramenta a ser usada na engenharia de usabilidade de sistemas eletrônicos de escritório. O SUS fornece um tipo de visão subjetiva de alto nível da usabilidade e, portanto, é frequentemente usado na realização de comparações de usabilidade entre sistemas. Como ele produz uma única pontuação em uma escala de 0 a 100, pode ser usado para comparar até mesmo aqueles sistemas que são aparentemente diferentes. Esse aspecto unidimensional do SUS é tanto um benefício quanto uma desvantagem, pois o questionário é necessariamente bastante geral. Existe um método estabelecido para calcular o SUS:

- Para as perguntas ímpares, subtraímos 1 da pontuação que o usuário respondeu.
- Para as perguntas pares, subtraímos a resposta do usuário de 5.
- Pegamos a média das respostas e multiplicamos por 2,5 para encontrar a pontuação final do usuário
- Por fim, para encontrar o valor do SUS do aplicativo, tiramos a média das pontuações dos usuários.

E as 10 perguntas sobre a usabilidade do sistema são:

- Eu gostaria de usar o aplicativo com frequência.
- Eu acho o aplicativo desnecessariamente complexo.
- Eu achei o aplicativo fácil de usar.
- E acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o aplicativo.
- Eu acho que as várias funções do aplicativo estão muito bem integradas
- Eu acho que o aplicativo tem muitas inconsistências.
- Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse aplicativo rapidamente.
- Eu achei o aplicativo muito complicado de usar.
- Eu me senti confiante ao usar o aplicativo.
- Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o aplicativo.

Além da avaliação geral do sistema, é possível selecionar perguntas específicas para obter a pontuação de avaliação em outros quesitos. Pode-se pegar os itens 3, 4, 7 e 10, e obter uma avaliação sobre a facilidade de aprendizagem. Pegando os itens 5, 6 e 8 obtém-se a avaliação em relação à eficiência do sistema. Em relação à minimização dos erros, basta pegar apenas a pergunta 6. E para avaliar o nível de satisfação, usa-se as perguntas 1, 4 e 9.

2.2.2 Testes em Interface Cérebro-Computador (ICC)

Um dos métodos mais proeminentes para o desenvolvimento de interfaces cérebro-computador é o eletroencefalograma, por ser um meio não-invasivo, ter uma boa resolução temporal, ter maior mobilidade e portabilidade, ser mais acessível comercialmente, ter melhor usabilidade e medir a atividade cerebral diretamente [5]. Comparado com os outros métodos, se mostra mais indicado para o monitoramento de estímulos audiovisuais, devido a uma necessidade de analisar mudanças de dados conforme o tempo [6].

A eletroencefalografia (EEG) captura a atividade elétrica do cérebro por meio de eletrodos dispostos sobre pontos específicos do crânio do usuário, de acordo com o sistema 10:20, um padrão internacionalmente seguido para o posicionamento dos eletrodos no epicrânio. Ele aponta para as partes do córtex onde se torna possível o registro das ondas cerebrais. Esse método apresenta uma boa resolução temporal, possibilitando a captura de informações em tempo real, mas com baixa resolução espacial.

Os estudos de BCI e, porventura, seu uso podem ajudar a eliminar a subjetividade do gosto humano, alimentando os algoritmos com dados mais concretos e confiáveis, favorecendo a eficácia das recomendações. É comum a sugestão de obras que acabam decepcionando; outras, concomitantemente, que não são recomendadas pelos sistemas, agradariam aos indivíduos. São vários fatores que determinam o “gostar” ou “não gostar” de um filme, por exemplo. A presença de um determinado ator, um personagem, a inspiração em um livro, sinopse, ambientação, são alguns exemplos que podem despertar a vontade de assistir uma obra audiovisual. O mesmo raciocínio pode ser aplicado na avaliação das obras, quando os indivíduos terminam de assistir.

Além dos fatores listados acima, outros como ter gostado da história, da saga de personagens ou do final – feliz ou trágico, afetam a relação afetiva que o indivíduo constrói sobre a obra. É comum um filme ser considerado excelente até os últimos minutos, quando um acontecimento decepciona e faz com que toda avaliação seja negativa. Representar essa subjetividade nos algoritmos de recomendação ainda é um desafio para a teoria da computação.

2.2.2.1 A Eletroencefalografia usada

A EEG mede as flutuações de tensão resultante da corrente iônica dentro dos neurônios do cérebro. Para fins médicos, na eletroencefalografia moderna, mais de 21 sensores são utilizados com a finalidade de aferir 5 ondas fundamentais. No entanto, com o desenvolvimento de estudos em BCIs e feedback neural fora de ambientes clínicos, dispositivos mais baratos e com leituras simplificadas ganharam espaço no mercado.

Usamos um aparelho de eletroencefalografia *Emotiv Insight Model 1.0* para captar as ondas cerebrais de 9 usuários. Esse aparelho conta com 6 canais de EEG que possibilitam a leitura de cinco hemisférios diferentes do córtex cerebral proporcionando a aferição dos cinco tipos de ondas naquele local.

O já mencionado sistema internacional 10:20 de orientação para posicionamento dos eletrodos no couro cabeludo dos indivíduos conforme ilustra a figura abaixo, foi utilizado para conhecermos a localização de cada leitor do EEG.

Lotte *et al.* [7] explica que nesse sistema de localização os eletrodos são identificados com etiquetas. As letras correspondem a pontos corticais: frontal (F), temporal (T), parietal (P), occipital (O), central (C) e combinações destes para indicar intermediários locais. Os números dos eletrodos indicam lateralidade: números ímpares à esquerda, pares à direita e a letra “z” (zero) na linha média. O layout do eletrodo exibido considera 10% das distâncias intermediárias. A Central (retângulo) indica a localização do córtex motor primário. No caso do EEG *Emotiv Insight*, dispomos de 6 leitores, Pz, F4, F3, T7 e T8. O leitor T7 possui, portanto, dois sensores posicionados ambos atrás da orelha.

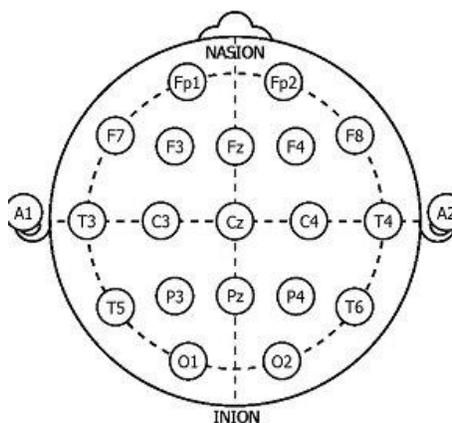


Figura 4: Esquema 10:20 de posicionamento [7]

Nem toda informação extraída do cérebro pelo uso de EEG é relevante para os fins desejados. Se faz necessário a seleção das informações necessárias e o tratamento dos ruídos, assim como o processamento dos dados obtidos. Para Boksem & Smidts [8], ondas da linha média-frontal beta são relacionadas às

preferências individuais. Quanto maior a amplitude de oscilação na frequência de onda beta, observado por meio do EEG, durante a visualização de um trailer de filme, maior a nota atribuída pelos participantes da pesquisa a filmes relacionados aos filmes que foram assistidos pelos trailers. Segundo Vecchiato [9], a dessincronização das ondas alpha do lado frontal-esquerdo do cérebro está positivamente relacionado ao nível de prazer e satisfação percebido ao assistir comerciais. Um aumento na potência das ondas theta na linha média-frontal é associada a sentimentos de prazer [10].

Dessa forma, pensando em avaliar o gosto de cada usuário, distribuímos os testes em duas etapas com apresentações de slides diferentes. Ao olhar uma imagem com atenção e se identificar com ela, despertar lembranças, o gráfico dispara picos de ondas principalmente no hemisfério frontal do cérebro. Ao final de cada fruição perguntávamos ao indivíduo qual imagem mais chamou sua atenção e a que menos lhe interessou. A motivação é que, com as imagens preferidas identificadas, possamos recomendar mais conteúdo similar, análogo ao que acontece com a recomendação baseada em conteúdo.

Usamos também ondas de calor geradas pelo software online *Gaze Recorder EyeTracking* para identificar o local de maior ponto de atenção e fixação do olhar via *webcam*. O EyeTracking é um método para estudar a atenção visual do usuário [11]. Esse mecanismo de rastreamento ocular utiliza a *webcam* (método baseado em tela) para identificar o campo de visão do indivíduo. Após fixar seu olhar sobre a tela uma mancha de calor se forma na posição identificada. Quanto mais tempo olhando fixamente para um ponto, mais avermelhada a mancha se torna. Essa ferramenta é um adicional para acompanhamento da atenção da audiência durante a fruição dos slides.

A leitura das ondas é feita pelo dispositivo de EEG e o gráfico é gerado através de um programa desenvolvido na linguagem Python. Na plotagem gráfica capturamos as ondas Alpha, Beta e Theta dos hemisférios F3, F4 e T7, que renomeamos para Px visando melhor entendimento. Estamos interessados em analisar esses três tipos de onda por indicarem alterações de concentração em tarefas, consciência e memória, respectivamente. Além disso, são esses os sensores que temos na touca nessas posições dos lobos. Em cada etapa de teste é discutido alguns casos que chamaram atenção durante o processo.

2.3. Resultados

2.3.1 Resultados utilizando System Usability Scale

Durante a vivência no Laboratório de Interação e Mídia, pequenos projetos com ênfase exclusivamente no aprendizado foram desenvolvidos. Um projeto que tinha como objetivo planejar e prototipar um artefato de serviço de streaming com foco em inclusão digital foi desenvolvido. Neste projeto o *System Usability Scale* foi aplicado, utilizando 10 usuários. Para calcular o SUS, foi utilizado o método já descrito anteriormente, e então o resultado obtido foi de 88% de aprovação, como pode ser observado na Figura 5.

Usuários	Pergunta 1	Pergunta 2	Pergunta 3	Pergunta 4	Pergunta 5	Pergunta 6	Pergunta 7	Pergunta 8	Pergunta 9	Pergunta 10	SUS Raw Score	SUS Final Score
User 1	5	5	5	4	5	1	5	1	5	1	33	82,5
User 2	3	3	3	5	3	1	5	3	1	5	18	45
User 3	5	2	4	3	3	3	5	2	3	1	29	72,5
User 4	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	40	100
User 5	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	40	100
User 6	5	2	5	1	5	1	5	1	4	1	38	95
User 7	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	40	100
User 8	5	1	5	1	5	5	5	1	4	1	35	87,5
User 9	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	39	97,5
User 10	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	40	100
Avarage											35,2	88

Figura 5: Resultado Geral utilizando SUS

Fonte: Elaboração Própria

Para calcular o índice de Facilidade de Aprendizagem, utilizamos a base do SUS já estabelecida. Para as perguntas ímpares, subtraímos 1 da pontuação que o usuário respondeu. Para as perguntas pares, subtraímos a resposta do usuário de 5. Pegamos a média das respostas e multiplicamos por 6,25 para encontrar a pontuação final do usuário. Por fim, tiramos a média das pontuações dos usuários. Então, o resultado obtido em Facilidade de Aprendizagem foi de 90% (Figura 6).

Facilidade de aprendizagem						
Usuários	Pergunta 3	Pergunta 4	Pergunta 7	Pergunta 10	Raw Score	Final Score
User 1	5	4	5	1	13	81,25
User 2	3	5	5	5	6	37,5
User 3	4	3	5	1	13	81,25
User 4	5	1	5	1	16	100
User 5	5	1	5	1	16	100
User 6	5	1	5	1	16	100
User 7	5	1	5	1	16	100
User 8	5	1	5	1	16	100
User 9	5	1	5	1	16	100
User 10	5	1	5	1	16	100
Avarage					14,4	90

Figura 6: Facilidade de Aprendizagem

Fonte: Elaboração Própria

Para calcular o índice de “Eficiência”, utilizamos a base do SUS já estabelecida. Para as perguntas ímpares, subtraímos 1 da pontuação que o usuário respondeu. Para as perguntas pares, subtraímos a resposta do usuário de 5. Pegamos a média das respostas e multiplicamos por 8,33 para encontrar a pontuação final do usuário. Por fim, tiramos a média das pontuações dos usuários. Um resultado de 89,17% foi obtido em Eficiência (Figura 7).

Eficiência					
Usuários	Pergunta 5	Pergunta 6	Pergunta 8	Raw Score	Final Score
User 1	5	1	1	12	100
User 2	3	1	3	8	66,66666666
User 3	3	3	2	7	58,33333333
User 4	5	1	1	12	100
User 5	5	1	1	12	100
User 6	5	1	1	12	100
User 7	5	1	1	12	100
User 8	5	5	1	8	66,66666666
User 9	5	1	1	12	100
User 10	5	1	1	12	100
Avarage				10,7	89,16666666

Figura 7: Eficiência

Fonte: Elaboração Própria

Para calcular o índice de “Satisfação”, utilizamos a base do SUS já estabelecida. Para as perguntas ímpares, subtraímos 1 da pontuação que o usuário respondeu. Para as perguntas pares, subtraímos a resposta do usuário de 5. Pegamos a média das respostas e multiplicamos por 8,33 para encontrar a pontuação final do usuário. Por fim, tiramos a média das pontuações dos usuários. Sendo assim o aplicativo obteve uma pontuação final de aproximadamente 83,33% de aprovação em Satisfação.

2.3.2 Resultados dos questionários e Self- Assessment Manikin

Os resultados dos questionários auxiliaram na identificação de padrões neurais. Indivíduos que marcaram que gostaram do conteúdo audiovisual (trailer de terror) e provavelmente assistiriam ao conteúdo completo no cinema, apresentaram ondas high beta mais expressivas (onda relativa ao medo, ansiedade, susto de forma positiva). E indivíduos que marcaram que não gostaram do conteúdo apresentaram ondas low beta mais expressivas (onda relativa ao medo, ansiedade, susto de forma negativa).

Em relação ao Self-Assessment Manikin, participantes que marcaram que estavam mais agitados em relação ao conteúdo, tiveram índices de concentração mais elevados, assim como ondas high beta mais expressivas.

2.3.3 Resultados dos Testes com EEG

Esses testes se deram por meio de duas apresentações de slides de imagens. A primeira exibição contou com 12 imagens sendo uma de boas vindas, duas de encerramento com tela preta além das nove com diversos tipos de pratos e carnes (Carnes bovina em dois aspectos, espetos de escorpião, minhocas refogadas, carne humana, saladas, frutas, bolos, sashimi de salmão). Essas imagens foram escolhidas pois conquistam facilmente o interesse da audiência pelo paladar. Além de alguns pratos desconhecidos com a intenção de identificar qual a primeira reação ao ver algo novo; a culinária mais tradicional, para ter mais chances de afinidade; e até carne humana como extremo, favorecendo o espanto.

Nesse caso de teste, 9 voluntários usaram o dispositivo de EEG em suas cabeças para assistir o conteúdo e, ao final, escolheram sua preferida e uma malquista. Vale lembrar que alguns participantes já tinham conhecimento sobre algumas das imagens e logo possuíam uma informação consciente formada sobre seu gosto pessoal. Na imagem abaixo podemos ver um dos indivíduos fazendo uso da touca de eletroencefalograma Emotiv enquanto assistia à tal apresentação.



Figura 8: Voluntário em processo de testes (Fonte Própria)

É possível notar a concentração do participante, através das ondas de calor capturadas pelo EyeTracking. Na imagem da carne (figura 9), a qual ele afirma que lhe agrada, ele analisa se o ponto da carne está ao seu gosto, e na dispersão e desvio de olhar na figura 10 dos escorpiões ele busca por pontos que fujam do prato, como por exemplo as costas do cozinheiro ao fundo.

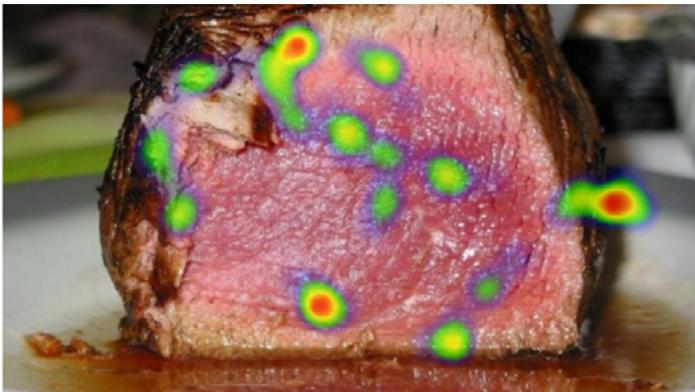


Figura 9: Carne mal passada (Fonte Própria)

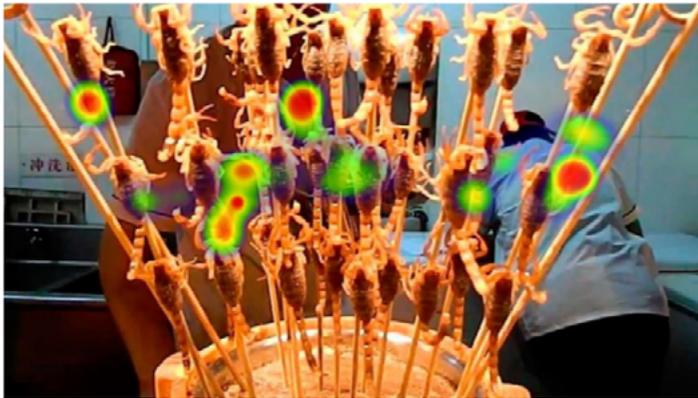


Figura 10: Espetos de escorpião (Fonte Própria, 2021)

As ondas gráficas geradas para esse caso são mostradas abaixo. As cores no gráfico indicam o momento de cada imagem. A primeira coluna, vermelha, representa o início da apresentação com uma imagem de boas-vindas. O momento em que a imagem da carne malpassada é mostrada ao indivíduo se dá na segunda coluna vermelha, após a amostra 700, e logo em seguida é apresentada a imagem do escorpião.

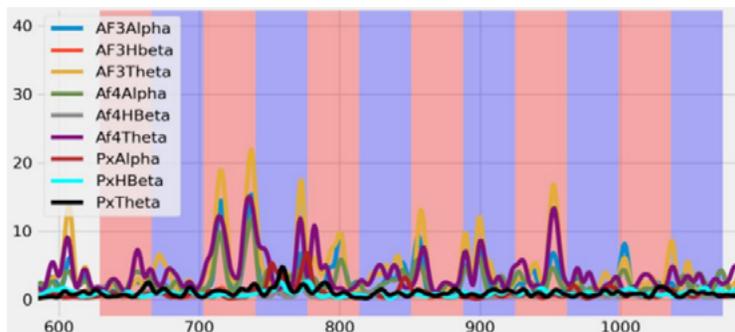


Figura 11: Resultado de um dos participantes (Fonte Própria)

Na imagem indicada como quista pelo participante, as suas ondas Theta e Alpha da área frontal do cérebro (AF) indicaram um estado de atenção. Enquanto F3 lhe trouxe emoções positivas, F4 apontam para memórias episódicas, ou seja, possui alguma lembrança de ter visto o exposto alguma vez na vida. Já na imagem a qual ele não gostou houve quedas das frontais e ascensão das temporais (PX).

Nesse lobo estão associados os reconhecimentos faciais, auditivos, leitura e memória para dislexia. Como o ambiente não estava em total silêncio, é possível que o participante, ao não se interessar pela imagem apresentada, tenha voltado sua atenção aos ruídos locais. Os demais picos, maioria em theta nos pontos AF3 e AF4 seguem a mesma ideia da imagem preferida: avaliação das fotos mostradas e atenção.

Outro participante afirma ter gostado de todas as imagens igualmente, exceto a que apresentava carne humana. Nesta ele foca sua visão para campos esquivos do foco da figura como se não quisesse visualizar diretamente os cortes. No geral, todas as ondas de calor do EyeTracking mostraram, para esse indivíduo, grande concentração em um único ponto específico. Contudo, houve um grande pico de AF4 e AF3 ambos em Theta na antepenúltima imagem (essa imagem mostrava um sashimi de salmão). Dessa forma, não é possível que se garanta como verdadeira a ideia de que os picos representem interesses, ou o inverso, desinteresse.

Mais um caso interessante se mostra abaixo. O pico de AF3 e AF4 em Theta na coluna vermelha representa a imagem de um prato com minhocas, Figura 12. O participante afirma que não conhecia esse prato e seu olhar sobre a figura é bem variado, conforme mostrado nas ondas de calor.

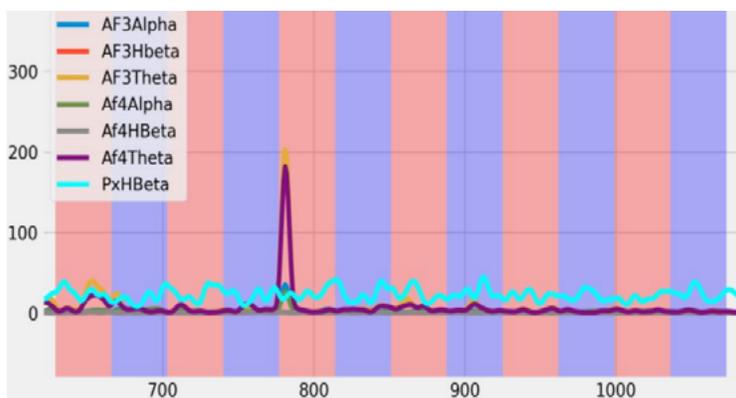


Figura 12: Participante que não conhecia o prato

Fonte: Elaboração Própria

Um último caso que desperta curiosidade tem seu gráfico apresentado abaixo. Nele, em praticamente todas as imagens os picos são elevados e de alturas parecidas. Isso demonstra que o indivíduo possui uma memória episódica de quase todos os pratos.

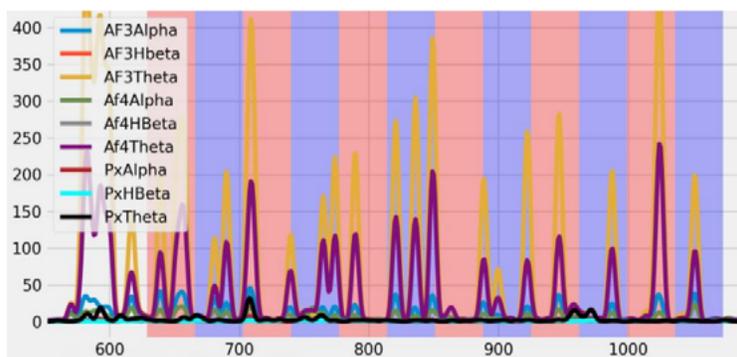


Figura 13: Resultados com picos semelhantes

Fonte: Elaboração Própria

Na segunda exibição de slides, separamos 12 imagens de anúncios de produtos com preços ora acima do convencional, ora promocionais para analisarmos o espanto, a curiosidade e o interesse de 8 participantes. Nesse teste nenhum dos indivíduos conhecia previamente as imagens. Nesse teste pôde-se observar que, o fato de o indivíduo não conhecer a imagem apresentada eleva os valores dos picos, especialmente os de AF3 Theta. Isso ocorre pois, ao não saber do que se trata a próxima imagem, o indivíduo a espera com atenção, criando uma ansiedade. Alguns picos muito elevados, aparentemente inconsistentes, surgiram nessa segunda análise. Esses causaram confusão na interpretação dos resultados pois elevaram os números da escala, dificultando a visualização de ondas menores, não sendo possível identificá-los como autênticos ou outliers.

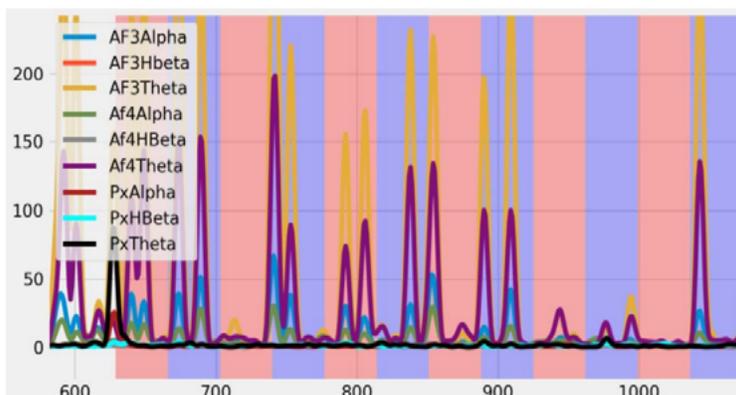


Figura 14: Picos elevados e semelhantes

Fonte: Elaboração Própria

No geral, os resultados desse teste são muito similares ao primeiro. Não foram identificados padrões sequer no comparativo das ondas dos dois testes para o mesmo participante visto que, a forma como o indivíduo interage com cada imagem é única.

Mesmo que já tenha a visto antes, inconscientemente ele busca novas formas de interpretá-la ou visualizá-la o que faz os picos variarem. Ainda sem muita informação sobre o gosto, ou desgosto, do usuário somente com uso dessas tecnologias, esses testes revelaram que a pesquisa de integração de tais tipos de interfaces com os sistemas de recomendação estão ainda em estágio inicial.

2.4 Conclusão

Este capítulo abordou diversos tipos e técnicas de testes utilizadas no laboratório. Técnicas de teste de caixa branca se mostram bem eficazes durante o desenvolvimento de projetos de software. Técnicas de caixa preta são as mais utilizadas pelo laboratório, e mostram-se eficazes quanto a usabilidade do sistema e experiência do usuário.

Em síntese, é observável que a utilização de técnicas de teste permitem uma avaliação mais analítica dos dados obtidos, além de permitir coletar feedback

dos usuários. Este feedback é essencial para minimizar os possíveis erros antes de uma etapa crítica do sistema, antes que se torne algo custoso de se corrigir. Os questionários também se mostraram uma excelente ferramenta de apoio nas principais pesquisas do laboratório, auxiliando na análise dos dados obtidos.

Um fator limitante, é a pequena amostragem de participantes dos testes com usuários. Testar com uma grande quantidade de indivíduos é algo custoso, pois demanda tempo e disponibilidade dos participantes. Uma amostragem maior possibilitaria um melhor mapeamento em relação à experiência do usuário e avaliação do sistema como um todo. Além de possivelmente nos testes de eletroencefalografia, possibilitar um melhor reconhecimento de padrões das ondas neurais. Portanto, têm-se como objetivo futuro, alcançar uma maior amostragem de participantes, assim como uma maior diversidade por gênero, idade e escolaridade. Outro imbróglio enfrentado foi a pouca informação encontrada no estado da arte, em bibliografia acadêmica, sobre testes com encefalografia aplicada a recomendação de conteúdos, sendo portanto uma área com extremo potencial mas pouca exploração.

Referências

[1] Klaus Olsen (chair), Meile Posthuma and Stephanie Ulrich. CTFL Syllabus v3.1. International Software Testing Qualifications Board, 2019.

[2] Jakob Nielsen and Rolf Molich. Heuristic evaluation of user interfaces. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '90). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 249–256, 1990.

[3] BRADLEY, Margareth M.; LANG, Peter J.. Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential, 1994.

[4] Brooke, John. SUS -- a quick and dirty usability scale. (1996).

[5] MICHEL, Christoph M.; BRUNET, Denis. EEG source imaging: a practical review of the analysis steps. *Frontiers in neurology*, v. 10, p. 325, 2019.

[6] GAO, Zhen *et al.* Automatic change detection for real-time monitoring of EEG signals. *Frontiers in physiology*, v. 9, p. 325, 2018

[7] LOTTE, Fabien; BOUGRAIN, Laurent; CLERC, Maureen. Electroencephalography (EEG) – based brain-computer interfaces. *Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*, Wiley, p. 44, 2015

[8] BOKSEM, Maarten AS; SMIDTS, Ale. Brain responses to movie trailers predict individual preferences for movies and their population-wide commercial success. *Journal of Marketing Research*, v. 52, n. 4, p. 482-492, 2015.

[9] VECCHIATO, Giovanni *et al.* Spectral EEG frontal asymmetries correlate with the experienced pleasantness of TV commercial advertisements. *Medical & biological engineering & computing*, v. 49, n. 5, p. 579-583, 2011.

[10] LEE, You-Yun; HSIEH, Shulan. Classifying different emotional states by means of EEG-based functional connectivity patterns. *PloS one*, v. 9, n. 4, p. e95415, 2014.

[11] OKAMOTO, K. Alexandre; FURQUIM, V. Felipe. CORUJA INFORMA. Eyetracking: o que é, como funciona e suas aplicações.

3

ELETOENCEFALOGRAFIA COMO FONTE DE DADOS

Daniel de Queiroz Cavalcanti

Matheus Dantas Cavalcanti

Thiago Henrique Coelho Tavares da Silva

3.1 Introdução

Na área da Interação Homem-Máquina, interfaces cérebro-máquina (ICMs) podem ser descritas como um meio de entrada de dados sem a necessidade de interação direta com mediadores físicos. Em outras palavras, os dados referentes às ondas cerebrais do usuário serão captados por um dispositivo de leitura, processados e dispostos para uso em diversos tipos de sistemas. Sendo assim, no presente artigo, será abordado o uso de dispositivos de eletroencefalografia (EEG) como fonte de dados para interfaces cérebro-máquina.

A escrita deste capítulo, foi realizado pesquisas de artigos científicos nas ferramentas ACM Digital Library, Springer, IEEE, a fim de encontrarmos trabalhos relacionados ao projeto Interação Cérebro Computador (ICC) em sistemas de vídeo sob demanda: avaliação, recomendação e percepções de valor.

Ao longo do respectivo projeto, foi desenvolvida uma noção mais apurada e coerente a respeito da interação homem-máquina na perspectiva da revisão sistemática da literatura sobre tecnologias de ICC. Sabendo disso, artigos relacionados à interação humano-computador foram avaliados, como meio para garantir a novidade do conceito e melhorar a recomendação de conteúdos audiovisuais em sistemas de vídeo sob demanda, a fim de saber quais tecnologias de leitura, captação e processamento de sinais são de fato utilizadas nas ICCs com foco na fruição audiovisual e entretenimento mais recentes, cujo objetivo específico contribuiu ao projeto fornecendo bases sobre o estado da arte das ICMs e ICCs.

Além do uso de EEG, no presente trabalho também foi utilizado eye tracking como ferramenta de sincronização do movimento dos olhos do usuário com a captura de suas ondas neurais. Desta forma, foi possível saber com mais clareza quais elementos dispostos ao usuário despertaram as reações observadas nos gráficos das ondas cerebrais. Para isto, foi usado um software gratuito, disponível online, baseado em webcam, para obter os resultados.

Na última década, ICCs e suas diversas aplicações cresceram em relevância, fato evidenciado pelo crescente número de eventos, como conferências, hackathons, e publicações voltados à área de ICM e ICC. Neste capítulo, estão elencados alguns artigos, que foram pesquisados ao longo do projeto de pesquisa com ênfase nas emoções, em que outros autores estudaram, em tempos mais recentes, o estudo da perspectiva de rede do cérebro humano expandiu-se enormemente devido aos avanços no campo da neurociência em rede.

Os métodos existentes para formar a conectividade funcional do EEG multicanal levam a uma rede totalmente conectada. A representação de uma rede funcional totalmente conectada com uma rede funcional significativa (SFN) pode ajudar a caracterizar e quantificar as redes cerebrais complexas. Além disso, também pode fornecer novos insights sobre a análise da cognição cerebral e é crucial em várias aplicações baseadas em redes cerebrais. Sendo possível, apresentar um framework para encontrar o SFN correspondente a qualquer evento de sua rede totalmente conectada. Usando o valor de bloqueio de fase (PLV) no EEG, primeiro identificamos a diferença PLV de um evento para o resto. Com base na diferença PLV, em seguida, identificamos a banda reativa e os pares mais reativos associados a eventos (MRPs). Os SFNs correspondentes aos seus eventos são então formados com os MRPs identificados. O método proposto é empregado no conjunto de dados 'base de dados para análise de emoções usando sinais fisiológicos (DEAP)' para encontrar os SFNs associados às emoções. Uma rede funcional totalmente conectada pode variar dependendo do software ou framework de aprendizado utilizado, como tensorflow, Keras e Pytorch, que possuem suas próprias formas de representar redes neurais em código.

Os resultados mostram que os métodos propostos podem ser usados como uma técnica geral de limiarização para identificar os SFNs relacionados a eventos que são cruciais em aplicações baseadas em redes cerebrais, conjunto de dados

para encontrar os SFNs associados às emoções. As classificações avançadas de múltiplas emoções são alcançadas utilizando os SFNs identificados, proporcionando resultados comparáveis de última geração.

No estudo sobre uma abordagem de modelo de dinâmica de batimentos cardíacos não linear para reconhecimento de emoções personalizado, os autores Gaetano Valença, Lucas Citi, Antonio Lanata, Enzo Pasquale Scilingo e Ricardo Barbieri identificaram que o reconhecimento de emoções baseado em sinais do sistema nervoso autônomo é um dos objetivos ambiciosos da computação afetiva. É bem aceito que as técnicas de processamento de sinal padrão requerem uma série de registros multivariados relativamente longos para garantir a confiabilidade e a robustez dos algoritmos de reconhecimento e classificação. Neste trabalho, foi apresentada uma nova metodologia capaz de avaliar a dinâmica cardiovascular durante estímulos afetivos de curta duração (ou seja, menor que 10 segundos), superando assim algumas das limitações das abordagens atuais de reconhecimento de emoções. Os autores desenvolveram uma estrutura probabilística personalizada e totalmente paramétrica baseada na teoria do processo de ponto onde os eventos de pulsação são modelados usando um 2º – ordenar estrutura integrativa auto-regressiva não linear para alcançar desempenhos efetivos na avaliação afetiva de curto prazo.

Os resultados experimentais mostraram uma caracterização emocional abrangente de 4 sujeitos submetidos a uma elicitación afetiva passiva usando uma sequência de imagens padronizadas coletadas do sistema internacional de imagens afetivas. Cada imagem foi identificada pelos escores de excitação e valência do IAPS, bem como por um rótulo emocional autorrelatado associando uma emoção subjetiva positiva ou negativa. Os resultados mostram uma classificação clara de dois níveis definidos de excitação, valência e estado auto-emocional usando características provenientes do espectro instantâneo e biespectro dos intervalos RR considerados, atingindo até 90% de precisão de reconhecimento.

Sabendo disso, o objetivo de uma pesquisa mais simplificada nas principais ferramentas de artigos de iniciação científica, é reunir materiais semelhantes de vários autores e realizar uma análise estatística, sendo considerada uma pesquisa secundária, pois utiliza estudos primários para fazer a análise, de uma maneira

objetiva, e perspicaz. Diante do exposto, foi realizado pesquisas de artigos nas ferramentas ACM Digital Library, IEEE, e Springer, de uma maneira clara e objetiva. Além disso, foram realizados experimentos com o capacete, as imagens e os vídeos para medir as emoções humanas, através das ondas emocionais expressadas.

Diante disso, foram realizadas diversas pesquisas de artigos nas ferramentas, IEEE, SPRING e ACM Digital Library, como o artigo de LI, Yang cujo título é A bi-hemisphere domain adversarial neural network model for EEG emotion recognition, tem como resumo principal que a emoção é tratada como um sentimento natural dos seres vivos. Segundo o autor, do ponto de vista da neurociência, as regiões do córtex cerebral, por exemplo, o córtex frontal orbital, ventral córtex pré-frontal medial e amígdala que surpreendentemente estão intimamente relacionados com emoções. Isso nos fornece uma maneira potencial de decodificar a emoção gravando os sinais do cérebro humano sobre as regiões do cérebro, a fim de identificar melhor o real significado deste sentimento belíssimo que faz parte de nossas vidas.

Como exemplificação, é possível colocar os eletrodos de EEG em couro cabeludo. Podemos registrar as atividades neurais do cérebro, que pode ser usado para reconhecer as emoções do ser humano. Foram realizadas algumas pesquisas de indução do humor e ativação da linguagem com base em ressonância magnética (fMRI), as quais revelaram que a tristeza e a felicidade são processadas por hemisférios. Além disso, alguns pesquisadores também propuseram métodos para medir as diferenças entre os dois hemisférios, que foram usados para a detecção de depressão e monitoramento de EEG. No entanto, ainda é um tópico interessante de como utilizar a propriedade de assimetria do cérebro para melhorar a emoção desempenho de reconhecimento.

3.2 Ondas neurais

Os humanos emitem simultaneamente cinco tipos diferentes de padrões elétricos no córtex cerebral. Cada uma das ondas tem um propósito específico e sua harmonia contribui para o funcionamento mental. Através da medição de

EEG, o impacto de uma interação pode ser destacada pela detecção de mudanças nos padrões cerebrais de um indivíduo.

As ondas podem ser classificadas de acordo com a frequência do espectro neural. Na região mais baixa do espectro, entre 0 e 4 Hz, estão as ondas Delta, associadas aos níveis mais profundos de relaxamento.

Eles estão envolvidos na regulamentação de funções como batimentos cardíacos e digestão. O seu bom funcionamento ajuda, por exemplo, no efeito restaurador de uma boa noite de sono. Entre 4 e 8 Hz estão localizadas as ondas Theta. Eles estão particularmente ligados à nossa conexão com a percepção das emoções, representando um estado quase hipnótico quando detectado em excesso. Em estado regular, trazem benefícios para a criatividade e o que é geralmente chamado de intuição.

Historicamente detectadas primeiro, as ondas Alfa podem ser observadas no espectro entre 8 a 12Hz. Eles são o elo entre o pensamento consciente e o subconsciente. Nos estados de estresse ou excitação absoluta, um fenômeno chamado “Alpha Blocking” pode ocorrer. Este efeito causa uma desconexão quase total entre o consciente e o subconsciente devido à supressão de ondas alfa pela superprodução de ondas beta. Conhecidas como ondas de alta frequência e baixa amplitude, entre 12 e 40 Hz, ondas Beta são comumente observadas enquanto estamos acordados. Eles estão envolvidos em ações críticas, conscientes, e processos de raciocínio lógico. Essas ondas são amplificadas por substâncias como a cafeína e outros estimulantes. A produção excessiva de ondas Beta está ligada ao estresse contínuo e a ansiedade.

Relacionadas ao funcionamento cognitivo, as ondas gama são de vital importância para o aprendizado, memória e processamento de informações. Elas estão localizadas no topo do espectro, entre 40 e 100 Hz, diretamente ligados à conexão entre os sentidos e a percepção. Indivíduos com dificuldades cognitivas normalmente apresentam baixa produção de ondas Gama.

3.3 Metodologia aplicada

A metodologia aplicada, revisão sistemática, tomou como base inicial o livro “Revisão Sistemática da literatura em engenharia de software teoria e prática”, dos autores Katia Romero, Elisa Yumi, Sandra Camargo, Fabiano Ferrari, pelo qual, foi de bastante proveito para realização de pesquisas de artigos nas principais ferramentas, como IEEE, ACM Digital Library, e SPRINGER. A Revisão Sistemática teve origem na área da Medicina, na qual é considerada como um método de pesquisa chave para apoiar a pesquisa baseada em evidências. Esse tipo de pesquisa indicou que a opinião de especialistas baseada apenas na sua experiência médica não era tão confiável quanto com base em resultados de experimentos científicos, ou seja, nas evidências.

O sucesso da pesquisa baseada em evidências aplicada na Medicina fez com que outras áreas de pesquisa adotassem essa abordagem, incluindo, por exemplo, a Economia, a Criminologia, a Política Social, a Enfermagem e, recentemente, a Engenharia de Software. Para a execução de uma Revisão Sistemática é necessário definir quantas e quais pessoas irão compor a equipe da revisão e o papel que cada uma delas desempenhará.

A qualidade de uma Revisão Sistemática e o tempo necessário para realizá-la dependerão da habilidade, experiência e conhecimentos técnicos dos envolvidos. Além disso, requer-se dos envolvidos itens como noções de estatística, domínio do tema que está sendo pesquisado, domínio da língua inglesa e, principalmente, conhecimento do processo de Revisão Sistemática. Das ferramentas que apoiam todo o processo de Revisão Sistemática, ou seja, desde a fase de planejamento, passando pelas atividades de seleção de estudos primários e extração de dados desses estudos na fase de condução, até a fase de sumarização dos dados, destacam-se a SLuRp (Systematic Literature unified Review Program).

O protocolo é um documento criado durante a fase de planejamento da Revisão Sistemática, o principal objetivo do protocolo é reduzir os vieses que podem ocorrer durante a execução de uma Revisão Sistemática, definindo-se estratégias, critérios e formulários que serão seguidos pelos pesquisadores que realizarão a revisão. O preenchimento correto do protocolo direciona os pesquisadores nas próximas fases do processo de Revisão Sistemática e permite

que as estratégias e critérios adotados sejam compartilhados e interpretados por outros pesquisadores que se interessam pelo tópico investigado.

O conteúdo do protocolo facilita a reprodutibilidade de uma Revisão Sistemática, o que é de fundamental importância no próprio conceito de uma revisão. Presume-se que um pesquisador possa reproduzir todo o processo com base nas informações contidas no protocolo. O protocolo é dividido em cinco seções: (1) Informações Gerais – contém itens como título da RS, pesquisadores que a conduzirão, descrição da revisão e seus objetivos; (2) Questões de pesquisa – contém itens como questões de pesquisa primárias e secundárias; (3) Identificação de estudos – contém itens como palavras-chave, strings de busca, critérios de seleção das fontes de busca, lista das fontes de busca e a estratégia de busca; (4) Seleção e avaliação de estudos – contém itens como critérios de inclusão e exclusão, estratégia para seleção dos estudos e avaliação da qualidade dos estudos; e (5) Síntese dos dados e apresentação dos resultados – contém itens como estratégia de extração e sumarização dos dados e estratégia de publicação dos resultados. Opcionalmente, pode-se descrever o cronograma para a execução da revisão. O objetivo da seção Informações gerais é documentar os dados globais sobre a Revisão Sistemática, Assim, contém itens como título da RS (Revisão Sistemática), pesquisadores envolvidos, descrição e objetivos da RS (Revisão Sistemática).

O título da Revisão Sistemática deve representar o tópico de pesquisa que está sendo investigado. Exemplo: “Uma revisão sistemática sobre o desenvolvimento de sistemas robóticos orientados a serviços” ou “Uma revisão sistemática sobre ferramentas de apoio à condução de revisão sistemática”. Além do título, outras informações que devem ficar registradas são os pesquisadores envolvidos na RS (Revisão Sistemática), por meio de seus nomes e afiliação e qualquer outra informação que se julgue relevante. As questões de pesquisa guiam toda a condução da revisão e, por isso, sua elaboração é considerada a parte mais importante de qualquer RS (Revisão Sistemática). É com base nas questões de pesquisa que a atividade de busca e seleção de estudos primários deve ser realizada, ou seja, as questões auxiliam na identificação dos estudos primários que devem ser considerados relevantes (estudos aceitos) para aquela

RS (Revisão Sistemática), uma vez que o objetivo é respondê-las da forma mais completa possível.

A condução de uma Revisão sistemática exige uma busca abrangente pelos estudos primários. A busca deve recuperar estudos que possam contribuir para a elaboração de respostas para as questões de pesquisa definidas no protocolo. A busca deve, também, evitar que uma grande quantidade de estudos irrelevantes seja recuperada das fontes consultadas. O processo de busca inicia-se com a avaliação das questões de pesquisa e a formulação da string de busca. A string deve, então, ser adaptada e aplicada em cada base bibliográfica selecionada. Adicionalmente, buscas manuais e complementares devem ser realizadas em fontes de estudos não consideradas pelas bases bibliográficas sendo utilizadas.

Uma estratégia de busca visa definir como os estudos relevantes que respondam às questões de pesquisa da Revisão sistemática serão identificados. A definição de uma estratégia abrangente de busca tem impacto substancial na qualidade dos resultados obtidos para uma revisão sistemática. Uma estratégia de busca abrangente e bem executada leva a resultados que satisfazem os objetivos dos pesquisadores, refletindo apropriadamente o estado da arte do tópico de pesquisa em questão. A definição da string de busca é uma etapa fundamental para o sucesso de Revisão Sistemática; Contudo, a identificação de uma combinação de termos capaz de encontrar a maior quantidade possível de estudos primários relevantes de forma precisa requer experiência e conhecimento sobre a área de pesquisa. Outra estratégia importante para aprimorar a string durante a busca piloto é avaliar diferentes combinações de termos.

3.4 Revisão sistemática

Dessa forma, é possível verificar quais possuem real impacto na identificação de estudos primários relevantes e também eliminar os que reduzem a precisão da busca e não agregam estudos relevantes à RS (Revisão Sistemática). Durante a busca por estudos primários relevantes, deve-se adotar uma estratégia criteriosa, transparente e imparcial para a seleção das fontes de informação. Para isso, é necessário considerar fontes complementares, visando mitigar possíveis limitações que induzam vieses ou limitem a identificação de estudos primários.

Estudos primários indexados podem ser obtidos por meio da busca utilizando-se a string de busca nas diferentes bases bibliográficas.

Essa atividade pode ser complementada por uma busca manual em outras fontes, tais como revistas e anais de eventos da área de pesquisa abordada pela RS (Revisão Sistemática). Além disso, é importante considerar como fonte adicional de evidência a lista de referências presente nos estudos primários incluídos. Snowballing, assim como a busca automática e a manual, é empregada para identificar estudos primários e, para isso, utiliza-se a lista de citações e referências dos estudos primários já selecionados.

No trabalho de Wohlin são apresentadas diretrizes para a execução de buscas utilizando o snowballing. O autor discute e formaliza a estratégia e sua execução adequada dividindo-a em duas etapas, snowballing reverso e snowballing avante, sendo ambas complementares. Snowballing reverso consiste em avaliar a lista de referências de um estudo primário relevante, procurando por outros estudos primários relevantes. Snowballing avante consiste em avaliar a lista de citações para um estudo primário já considerado relevante. É necessário utilizar um recurso computacional para identificar a lista de citações – os motores de busca e bases bibliográficas fornecem esse recurso.

O pesquisador pode adotar duas abordagens para aplicar snowballing: utilizá-la como estratégia primária de pesquisa, partindo de um conjunto inicial prévio, como proposto por Wohlin (2014); ou como estratégia secundária, para melhoria de resultados de busca já executada com a string de busca. Para executar snowballing como uma estratégia primária de pesquisa, o pesquisador deverá definir um conjunto inicial de estudos primários. Esse deverá conter uma seleção inicial de estudos primários relevantes, nos quais se aplicam snowballing reverso e avante. Novos estudos primários serão encontrados e para cada um, o pesquisador deverá repetir o processo até não encontrar mais nenhum relevante.

Assim como as demais atividades do processo de execução de Revisão Sistemática, a atividade de busca deve ser documentada apropriadamente para garantir transparência e permitir que os leitores possam verificar a sua completude e abrangência. Diante disso, não somente os resultados finais devem ser registrados, mas também os intermediários, como, por exemplo, estudos

primários que não foram selecionados para compor o conjunto final e a aplicação e interpretação dos critérios de exclusão utilizados.

O processo de seleção é composto por duas etapas: a seleção inicial e a seleção final. Inicialmente, os critérios de seleção são aplicados em todos os estudos candidatos após a leitura de seu título e resumo. Nessa etapa, os estudos só serão excluídos se eles atenderem claramente um ou mais dos critérios de exclusão. Estudos incluídos na primeira etapa são examinados com mais detalhes na segunda etapa, que consiste na aplicação dos critérios de seleção após a leitura do texto completo dos estudos.

É recomendado que, após a seleção final, a qualidade dos estudos incluídos seja avaliada com base nos critérios de qualidade. Assim, aspectos como o tipo de pesquisa realizada (survey, estudo de caso, experimento etc) e o método para coleta de dados adotado (histórico, de observação, controlado etc) pelo estudo, dentre outros, são avaliados. Neste capítulo é descrito como selecionar estudos relevantes para responder às questões de pesquisa de uma Revisão Sistemática.

Diante disso, é também destacada a necessidade de realizar a avaliação da qualidade dos estudos. Os critérios de inclusão definem características que um estudo deve conter para ser considerado relevante para aquela RS. Por outro lado, os critérios de exclusão estabelecem características para excluírem estudos considerados irrelevantes no contexto definido. Esses critérios são criados com base nas questões de pesquisa da Revisão Sistemática e devem ser descritos previamente no protocolo e rigorosamente aplicados.

3.4.1 Identificação de estudos relevantes

Os Artigos pesquisados tinham como objetivo principal uma alusão ao que já era desenvolvido ao longo do projeto. Diante disso, muitos aspectos identificados de emoção foram acometidos como um sentimento derivado de uma tendência recente na análise de textos, que vai além da detecção de tópicos, tentando identificar de uma forma esporádica a emoção por trás de um texto. Isso é chamado de análise de sentimentos, ou mineração de opinião e IA (inteligência artificial) de emoções.

No entanto, a tecnologia continua a mudar as interações sociais que temos. Nos últimos anos, e nas próximas décadas, agentes artificiais estão cada vez mais entrando em nosso meio social, com um número crescente desses agentes aparecendo em contextos de hospitalidade, cuidado e educação. Desde conversar com um robô humanóide para fazer check-in em um quarto de hotel, até colaborando com um agente virtual em uma reabilitação médica contexto, as interações sociais com agentes artificiais são previstas desempenhar um papel cada vez maior em nossas vidas diárias. Esta perspectiva levanta questões importantes sobre como esses agentes serão aceitos e incorporados ao nosso meio social. Para maximizar a qualidade das interações sociais entre humanos e agentes artificiais, é importante que o agente artificial não responda apenas às emoções expressas pelo agente humano, mas também é capaz de expressar emoções em si.

À medida que o interesse e o investimento em robótica social continuam para crescer, desenvolver agentes artificiais com esse tipo de capacidade emocional é um requisito fundamental para a robótica verdadeiramente social agentes. Enquanto o componente emocional do artificial agentes têm sido negligenciados há muito tempo, um recente surto de tecnologia, desenvolvimento e investigações empíricas está começando a mudar o foco. Pesquisas emergentes documentam como os robôs são expressivos classificados como mais simpáticos e humanizados, levando a um maior engajamento e interações mais prazerosas. Importante, a aceitação e cooperação com um robô depende da correspondência entre a situação e o comportamento emocional do robô.

Nesta revisão, pretendeu fornecer uma visão integrativa da percepção de emoções em agentes artificiais por humanos observadores, discutindo insights e perspectivas da robótica social, realidade virtual, psicologia e neurociência. Discutimos como as pessoas reconhecem as emoções expressas por agentes artificiais através de diferentes modalidades como a face e corpo, e considerar dois tipos distintos de emoções artificiais agentes: agentes robóticos e virtuais. A primeira categoria inclui robôs fisicamente instanciados ou incorporados, como humanóides ou robôs semelhantes a animais de estimação.

A segunda categoria inclui visualmente a apresentação de agentes digitais ou avatares, como os usados em ambientes de realidade virtual, intervenções

terapêuticas, e contextos educacionais. De acordo com o modelo de processo componente da emoção, as mudanças de subsistemas em um organismo são impulsionadas por avaliações que refletem a avaliação subjetiva de um evento e ativa alterações em outros subsistemas.

Neste modelo, cada experiência emocional surge de mudanças coordenadas em cinco componentes que começam com: 1) o componente de avaliação que implica avaliar o evento/situação em relação a significado, implicações para os objetivos, potencial de enfrentamento, novidade, e compatibilidade com as normas; as avaliações são tiradas de memória e representações de objetivos e examinar a relevância do evento e suas consequências para o bem-estar do organismo. As mudanças neste componente acionam mudanças nos outros quatro componentes principais, incluindo: 2) uma motivação componente que define mudanças nas tendências de ação (por exemplo, lutar, fugir ou congelar) e se prepara para a(s) resposta(s) apropriada(s); 3) um componente fisiológico que engloba mudanças na atividade autonômica periférica (por exemplo, alterações na frequência cardíaca ou frequência respiratória) e ocorre com base nos resultados da avaliação e mudanças motivacionais associadas; 4) um componente de expressão que envolve mudanças no comportamento motor expressivo, como expressão facial, gestos/posturas corporais e também é ativado semelhante ao componente de fisiologia como resultado da avaliação e componentes de motivação; e finalmente 5) um componente de sentimento que reflete a experiência consciente associada às mudanças em todos os outros componentes, geralmente descritos por pessoas com alguns rótulos categóricos (como raiva, felicidade, tristeza e assim por diante).

3.5 Estudos sobre emoções

Sabendo disso, foi realizada uma busca centrada de artigos nas ferramentas ACM DIGITAL LIBRARY, IEEE, e Springer. Entre eles o artigo, “Multi-Componential Approach to Emotion Recognition and the Effect of Personality”, dos autores, Gelareh Mohammadi; Patrik Vuilleumier, pelo qual foi demonstrado que as emoções são uma parte inseparável da natureza humana que afeta nosso comportamento em resposta ao mundo exterior. Embora a maioria dos estudos

empíricos tenha sido dominada por dois modelos teóricos, incluindo categorias discretas de emoção e dimensões dicotômicas, os resultados das abordagens da neurociência sugerem um mecanismo de múltiplos processos que sustenta a experiência emocional com uma grande sobreposição entre diferentes emoções.

Embora essas descobertas sejam consistentes com as influentes teorias da emoção na psicologia, que enfatizam o papel de múltiplos processos de componentes para gerar episódios de emoção, poucos estudos investigaram sistematicamente a relação entre emoções discretas e uma visão componencial completa. Este artigo aplica uma estrutura componencial com uma abordagem baseada em dados para caracterizar as experiências emocionais evocadas durante a exibição de filmes. Os resultados sugerem que as diferenças entre várias emoções podem ser capturadas por algumas (pelo menos 6) dimensões latentes, cada uma definida por características associadas a processos componentes, incluindo avaliação, expressão, fisiologia, motivação e sentimento. Essas descobertas destacam a importância de adotar uma abordagem multicomponente em reconhecimento de emoções. Nesse contexto, analisa-se a relação personalidade-afeto e observam-se as correlações entre Neuroticismo e valência em estímulos negativos, com diferentes categorias emocionais, sugerindo menor nível de demonstração de afeto.

Finalmente, como as avaliações podem variar de acordo com as disposições e preconceitos individuais, também foi estudada a relação entre traços de personalidade e emoções, fisiologia, motivação e sentimento. Além disso, a ligação entre emoções discretas e modelo componente é explorada e os resultados mostram que um modelo componencial com um número limitado de descritores ainda é capaz de prever o nível de emoção discreta experimentada a um nível satisfatório.

Em seguida, o artigo “The Perception of Emotion in Artificial Agents”, dos autores: Ruud Hortensius; Felix Hekele; Emily S. Cross encontrou uma consonância, entre áreas distintas sobre emoções, pois os dados recentes de desenvolvimentos tecnológicos em robótica, inteligência artificial e realidade virtual, talvez não seja surpreendente que a chegada de agentes artificiais emocionalmente expressivos e reativos sejam iminentes.

No entanto, para que tais agentes se integrem ao nosso meio social, é imperativo estabelecer uma compreensão de se e como os humanos percebem a emoção em agentes artificiais. Nesta revisão, incorporamos descobertas recentes de robótica social, realidade virtual, psicologia e neurociência para examinar como as pessoas reconhecem e respondem às emoções exibidas por agentes artificiais. Primeiro, revisamos como as pessoas percebem as emoções expressas por um agente artificial, como expressões faciais e corporais.

Em segundo lugar, foi avaliado as semelhanças e diferenças nas consequências das emoções percebidas em agentes artificiais em comparação com os humanos. Além de reconhecer com precisão o estado emocional de um agente artificial, é fundamental entender como os humanos respondem a essas emoções. Interagir com um robô irritado induz as mesmas respostas nas pessoas que interagir com uma pessoa irritada?

Da mesma forma, assistir a um robô se alegrar quando ganha um jogo provoca sentimentos semelhantes de euforia no observador humano? Aqui, fornecemos uma visão geral do estado atual da expressão e percepção da emoção durante as interações com agentes artificiais, bem como uma articulação clara dos desafios e princípios orientadores a serem abordados à medida que nos aproximamos cada vez mais de agentes artificiais verdadeiramente emocionais.

A interação emocional entre humanos e agentes artificiais pode produzir uma variedade de expressões emocionais, tanto positivas quanto negativas. A literatura científica e de pesquisas sobre o assunto fornece diretrizes e princípios orientadores importantes para o desenvolvimento futuro de expressões emocionais em agentes artificiais, bem como para a avaliação dessas expressões de felicidade e de tristeza. Esses princípios podem ajudar a orientar o design e a implementação de agentes artificiais capazes de interagir emocionalmente com os seres humanos de forma mais eficaz e autônoma.

Exemplificando, a interação com um robô ou agentes artificiais controlados pode provocar nas pessoas a mesma resposta emocional que ocorreria em uma interação com uma pessoa real irritada. Da mesma forma, observar um robô se alegrar quando ganha um jogo pode despertar nos observadores humanos sentimentos semelhantes de euforia, fornecendo, dessa forma, uma visão geral do estado atual da expressão e percepção de emoções. Isso inclui a compreensão

da capacidade robótica de expressar emoções e como os humanos interpretam e percebem essas expressões emocionais.

Diante do exposto, o artigo *Uma revisão de técnicas de neuromarketing e classificadores de análise de emoções para mineração de emoções visuais*, dos autores Rupali Gill e Jaiteg Singh, demonstrou que, na maioria das vezes, as pessoas expressam autenticamente o que querem, o que gostam, porém, o usuário não prevê o controle emocional, quando a robótica é utilizada para influenciar as pessoas a comprar produtos mediante o comércio eletrônico, antecipando as preferências dos clientes, através de técnicas de neuromarketing.

Com a crescente tendência de estudar o comportamento do consumidor, um estudo chamado neuromarketing pode ser aplicado em descobertas anteriores relacionadas à neurociência para se ter uma ideia das estratégias de marketing. Para obter feedback sobre um produto de vários sites de comércio eletrônico, pode-se realizar mineração de sentimentos e opiniões de neurônios. Isso ajuda o usuário a prever emoções, extrair opiniões da internet e prever as preferências do cliente, aplicando várias técnicas de neuromarketing. O artigo fornece uma revisão de várias técnicas de neuromarketing e análise de emoções para estudar o comportamento de marketing.

Em consonância, o artigo, “Emotion Recognition using EEG and Physiological Data for Robot-Assisted Rehabilitation Systems”, dos autor(es): Elif Gümüslü, Duygun Erol Barkana, Hatice Köse, abordou que o reconhecimento de emoções torna-se uma importante área de pesquisa, uma vez que tem a capacidade de contribuir significativamente em diferentes aplicações, como interação homem-computador (HCI) e interação homem-robô (HRI).

Robôs sociais equipados com qualidades empáticas podem servir como tutores de robôs para crianças, enquanto as emoções e comportamentos das crianças são alcançados com a configuração envolvendo vários sensores como atividade eletrodérmica, expressões faciais e olhos olhar e direção da cabeça e posição do corpo usando um dispositivo Microsoft Kinect 2. Em alguns estudos, robôs são usados para invocar emoções, como, onde, uma câmera de infravermelho distante (FIR) é usada para detectar resposta afetiva induzida por robô rastreando mudanças térmicas em cinco áreas do rosto. Uma análise

mais aprofundada é feita nas respostas térmicas e eletrodérmicas às emoções eliciadas por robôs em comparação com técnicas tradicionais de vídeo.

O reconhecimento da emoção também é reconhecido como um aspecto importante para melhorar o resultado do robô assistido sistemas de reabilitação. Foi adquirido os dados dos sensores vestíveis e então processamos os dados brutos coletados desses sensores para serem usado para as máquinas de impulso de gradiente (GBM) e convolucional Redes Neurais (CNN).

Durante o experimento, obtive uma alta precisão de classificação de 94,58% para os dados fisiológicos e 78,22% para os dados do EEG quando usamos o Gradiente Método Boosting Machines (GBM). Foi usado recursos do EEG e dados fisiológicos. Além disso, A extração de recursos pode ser bem-sucedida quando os recursos ideais são selecionados. Mudanças de conjunto de recursos ideais de um sinal para outro porque as características do sinal podem mudar de um desenho experimental para outro. Então foi usado um método de aprendizado profundo de Rede Neural Convolucional (CNN) para eliminar a complexidade da fase de extração de recursos.

O EEG processado e dados fisiológicos brutos da classificação, pode Voltar a olhar para a precisão da classificação entre todas as emoções categorias como agradável - desagradável (PU), agradável - neutro. Comentário: pude observar que podemos utilizar que a Matriz de confusão normalizada para classificação de emoções agradáveis, neutras e desagradáveis usando sinais de EEG(PN), neutro-desagradável (NU) e, finalmente, todas as três categorias de emoção, como agradável - neutro - desagradável (PNU) para EEG e dados fisiológicos (BVP, SC e ST) separadamente.

Por conseguinte, o artigo, “Emotion Recognition from EEG Signals using Hierarchical Bayesian Network with Privileged Information” dos autor(es): Zhen Gao, Shangfei Wang, demonstrou que, o reconhecimento da emoção atraiu cada vez mais atenção em anos recentes.

A pesquisa atual detecta as emoções dos usuários de expressão facial, fala e sinais fisiológicos. Por meio das Expressões faciais e fala são métodos importantes do ser humano para exibir suas emoções, eles são a representação externa das emoções, e nem sempre o mesmo que o interno emoções, uma

vez que as pessoas podem esconder suas emoções no rosto. Além disso, com o desenvolvimento de técnicas de computação vestíveis, tornou-se cada vez mais fácil coletar os sinais fisiológicos dos usuários. Assim, progressos consideráveis foram feitos no reconhecimento de emoções de sinais filológicos, especialmente de sinais de EEG, devido ao seu várias aplicações do mundo real da interface cérebro-computador para pessoas normais.

Os sinais de EEG podem refletir os sentimentos das pessoas, que permitem ser adotados na recuperação de multimídia. Neste artigo, foi proposto um novo reconhecimento de emoção usando o método HBN com o id do assunto como a informação privilegiada. As informações do assunto ajudam nosso modelo a capturar a especificidade de cada assunto e o HBN antes captura a generalidade entre diferentes assuntos. Os resultados nos bancos de dados MAHNOB-HCI e Deap demonstram que nosso modelo melhora efetivamente o desempenho em comparação aos métodos que usam apenas recursos de EEG.

Na mesma linha de raciocínio, o artigo: “Emotion recognition using brain activity”, dos autor(es): Robert Horlings, Dragos Datcu, Leon JM Rothkrantz, demonstrou que apesar da dificuldade de definir o sentimento com precisão, a emoção é onipresente e um fator importante na vida humana. O humor das pessoas influencia fortemente sua maneira de se comunicar, mas também a sua atuação e produtividade. A emoção também desempenha um papel crucial na comunicação o dia todo. Pode-se dizer uma palavra como “OK” de uma forma feliz, mas também com decepção ou sarcasmo. Na maioria das comunicações, esse significado é interpretado a partir do tom de voz ou de comunicação não verbal. Outras emoções são, em geral, apenas expressas pela linguagem corporal, como o tédio. Uma grande parte da comunicação é feita hoje em dia por computador ou outros dispositivos eletrônicos. Essa interação é muito diferente da forma como os seres humanos interagem.

A maior parte da comunicação entre seres humanos envolve signos não-verbais, e o aspecto social dessa comunicação é importante. Esta interação com ou através de um computador pode ser melhorada quando o computador pode reconhecer a emoção do usuário. Muita pesquisa já foi feita depois de reconhecer as emoções por computadores. Por exemplo, pesquisas foram feitas para fazer com que os computadores reconheçam emoção da fala, expressões faciais ou

uma fusão de ambos os métodos. Medir a emoção a partir da atividade cerebral é um método relativamente novo.

3.5.1 Eletroencefalografia

Eletroencefalografia (EEG) é um método relativamente fácil e barato para medir a atividade cerebral. Tem sido mostrado que marcadores emocionais estão presentes nos sinais de EEG. Usar esses sinais também é uma vantagem sobre outros métodos que dificilmente podem ser enganados pelo controle voluntário e estão disponíveis o tempo todo, sem a necessidade de qualquer outra ação do usuário. Este projeto se concentrou na criação de um programa para reconhecimento de emoção a partir de sinais de EEG na prática. O design deste programa é com base na literatura sobre o assunto. Algumas escolhas de design são baseadas nos resultados de nossos próprios experimentos.

O trabalho nas interfaces cérebro-computador pode ser dividido em duas partes: aquisição de dados e processamento de dados. A fim de reunir dados suficientes para o projeto, foi utilizado o banco de dados do projeto Enterface como o ponto de partida para nosso conjunto de dados. Este conjunto de dados foi construído gravando sinais de EEG de pessoas que assistiram às fotos com alguns conteúdos emocionais para evocar alguma emoção. Foi possibilitado um conjunto de dados com as próprias medições, repetindo as medições do projeto Enterface com alguns pequenos ajustes.

O equipamento que usamos para nossas medições de EEG consistia em um limite de EEG, um amplificador e um conversor analógico-digital. Todo o equipamento fazia parte do Truscan 32 sistema, desenvolvido pela DeyMed systems. A fim de fazer os participantes sentirem certas emoções durante as medições de EEG, foi desenvolvido um sistema para reconhecer emoções de sinais de EEG usando técnicas e métodos, o que foi muito bom, pois mostrou funcionar bem nesta área.

As amostras para diferentes emoções demonstraram que os dados de EEG contêm o suficiente de informações para reconhecer a emoção a partir dele, mas ainda há muita diversidade entre as diferentes pessoas e circunstâncias. No experimento, foi usado uma escala de 5 pontos para a análise da emoção.

O programa pareceu funcionar muito melhor no reconhecimento dos valores extremos em ambas as dimensões, mas era mais difícil reconhecer o intermediário afirma corretamente. Usar apenas duas ou três classes é um caminho promissor, já que a distinção entre as emoções extremas é mais importante do que separar o intermediário das emoções. O pré-processamento visou remover a maior parte do ruído e outras partes do sinal que não são necessárias.

Sabendo disso, o artigo, “Emotion Recognition using Multimodal Residual LSTM Network”, dos autor(es): Jiaxin Ma, Hao Tang, Wei-Long Zheng, Bao-Liang Lu, demonstrou que o reconhecimento da emoção é parte integrante do raciocínio, como também do nosso planejamento, e da nossa execução de certas atividades de rotina. O Reconhecimento automático de emoção desempenha um papel importante nos sistemas de interação humano-computador para interações mais afetivas e pessoais. Inspirado pelo sucesso de redes neurais profundas em inúmeras tarefas de reconhecimento, várias arquiteturas de aprendizagem foram propostas para melhorar o desempenho de reconhecimento de emoção multimodal usando sinais eletroencefalográficos (EEG) entre outros sinais fisiológicos, incluindo codificadores automáticos, redes neurais convolucionais (CNNs), e redes neurais recorrentes (RNNs).

Já o RNNs que significa redes neurais recorrentes, ao contrário de outras redes feed-forward, podem extrair informações temporais complexas de sequências de vários comprimentos e têm chamado a atenção cada vez mais no campo da emoção multimodal reconhecimento usando EEG e outros sinais fisiológicos. Vários estudos têm demonstrado que, considerando informações temporais melhora o desempenho de RNNs como um extrator de recurso temporal módulo. No entanto, as informações de correlação temporal entre múltiplas modalidades, junto com o aprendizado de características temporais de alto nível usando RNNs mais profundos, ainda está para ser investigado.

Diante do exposto, o artigo, “Emotion recognition using wireless signals”, autor(es): Mingmin Zhao, Fadel Adib, Dina Katabi, apresentou uma tecnologia para inferir a emoções dos sinais sem fio refletidos. Acreditou que isso marca um passo importante no campo nascente de reconhecimento de emoções. Além disso, enquanto foi usado o algoritmo de extração de pulsação para determinar os intervalos batimento a batimento e exploramos esses intervalos

para reconhecimento de emoção, nosso algoritmo recupera todo o batimento cardíaco humano de RF, e o batimento cardíaco exibe uma morfologia rica. Imagina-se que este resultado abre caminho para uma estimulante pesquisa sobre a compreensão da morfologia do batimento cardíaco tanto no contexto de reconhecimento de emoção quanto bem como no contexto de monitoramento de saúde não invasivo e diagnóstico.

Em conformidade, o artigo, “Speech Emotion Recognition Using CNN”, do(s) Autor(es): Zhengwei Huang, Ming Dong, Qirong Mao, Yongzhao Zhan; foi proposto o aprendizado de recursos em SER e procurou ensinar a aprender as características salientes de emoção usando semi-CNN. O Semi-CNN é treinado em duas etapas: primeiro sem supervisão e depois semi-supervisionado. No treinamento semi-supervisionado, propomos uma nova função de objeto para semi-CNN que incentiva a saliência, ortogonalidade e discriminação do recurso para SER.

Experimentos em quatro bancos de dados públicos de fala emocional mostram desempenho superior de nossos recursos com relação à variação dos alto-falantes e distorção do ambiente quando comparados com várias representações de recursos bem estabelecidas. Os métodos de reconhecimento usando rede Bayesiana hierárquica para lidar com a generalidade e a especificidade das emoções simultaneamente. Especificamente, ao modelar as distribuições anteriores de parâmetros para cada assunto, o classificador para um assunto é aprendido combinado aos de outros, com uma representação compartilhada.

Os autores Zhen Gao e Shangfei Wang, pesquisaram sobre reconhecimento de emoções a partir de sinais filológicos, especialmente de sinais de EEG, devido as suas várias aplicações do mundo real da interface cérebro-computador; sabendo disso, os sinais de EEG puderam refletir os sentimentos das pessoas, propiciando, dessa forma, ser usados na recuperação de multimídia. Além disso, o reconhecimento de emoções da pesquisa partiu do pressuposto, a partir de sinais de EEG consistindo desse viés, de duas etapas: extração de características e classificação de emoções. Diante do exposto, foi utilizado uma rede Bayesiana hierárquica (HBN) para lidar com a generalidade e especificidade das emoções simultaneamente. Especificamente, foi utilizado o hiperparâmetro.

3.5.2 Eye-Tracking

No presente artigo, além do uso de eletroencefalografia para o reconhecimento do estado emocional do usuário ao observar uma série de imagens em laboratório, foi utilizado um software de eye-tracking para webcam, com o objetivo de auxiliar a identificação de pontos de interesse do usuário nas imagens mostradas na tela. A ferramenta em questão foi o GazeRecorder, software online e gratuito para experimentos com eye-tracking utilizando a câmera de um computador, que funciona da seguinte forma.

Primeiramente, é montado um estudo com imagens ou vídeos que serão mostrados ao usuário durante o experimento. O usuário então, no começo do estudo, passa por uma calibragem, em que ele precisa acompanhar com a visão um ponto vermelho que se move pela tela. Após o período de calibragem, o usuário observa as imagens dispostas na tela e, por meio do mapeamento da sua visão, a ferramenta consegue identificar regiões das imagens que obtiveram maior concentração por parte do usuário. Por fim, o software disponibiliza um mapa de calor sob cada imagem, mostrando os resultados do experimento e permitindo a sua análise posterior. O software utilizado apresenta acurácia de 1.05°, precisão de 0.129° e frequência de amostragem de 30Hz.

A associação entre EEG e ferramentas de eye-tracking para o aprimoramento de técnicas de reconhecimento de emoções pode ser vista em Lu *et al.*, se mostrando positiva, com uma acurácia de 87,59% utilizando uma integral fuzzy como estratégia de fusão de dados. Em Lopez-Gil *et al.*, podemos ver outra aplicação para melhoria de reconhecimento de emoções baseada em EEG, eye-tracking e outros sinais biométricos. No contexto de sistemas de recomendação, Xu *et al.* utiliza dados referentes ao tempo de atenção do usuário, obtidos por meio de eye-tracking, a itens em uma plataforma online de documentos, imagens e vídeos, para recomendar novos conteúdos de forma personalizada. Eye-tracking pode ser visto também em pesquisas de usabilidade e em neuromarketing, como uma ferramenta de predição do padrão de uso/consumo do indivíduo.

Para um melhor entendimento de como a tecnologia de eye-tracking funciona e como ela pode fornecer dados relevantes para a análise do interesse,

gosto ou estado emocional do usuário, é importante compreender alguns termos que vão ajudar a definir que tipos de informação serão observados ao realizar um experimento com eye-tracking.

O primeiro termo em questão é o “gaze point”, que são os pontos específicos da imagem que o usuário olhou. Um conjunto de gaze points agrupados em um determinado espaço em um período de tempo é chamado de “fixation”. Esta região é de grande importância para nosso estudo, visto que é durante a sua ocorrência quando acontecem os principais processos cognitivos do usuário, como a compreensão e a memória.

O movimento rápido realizado entre áreas de “fixation” é chamado de “saccade”. Durante a sua ocorrência, que é de entre 30 a 80 ms, as informações visuais são suprimidas. Um conjunto de “fixations” pode ser agrupado por proximidade em um “gaze”, que por sua vez são organizados em “áreas de interesse” (AOI). O tempo gasto em cada AOI (“dwell time”) pode ser um fator que vai definir o interesse do usuário em um determinado estímulo apresentado na tela, podendo um maior tempo gasto significar um maior nível de interesse. Uma forma de observar esse fenômeno, que foi usada neste trabalho, é utilizando os mapas de calor (“heatmaps”), que vão apresentar na tela os pontos que chamaram mais a atenção do usuário.

Além dos termos mencionados, podemos classificar uma sequência alternada de “fixations” e “saccades” como um “scanpath”, que pode dar indicações sobre o comportamento de busca do usuário na tela, sendo uma linha reta o “scanpath” ideal para um determinado alvo.

Utilizando as informações indicadas acima, associadas aos dados obtidos por meio do EEG, é possível gerar um diagnóstico sobre a percepção do usuário a estímulos visuais, de modo a entender melhor as suas preferências e os processos emocionais e cognitivos que ocorrem naturalmente à medida que ele consome conteúdos em uma tela.

3.6 Conclusão

Este artigo apresentou uma revisão sistemática da literatura acerca da área de eletroencefalografia como Interface Cérebro Máquina. Tem como objetivo auxiliar nas pesquisas sobre o tema. A metodologia se respalda na tentativa de angariar informações de forma objetiva e imparcial.

Foram explorados artigos de temáticas como a identificação e análise de emoções, a formação de redes conectadas de interfaces humano computador e a obtenção e interpretação de dados biométricos. Também foram analisados artigos sobre a utilização de tecnologias acessórias à biometria, como o Eye Tracking. Para tal, foi realizada uma busca centrada de artigos nas ferramentas ACM DIGITAL LIBRARY, IEEE, e Springer.

Os conhecimentos obtidos apontam para a formação de um modelo para a obtenção de dados via eletroencefalografia. O acoplamento de tecnologias acessórias se mostra promissor na busca pela obtenção e compreensão de emoções via análise de dados biométricos. É proposto, portanto, um conjunto que utiliza a leitura de dados eletroencefalográficos por meio de uma leitora comercialmente disponível, acoplado a um sistema de mapeamento da visão do espectador.

É proposto como evolução do modelo a definição de um padrão de heurísticas que contemple o âmbito da identificação de emoções. Em outras palavras, uma maneira de identificar o quanto um indivíduo gostou de um artefato, físico ou digital, a ele exposto, por meio da análise de suas ondas neurais. O acoplamento da tecnologia acessória de mapeamento ocular demonstra potencial de aumento da acurácia da representação do estado emocional do espectador durante a interação. Por meio dela, é possível mapear a relação entre o foco da audiência e o conteúdo na tela, bem como capturar as suas expressões faciais durante a fruição da mídia.

Referências

[1] Zhengwei Huang, Ming Dong, Qirong Mao e Yongzhao Zhan. 2014. Reconhecimento de Emoções de Fala usando CNN. In Actas da 22^a

Conferência Internacional da ACM sobre Multimédia (MM '14). Association for Computing Machinery, Nova York, NY, EUA, 801–804. <https://doi.org/10.1145/2647868.2654984>

[2] Mingmin Zhao, Fadel Adib e Dina Katabi. 2018. Reconhecimento de emoções usando sinais sem fio. *Comum. ACM* 61, 9 (setembro de 2018), 91-100. <https://doi.org/10.1145/3236621>

[3] Jiaxin Ma, Hao Tang, Wei-Long Zheng e Bao-Liang Lu. 2019. Reconhecimento de Emoções usando Rede LSTM Residual Multimodal. In *Proceedings of the 27th ACM International Conference on Multimedia (MM '19)*. Association for Computing Machinery, Nova York, NY, EUA, 176–183. <https://doi.org/10.1145/3343031.3350871>

[4] Zhen Gao e Shangfei Wang. 2015. Reconhecimento de Emoções a partir de Sinais EEG usando Rede Bayesiana Hierárquica com Informação Privilegiada. In *Proceedings of the 5th ACM on International Conference on Multimedia Retrieval (ICMR '15)*. Association for Computing Machinery, Nova York, NY, EUA, 579–582. <https://doi.org/10.1145/2671188.2749364>

[5] Elif Gümüslü, Duygun Erol Barkana e Hatice Köse. 2020. Reconhecimento de Emoções usando EEG e Dados Fisiológicos para Sistemas de Reabilitação Robótica. In *Companion Publication of the 2020 International Conference on Multimodal Interaction (ICMI '20 Companion)*. Association for Computing Machinery, Nova York, NY, EUA, 379–387. <https://doi.org/10.1145/3395035.3425199>

[6] R. Gill and J. Singh, “A Review of Neuromarketing Techniques and Emotion Analysis Classifiers for Visual-Emotion Mining,” 2020 9th International Conference System Modeling and Advancement in Research Trends (SMART), 2020, pp. 103-108, doi: 10.1109/SMART50582.2020.9337074.

[7] G. Mohammadi and P. Vuilleumier, “A Multi-Componential Approach to Emotion Recognition and the Effect of Personality,” in *IEEE Transactions on Affective Computing*, vol. 13, no. 3, pp. 1127-1139, 1 July-Sept. 2022, doi: 10.1109/TAFFC.2020.3028109.

[8] Katia Romero, Elisa Yumi, Sandra Camargo, Fabiano Ferrari. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA EM ENGENHARIA DE SOFTWARE. Editora: ETC. Edição: 1ª (Primeira). Ano de publicação: 2017.

[9] Becker, V., *et al.*: Potencial das interfaces cérebro máquina no aprimoramento da recomendação de conteúdos em sistemas de áudio e vídeo sob demanda. In: Ferraz de Abreu, J., Abásolo Guerrero, M.J., Almeida, P., Silva, T. (eds.) Proceedings of the 9th Iberoamerican Conference on Applications and Usability of Interactive TV-jAUTI 2020, Aveiro (2020).

[10] Brunner, C., *et al.*: BNCI Horizon 2020: towards a roadmap for the BCI community. *BrainComput. Interfaces* 2(1), 1–10 (2015).

[11] Demos, J.: *Getting Started with Neurofeedback*. W. W. Norton & Company, New York (2005).

[12] Dresch, A., Lacerda, D.P., Antunes, J.A.V.: *Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement*. Springer, Cham (2015). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07374-3>.

[13] Hevner, A.R., March, S.T., Park, K.: Design research in information systems research. *MIS Q.* 28(1), 76–105 (2004).

[14] Järvinen, P.: Action research is similar to design science. *Qual. Quant.* 41(1), 37–54 (2007).

[15] Monori, F., Oniga, S.: Processing EEG signals acquired from a consumer grade BCI device. *Carpathian J. Electron. Comput. Eng.* 11(2), 29–34 (2018).

[16] Sałabun, W.: Processing and spectral analysis of the raw EEG signal from the MindWave. *Przegląd Elektrotechniczny* 90(2), 169–174 (2014).

[17] Silversmith, D., *et al.*: Plug-and-play control of a brain–computer interface through neural map stabilization. *Nat. Biotechnol.* 39(3), 326–335 (2021).

- [18] Stephanidis, C., *et al.*: Seven HCI grand challenges. *Int. J. Hum.-Comput. Interact.* 35(14), 1229–1269 (2019).
- [19] Zeng, Y., Sun, K., Lu, E.: Declaration on the ethics of brain–computer interfaces and augment intelligence. *AI Ethics* 1(3), 209–211 (2021). <https://doi.org/10.1007/s43681-020-00036-x>
- [20] SIMPLY USER, User Experience Lab. The comparison of accuracy and precision of eye tracking: GazeFlow vs. SMI RED 250, 2013.
- [21] LU, *et. al.* Combining Eye Movements and EEG to Enhance Emotion Recognition, *Proceedings of the Twenty-Fourth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2015)*, 2015.
- [22] LÓPEZ-GIL, *et. al.* Method for Improving EEG Based Emotion Recognition by Combining It with Synchronized Biometric and Eye Tracking Technologies in a Non-invasive and Low Cost Way. *Front. Comput. Neurosci*, 2016.
- [23] XU, *et. al.* Personalized Online Document, Image and Video Recommendation via Commodity Eye-tracking, *RecSys'08*, 2008.
- [24] POOLE, Alex; BALL, Linden. *Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Current Status and Future Prospects*, 2010.
- [25] SANTOS, *et. al.* Eye Tracking in Neuromarketing: A Research Agenda for Marketing Studies, *International Journal of Psychological Studies*, Vol. 7, No. 1, 2015.
- [26] BLASCHECK, *et. al.* State-of-the-Art of Visualization for Eye Tracking Data, *Eurographics Conference on Visualization (EuroVis)*, 2014.
- [27] FARNSWORTH, Bryn. *10 Most Used Eye Tracking Metrics and Terms*, iMotions, 2020.

4

O DESIGN AUDIOVISUAL COMO MODELO TEÓRICO E PERCURSO METODOLÓGICO PARA A CRIAÇÃO DE SISTEMAS AUDIOVISUAIS

*Valdecir Becker
Daniel Gambaro*

4.1 Introdução

Este capítulo descreve o framework do Design Audiovisual (DA), um modelo teórico-metodológico desenvolvido para criar, produzir, adaptar, e analisar sistemas audiovisuais, a partir de elementos convergentes das áreas da Interação Humano-Computador (IHC) e dos Estudos de Mídia. Como a indústria audiovisual apresenta continuamente mais integração com o desenvolvimento de software, o DA se torna uma importante ferramenta devido a sua capacidade de contemplar toda a cadeia convergente de criação, produção e consumo [1]. O conteúdo, sob essa perspectiva, é definido como os componentes textuais, auditivos e visuais, alinhados às interfaces gráficas que permeiam as interações. Já um sistema audiovisual complexo é uma configuração que inclui o conteúdo, o hardware e o software que suportam as interfaces, bem como a infraestrutura para armazenamento, recuperação e transmissão das informações.

Metodologicamente, existem quatro Linhas de Design: Linha do Conteúdo, Linha da Identidade, Linha da Motivação e Linha da Experiência. Essas Linhas representam orientações gerais, servindo de foco para criadores e produtores conceberem os diferentes elementos de um sistema audiovisual. Do ponto de vista teórico, o DA indica que há quatro papéis principais a serem desempenhados pelos indivíduos em contato com um sistema audiovisual, cada um representando um nível de atividade, desde a fruição passiva até a criação de obras derivadas: 1) Audiência, 2) Sintetizador, 3) Modificador e 4) Produtor. Os indivíduos, em cada

papel, podem atingir um nível elevado quando exploram recursos avançados ou ocultos do conteúdo: neste caso, eles são chamados de Player. As Linhas, portanto, devem ajudar criadores e desenvolvedores a considerar as diversas expectativas, usos e competências de indivíduos que têm acesso ao conteúdo, considerando que esses elementos podem variar de acordo com os diferentes papéis.

O DA considera dois conjuntos de conhecimentos, apresentados como ferramentas para analisar a alternância entre os papéis e para aplicar as Linhas de Design no desenvolvimento dos conteúdos: do ponto de vista do consumo, esse conjunto é denominado Configuração da Fruição; já da perspectiva da criação e desenvolvimento das obras, Configuração do Design. Embora a primeira abordagem seja brevemente mencionada, este capítulo se concentrará principalmente na segunda, detalhando o percurso metodológico para a concepção de sistemas audiovisuais sob a ótica da IHC. Em resumo, a Configuração do Design parte das estratégias do Produtor, ou seja, o indivíduo, ou grupo, responsável por projetar o conteúdo, produzir, desenvolver e configurar o sistema audiovisual. A partir da análise de dados sobre público, comportamento e mercado, o Produtor define os escopos do trabalho. Em relação ao papel da Audiência, o foco reside na individualidade e na fruição privada; para o Sintetizador, a criação da identidade é fundamental; e para o Modificador e o papel elevado do Player, a experiência resultante da interação é o aspecto mais importante. Cada foco tem correspondência com uma Linha de Design diferente. Portanto, as conexões do Produtor com a Audiência ocorrem principalmente através da Linha da Identidade; com o Sintetizador, através da Linha da Motivação; com o Modificador, através da Linha da Experiência. As conexões, no entanto, não são exclusivas e, na maioria das vezes, ocorre uma combinação de estratégias para orientar o design do conteúdo.

4.2 O Modelo do Design Audiovisual

O Design Audiovisual é um modelo teórico-metodológico que abrange todo ecossistema, do desenvolvimento à fruição de sistemas audiovisuais complexos, compreendendo o conteúdo, as expectativas e estratégias para sua fruição, a

relação dos indivíduos com as obras e as diferentes plataformas de software usadas para produção, distribuição e interação. A premissa do modelo parte do princípio de que as interfaces de software e interação desempenham um papel importante na produção, distribuição e fruição de obras audiovisuais, não podendo, em função disso, ser desconsideradas nem na criação, nem na análise das obras.

A fruição, analisado sob a ótica dos estudos de mídia, é entendida como todo o processo, ou relacionamento do indivíduo com as obras, envolvendo conteúdo audiovisual. Começa com a ciência da existência do conteúdo e do canal de distribuição, seleção do consumir e continua com o uso ou interação, o consumo, apropriação, modificação e avaliação. A fruição é mediada por interfaces de interação. O software é cada vez mais determinante na disponibilidade de produtos midiáticos, seus modelos de distribuição e as decisões sobre seu consumo. A curadoria é dividida entre humanos e máquina [2], com possível predominância de algoritmos em alguns contextos de uso. Por um lado, o software fornece um melhor ajuste de conteúdo para os indivíduos. Por outro lado, existe o risco de limitar o acesso devido aos filtros colocados entre os mecanismos de entrega e o ponto de acesso [3,4].

Uma perspectiva semelhante pode ser aplicada ao desenvolvimento de software para repositórios de vídeo, mídias sociais ou qualquer outro aplicativo que utilize conteúdo audiovisual. Softwares, nestes contextos, têm uma conexão direta com elementos audiovisuais. Filmes, shows de música, programas de TV, textos e memes podem motivar o público a procurar, e aprender, a usar o software; portanto, as interfaces mediam a boa experiência. Boas interfaces facilitam a interação e o envolvimento dos indivíduos, enquanto projetos gráficos ruins, com implementações deficientes, podem comprometer o prazer gerado pelas obras. Por esse motivo, o DA sustenta que um sistema audiovisual é mais do que simplesmente o conteúdo de áudio ou vídeo. Deve incluir o hardware e o software que suportam interfaces, armazenamento, recuperação e redes de transmissão.

O modelo DA indica que os indivíduos podem desempenhar quatro papéis diferentes quando se relacionam com sistemas audiovisuais complexos. O papel mais básico é denominado Audiência. Contempla as pessoas que assistem e

interagem com o conteúdo de maneira não sofisticada, ou seja, contempla a fruição tradicional, quando alguém assiste ou ouve passivamente obras audiovisuais, apenas recebendo o conteúdo. A partir do momento em que os indivíduos se identificam com o conteúdo ou por parte dele, e começam a comentar e compartilhar dados on-line – principalmente nas mídias sociais –, estão atuando no segundo papel, de Sintetizador. São indivíduos com atividade crescente, cujas interações são basicamente comentários e simples compartilhamento de informações on-line. À medida que o engajamento aumenta, pode surgir a motivação para interferir nas obras, modificar e apropriar parte delas. Este é o papel do Modificador e requer algumas competências relacionadas ao uso de software, como linguagem de programação e edição de som e vídeo. As pessoas nesse papel alteram o conteúdo original, por meio de participação, mudanças ou recriação de elementos narrativos. O nível mais complexo de fruição dos sistemas audiovisuais é ocupado pelo papel do Produtor. Possuindo competências necessárias para desempenhar as outras funções, os Produtores – atuando sozinhos ou em equipe – são responsáveis pela criação, produção e distribuição das obras, incluindo o design do conteúdo, o desenvolvimento de estratégias para os atos de fruição empreendido pelos outros papéis e o fornecimento das ferramentas necessárias para visualização e interação. Em resumo, o Produtor configura o sistema audiovisual, escolhendo as infraestruturas de armazenamento, recuperação e transmissão que melhor correspondem ao objetivo do conteúdo. Finalmente, pode haver usos e interações não previstos realizados por indivíduos em qualquer papel, em muitos casos subvertendo as intenções originais colocadas em uma obra: essas atividades são executadas por pessoas que atuam como o papel elevado Player.

A Figura 1 mostra como o Design Audiovisual converge duas áreas de conhecimento para uma compreensão completa sobre a produção e a fruição do conteúdo audiovisual. A primeira, denominada Configuração da Fruição, contempla teorias e conceitos dos estudos de mídia e recepção para entender a relação dos indivíduos com as obras. A partir de uma análise de como os indivíduos percebem o valor no conteúdo e a maneira como interagem com ele, é possível detalhar como eles alternam entre os papéis. O indivíduo decide a melhor maneira de aproveitar o conteúdo e as interfaces, usando as ferramentas, e os

recursos, disponíveis no sistema audiovisual. A Configuração da Fruição permite analisar, durante o ato de fruição, como os indivíduos recebem o conteúdo, física emocional e psicologicamente, como interpretam as informações, como são afetados a curto e longo prazo e como inserem informações para feedback do sistema audiovisual. Este item de configuração inclui análises de comportamento e de desenvolvimento de habilidades e competências que estimulam a fruição completa das obras audiovisuais. Um exemplo desta análise, aplicada ao rádio, está em Gambaro e Becker [19].

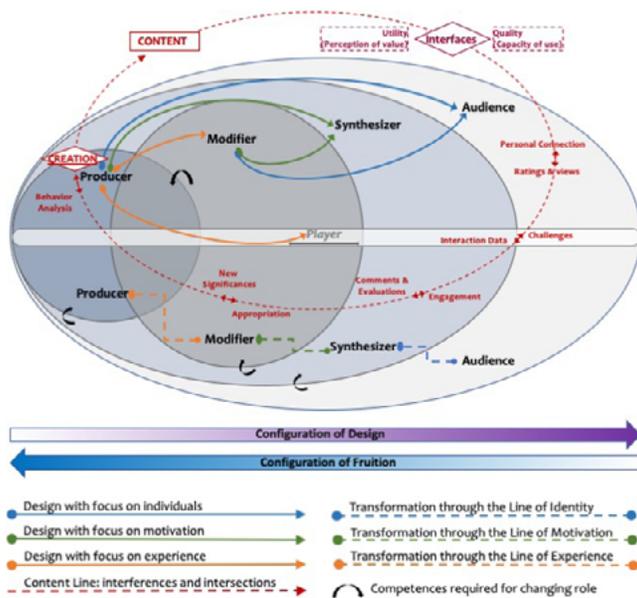


Figura 1: Modelo do Design Audiovisual.

Fonte: Grupo de Pesquisa Design Audiovisual.

O segundo conjunto de conhecimentos, denominado Configuração do Design, baseia-se em teorias e métodos da Interação Humano Computador (IHC), visando o design apropriado dos conteúdos. Essa configuração busca a boa experiência de fruição dos indivíduos, tomando como elementos centrais os processos de criação, desenvolvimento, produção, transmissão e implementação de elementos audiovisuais e artefatos de interação. A Configuração do Design

também inclui os processos e métodos para criação de obras audiovisuais, especialmente técnicas de roteirização, desenvolvimento e produção para diferentes mídias e plataformas. Propõe, portanto, uma integração entre a produção audiovisual e o desenvolvimento de software.

A relação entre as duas configurações é analisável sob a perspectiva da utilidade e da qualidade do produto. A utilidade remete à percepção de valor em relação ao conteúdo, e pode ser dividida em duas abordagens, referentes aos valores intrínsecos e extrínsecos das obras. O valor intrínseco é expresso pelos elementos verdadeiramente audiovisuais das peças, incluindo o roteiro, a narrativa, o ambiente, a trilha sonora, os artistas, a ambientação, entre outros. Em resumo, todos os componentes audiovisuais da obra. O valor extrínseco, por sua vez, está relacionado a elementos externos à obra, como as características subjacentes ao produto, por exemplo, se é para TV, cinema, universo online, mídia sonora etc. Por exemplo, o valor da TV como pano de fundo e do cinema como arte: nesse caso, é encontrado valor em como o produto é apresentado em detrimento do seu conteúdo.

Por outro lado, a qualidade deriva da capacidade das pessoas de usar interfaces e perceber suas *affordances*. A usabilidade representa um ponto crucial na qualidade, que pode ser expressa como a capacidade de uso adaptada a diferentes perfis de público. Utilidade e qualidade juntos levam a uma experiência satisfatória da fruição. O Produtor, que, de acordo com o Design Audiovisual, possui as competências de desenvolvimento de software, tem a obrigação de garantir que a utilidade e a qualidade sejam percebidas corretamente pelos indivíduos.

Portanto, a criação e o desenvolvimento de produtos começam na Configuração do Design. Por outro lado, a análise das obras concluídas parte da Configuração da Fruição. Como resposta à primeira Configuração, o modelo de Design Audiovisual procura fornecer ferramentas essenciais para o desenvolvimento de sistemas audiovisuais que atendam às especificidades de cada papel desempenhado pelos indivíduos. Essas ferramentas incluem as Linhas de Design, *affordances* de mídia e os Gatilhos de Interação. Para examinar as obras prontas, o DA fornece recursos para investigar a identidade, a motivação e a experiência do ponto de vista dos indivíduos.

4.3 O Conceito de Linhas de Design

As Linhas de Design são orientações gerais para criadores, produtores e desenvolvedores conceberem os diferentes elementos de um sistema audiovisual, considerando os papéis desempenhados pelos indivíduos, bem como as competências necessárias em cada nível para alternar entre os papéis. Assim, cada Linha é composta por conjuntos teóricos e conceituais, orientados para os quatro papéis e suas instâncias elevadas, sendo úteis para estruturar toda a experiência de fruição que pode ser esperada pelos indivíduos: ou seja, uma preocupação sob a Configuração do Design.

As Linhas de Design ajudam o produtor ou desenvolvedor de conteúdo a elaborar estratégias para a Configuração da Fruição, concentrando-se em resultados específicos que variam de acordo com o comportamento, expectativas e demandas dos indivíduos. Diferentes usos, interações, mercados e tecnologias disponíveis devem ser considerados do lado da fruição e, portanto, devem ser incorporados no processo de design.

Uma vez que, de acordo com o modelo do DA, a interação é mediada por interfaces, as *affordances* de mídia se tornam um conceito-chave [5]. Os recursos são percebidos através de elementos indicativos, presentes tanto na mídia tradicional quanto nos sistemas audiovisuais, que direcionam para significados e meios de fruição. Quando o produtor deseja que os indivíduos mudem de papel durante a fruição, é necessária uma percepção correta das *affordances*, associada ao ambiente projetado para a fruição.

Os autores [5] resumiram *affordances* de mídia como: a) Físicas, *affordances* materializadas em elementos que podem ser ativamente manipulados, com usos potenciais claros, compostos por tecnologias utilizadas para fruição de conteúdo; b) *Affordances* gráficas, presentes em interfaces gráficas interacionais implementadas por software, em parte responsáveis pela mediação entre conteúdo e indivíduos; c) Simbólicas, *affordances* originadas na narrativa ou inseridas em meio aos elementos audiovisuais, principalmente quando as *affordances* físicas são mais sutis; as percepções cognitivas e sensoriais resultantes dependem de elementos sociais, culturais, estéticos e narrativos, além da tecnologia e da interface disponível.

As *affordances* de mídia estão, assim, conectadas aos Gatilhos de Interação, ou seja, aos elementos planejados pelo Produtor que, durante a realização, convidam os indivíduos a realizar uma ação (exibir, espalhar, participar, prestar atenção etc.). A partir do momento em que um indivíduo percebe valor em um elemento e identifica as disponibilidades disponíveis, esse gatilho leva a uma ação. Por exemplo, um botão “compartilhar” inserido no conteúdo indica ao indivíduo, usando o sistema audiovisual, que um novo modo de interação está disponível (uma nova *affordance*). Esse botão, portanto, é um gatilho de interação, pois influencia um determinado comportamento que leva a um maior envolvimento do indivíduo com o sistema audiovisual.

Os gatilhos de interação assumem a forma de elementos sonoros e visuais, recursos de interface e interação, ou até mesmo um ‘pedido de ação’ inserido na narrativa (por exemplo, um convite oculto em uma conversa entre dois personagens durante um filme). O modelo DA apresenta dois tipos de gatilhos de interação: gatilho de ação e gatilho de inércia. O primeiro estimula a percepção de valor ou de utilidade em relação ao sistema audiovisual, para aumentar o engajamento. Por exemplo, uma pessoa pode sair do papel de Audiência enquanto assiste a um programa de TV para se tornar um Sintetizador que compartilha impressões sobre o conteúdo na internet. Em outras palavras, esse é um movimento do indivíduo que, incentivado pelo gatilho, muda de papéis da direita para a esquerda na estrutura do DA (Figura 1).

O Gatilho da Inércia, ao contrário, estimula o indivíduo a receber o conteúdo por meio de maior atenção, análise ou interpretação. Esse gatilho estimula a inércia ou um relaxamento durante a interação, garantindo mais passividade durante a fruição. Considerando o modelo DA (Figura 1), Gatilhos da Inércia permitem alterar os papéis da esquerda para a direita. Como exemplo, uma súbita vinheta de áudio durante o um programa de TV pode chamar a atenção do indivíduo, que momentaneamente deixa o papel de sintetizador para atuar como a Audiência, assistindo ao programa de forma passiva.

4.3.1 A Linha do Conteúdo

Antes de continuar, vale lembrar que, de acordo com o Design Audiovisual (DA), o conteúdo é tratado como os elementos audiovisuais (visuais e sonoros combinados) mais interfaces responsáveis pela interação no sistema audiovisual proposto. Como resultado, a Linha de Conteúdo está inscrita em todo o fluxo de atividades previstas pelo modelo DA, substanciando o esquema de conjuntos representados na Figura 1. A interação ocorre por meio de interfaces após as percepções de utilidade e de qualidade.

Inicialmente, a Linha de Conteúdo corresponde à intenção do produtor de comunicar algo. Esta linha define os componentes da obra que permitem a percepção de utilidade e de qualidade. Como o conteúdo compreende as interfaces, é um aspecto qualitativo se as possibilidades de ação (*affordances*) são evidentes para os indivíduos como gatilhos. A utilidade da obra é percebida através da interpretação e análise de elementos estáticos, como textos e imagens, e dinâmicos, como sons e imagens em movimento.

Seguindo a Linha de Conteúdo, o Produtor deve criar e produzir elementos para todas as partes de um sistema audiovisual, considerando os papéis desempenhados por indivíduos e as competências necessárias para alternar entre eles. Para as pessoas que desempenham o papel de Audiência, o conteúdo deve fornecer conexão pessoal e fundamentar a criação da identidade; em troca, deve ser possível gerar análises de comportamento, o que ajudará o Produtor a evoluir o sistema. Em relação ao Sintetizador, a concepção do conteúdo deve incorporar estratégias para promover o engajamento dos indivíduos, gerando comentários e avaliações das obras. Para o nível Modificador, a Linha de Conteúdo apoia estratégias para permitir a apropriação do conteúdo e a atribuição de novos significados por meio de modificações e recriações. Como exemplo, o Produtor disponibiliza parte do conteúdo em um formato de acesso gratuito, para permitir a manipulação através de ferramentas de software predefinidas, permitindo, por exemplo, ajustes na narrativa.

O Produtor, uma vez responsável pela criação das obras, fecha o ciclo de fruição avaliando dados sobre comportamentos relacionados a cada elemento do sistema audiovisual. A análise pode apresentar quatro pontos principais:

a operação técnica de artefatos de interação; a alternância de papéis e o conhecimento correspondente dos gatilhos; a percepção de valor e utilidade; e o desenvolvimento de estratégias para evoluir o conteúdo (incluindo novos elementos audiovisuais ou a incorporação de recursos de interação). O Produtor pode, então, identificar demandas originadas durante a realização e resolvê-las planejando novas possibilidades e implementando Gatilhos de Interação. A natureza da demanda corresponde a cada papel desempenhado pelos indivíduos e à Configuração de Fruição relacionada. Em relação ao desenvolvimento das *affordances* de mídia e dos gatilhos de interação, o Produtor deve ter conhecimento suficiente sobre as tecnologias para suportar o conteúdo, especialmente os artefatos de interação disponíveis e a linguagem audiovisual (narrativa, interativa e de fruição) que farão parte do sistema.

4.3.2 A linha da identidade

A Linha de Identidade foi descrita por Becker, Gambaro e Ramos [6] como responsável por gerar a identificação dos indivíduos com as obras audiovisuais. É um elemento central para o reconhecimento do público e, conseqüentemente, para o sucesso comercial dos produtos, independentemente de se tratar de entretenimento, jornalístico, instrucional ou técnico.

A definição se originou da observação de como a linguagem audiovisual apoia e forma laços com os espectadores, estabelecendo a mídia como mediadora da realidade, tanto pela cobertura jornalística factual quanto pela reconstrução da realidade como percebida por produções ficcionais [7]. Aspectos narrativos, como personagens, situações, locais ou mesmo todo o universo da história, permitem que os indivíduos percebam o valor do conteúdo e sintam que pertencem à obra ou são representados por ela. No caso de produtos instrucionais, além desses elementos, a contextualização do conteúdo, o uso de recursos visuais para a aprendizagem e a disponibilidade de informações também são elementos que podem estimular a identificação com a obra.

Embora essa abordagem seja mais comum na TV, uma vez que meio cria laços afetivos de forma mais simples com os telespectadores, por meio de seus formatos de exibição, podemos estendê-la às produções de cinema e vídeo, que

representam uma parte significativa de todo o conteúdo audiovisual disponível atualmente. Ao longo da história, mudanças sociais foram incorporadas nas narrativas ficcionais [8], propondo uma síntese da realidade. Tomando a TV brasileira como exemplo, foram elaborados roteiros dramáticos para que o público assimilasse a narrativa, desenvolvendo um envolvimento psicológico e emocional [9]. Os espectadores se reconhecem (suas realidades, mesmo que romantizadas) sobre o que estão assistindo, e isso endossa a legitimidade do drama audiovisual. Como parte do mesmo movimento, a atual ficção audiovisual também reflete o enfraquecimento das identidades compartilhadas e o fortalecimento das individualidades, sustentando a ideia de um sujeito emancipado [10], cuja identidade reflete a fragmentação de todos os aspectos da vida cotidiana [11]. O sujeito contemporâneo apresenta estratégias de consumo para tentar criar um eu coerente e a sensação de uma autonomia historicamente conquistada [12,13]. As produções audiovisuais tornam-se, então, um elemento importante para apoiar e promover uma identidade idealizada.

O processo de identificação está relacionado a dois fatos referentes ao uso das tecnologias da informação e comunicação audiovisuais: a expansão das possibilidades de comunicação e a expressão do eu. Primeiro, as tecnologias aumentam o alcance da comunicação com sistemas onipresentes de transmissão, armazenamento e recuperação de informações. Se antes o acesso era restringido por aspectos físicos temporais e espaciais, agora independe da localidade e do momento específico em que o conteúdo é disponibilizado. Segundo, as tecnologias permitem que as pessoas se expressem, potencializadas através de uma visibilidade renovada [14] em um universo online, algumas vezes atuando como fontes de informação. A unidirecionalidade da mídia, quando algumas empresas produtoras geravam material para um público disperso, deu espaço para ambientes dominados pela colaboração, customização e produção descentralizada, conforme descrito no modelo DA. A partir do momento em que os indivíduos se reconhecem como potenciais criadores e geradores de valor, constroem o eu como fonte de comunicação. Sundar [15] aponta que o eu como fonte é central para o sucesso das formas de comunicação mediadas por computador. Quando o sistema permite que o eu sirva como fonte de mensagens, a comunicação se torna verdadeiramente interpessoal.

Em resumo, como resultado do processo, as pessoas se identificam com as obras audiovisuais que passam a representar seus eu's interpretados. Esse desempenho eficaz nas telas confirma uma relação afetiva com o conteúdo, gerando primeiro o engajamento para sustentar e propagar a obra e, posteriormente, a apropriação de partes dela (ou mesmo de toda obra) sob possibilidades ilimitadas para modificações. Sundar chamou esse processo de “agência” ou a sensação de ser relevante para as interações on-line [15].

4.3.3 A linha da motivação

A partir do processo de identificação, há uma mudança natural na relação dos indivíduos com o conteúdo. A mediação da realidade, que gera um primeiro passo para a identificação, alimenta gradualmente um propósito, ou um desejo, de estar mais próximo de alguns elementos da obra. Essa percepção do valor derivado da Linha do Conteúdo leva ao engajamento. Esse processo é baseado na motivação, descrita aqui como ativadora ou despertadora de comportamentos, em geral orientada para satisfazer uma necessidade ou realizar um desejo. Assim, estamos nos referindo a um estado interno do indivíduo, resultante de percepções variadas sobre o conteúdo que são respostas à identidade e a algumas demandas relacionadas.

As origens da motivação, ou fatores motivacionais, podem ser internas ou externas [16]. No primeiro caso, isso é chamado de motivação intrínseca, descrita como a inclinação humana à assimilação, dominação, curiosidade espontânea e exploração, essenciais para o desenvolvimento social e cognitivo. Também contempla valores e prazeres associados a atividades pessoais e individuais.

Fatores externos são motivações extrínsecas. Nesse caso, o foco é um objetivo externo que carrega algum tipo de gratificação. Ou seja, o indivíduo tenta alcançar uma meta externa a ele. As motivações desse tipo podem variar com relativa autonomia, implicando esforços pessoais quando o indivíduo enfrenta alternativas possíveis e no cumprimento de regulamentos e práticas sociais para atingir determinada meta. Nesse caso, a Linha da Motivação também abarca a noção de comunidade e de sociabilização entre indivíduos, incentivando as relações para permitir a troca de informações sobre a obra.

Em resumo, as percepções de utilidade e qualidade que são realizadas por meio da Linha do Conteúdo geram motivações intrínsecas. Especialmente a percepção de valor sobre o conteúdo, tanto de informação ou de entretenimento, gera estados mentais importantes para a satisfação pessoal. A consciência e a compreensão do mundo representado no conteúdo audiovisual podem ser consideradas um estado de espírito, levando a alguma ação.

Assim, seguindo a Linha da Motivação, é possível prever um aumento no nível de atividade dos indivíduos, derivado da rapidez em usar o produto original para comunicar algo sobre eles mesmos, por exemplo, através das mídias sociais. O engajamento aumenta quando se associa a elementos da obra, trazendo prazer em qualquer tipo de participação. O engajamento se torna uma motivação extrínseca, então, quando os indivíduos identificados com o conteúdo desenvolvem comprometimento emocional com a ação oferecida pelo conteúdo. Posteriormente, surge um tipo de cumplicidade, através da qual os indivíduos concordam em experimentar os mesmos significados em termos de conteúdo e, em troca, recebem uma infinidade de novas possibilidades de ação e emoção.

O relacionamento, tanto com o conteúdo quanto com o Produtor, também inclui confiança, poder e status do indivíduo que assume qualquer um dos outros papéis. Suas atividades em rede com outras pessoas ou com/direcionadas ao produtor alimentam um nível de reputação [17] que, ao mesmo tempo, também se torna um entre outros fatores que motivam o compartilhamento. Portanto, os produtores devem entender a participação dos indivíduos como importante e desejável. A partir desse momento, a Linha da Motivação se mistura com a Linha da Identidade, já que as ações dependem da representação dos eu's projetados pelos indivíduos, bem como de suas intenções de atuação. As Linhas da Identidade e da Motivação sustentam um relacionamento complementar que permite que os indivíduos alternem papéis entre Sintetizadores e Modificadores.

4.3.4 A linha da experiência

A Linha da Experiência condensa as características das outras Linhas (identidade, engajamento, motivação) e resume elementos de criação, apropriação, revisão, remediação e participação. Ao incorporar atividades

complexas no circuito da produção, permite que indivíduos sejam modificadores, coprodutores ou produtores autônomos. Motivação e engajamento atingem os níveis mais altos nesta Linha, permitindo aos indivíduos um relacionamento emocional e psicológico mais forte e profundo com o conteúdo. A construção do eu é consolidada, e a agência se torna um elemento essencial para dar credibilidade a novas produções ou modificações.

É importante destacar que a Experiência pode ser analisada de acordo com o tempo, considerando a fruição a curto e a longo prazo. Enquanto na fruição de curto prazo é essencial uma sensação de bem-estar e satisfação com o processo, na fruição de longo prazo, a consolidação de competências é preponderante para a imersão dos indivíduos nos processos de criação e produção.

As características descritas podem ser encontradas em todas as atividades desempenhadas por indivíduos em qualquer função afetada pela Linha de Experiência, independentemente de ser profissional ou amador, com ou sem fins lucrativos. Para resumir essa descrição, este texto agora se concentrará em produções profissionais com fins lucrativos, sendo as produções amadoras sem fins lucrativos uma sugestão para trabalhos futuros, visando continuar a investigação atual.

A Linha de Experiência pressupõe contribuições para um trabalho existente. Algumas modificações feitas pelo público podem agregar valor, servindo para melhorar a utilidade percebida do sistema audiovisual, mesmo quando direcionadas a um nicho de público. Embora os papéis da Audiência e do Sintetizador percebam a utilidade do conteúdo intrinsecamente, estando relacionados à formação de identidades e motivações, os Modificadores e Produtores combinam elementos comerciais e/ou eudaimônicos para perceber o valor.

No caso específico das atividades profissionais, a Linha de Experiência conduz os indivíduos a uma imersão mental na criação, ou recriação, das obras. Durante a produção ou modificação, o processo criativo e técnico requer o entendimento e a análise de demandas, desejos e necessidades dos outros papéis desempenhados pelos indivíduos, incluindo o pleno conhecimento das habilidades e competências exigidas e disponíveis para uma fruição completa. Além disso, motivação e identificação com obras durante a produção ou

modificação estão diretamente relacionadas às atividades profissionais. Não importa se a obra tem ou não uma finalidade comercial, a motivação depende de aspectos financeiros e de ganhos monetários em potencial. A identidade, posteriormente, reforçará a credibilidade do consumidor em relação à forma como o conteúdo foi gerado.

Por outro lado, na produção ou modificação amadora, a satisfação e o bem-estar pessoal são mais relevantes do que o ganho monetário. Nos exemplos mais simples da produção amadora, quando a distribuição ocorre dentro de circuitos particulares restritos de pessoas conhecidas, normalmente o foco não está na obra, mas no processo de produção ou modificação. Por exemplo, uma pessoa mistura fotos pessoais com cenas de um filme favorito e uma música preferida para homenagear um membro da família; a simbologia e o evento são mais importantes do que a natureza da música ou do filme. Neste exemplo, a satisfação pessoal, e a sensação de relevância, superam qualquer outra motivação.

4.4 Conclusão

Este artigo descreveu o modelo teórico metodológico do Design Audiovisual, apresentando em detalhes o conceito das Linhas de Design, descritas como orientações gerais para criadores, produtores e desenvolvedores conceberem diferentes elementos em um sistema audiovisual, considerando os papéis assumidos pelos indivíduos durante a fruição do conteúdo e as competências necessárias para alternar entre esses papéis. É um conceito-chave dentro da estrutura do modelo Design Audiovisual, integrando elementos da interação humano-computador e estudos de mídia e recepção para desenvolver sistemas audiovisuais complexos.

Algumas limitações precisam ser consideradas na descrição de capítulo, considerando que esta pesquisa ainda está em andamento. Primeiro, a Linha de Motivação foi tratada apenas como um conceito, sem a exploração teórica necessária. É de extrema importância incorporar teorias e analisar um processo real que indique como o conteúdo pode gerar motivação intrínseca e extrínseca, além da persuasão necessária para o engajamento. Segundo, durante a descrição da Linha de Experiência, para tornar esse texto mais claro, decidiu-

se focar na análise de atividades profissionais com fins lucrativos, sendo as atividades amadoras sem fins lucrativos uma sugestão para futuras pesquisas, acompanhado do desenvolvimento da Linha da Motivação.

Finalmente, como um terceiro ponto a ser investigado, surge a questão de saber se uma determinada linha sempre deriva de outra. Por exemplo, a Linha de Motivação deriva da Identidade, pois reforça, e incita, o engajamento e a mudança de papéis da Audiência para o Sintetizador, por meio da adição de novos conteúdos. No entanto, existe a possibilidade de se tratar de casos exclusivos, e as três linhas mais facilmente se cruzarem entre si em vez de serem derivadas. Investigações adicionais são necessárias para determinar com que frequência ocorrem intersecções ou derivações de processos como evoluções das Linhas.

Referências

- [1] Becker, V., Gambaro, D., Ramos, T.S.: Audiovisual Design and the Convergence Between HCI and Audience Studies. In: Kurosu, M. (ed.) Human-Computer Interaction. User Interface Design, Development and Multimodality. pp. 3–22. Springer International Publishing, Cham (2017). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-58071-5>.
- [2] Martel, F.: Smart: o que você não sabe sobre a internet. Editora José Olympio (2015).
- [3] Pariser, E.: O filtro invisível: o que a internet está escondendo de você. Zahar (2012).
- [4] Van Dijck, J., Poell, T.: Understanding Social Media Logic. *Media Commun.* 1, 2 (2013). <https://doi.org/10.17645/mac.v1i1.70>.
- [5] Becker, V., Gambaro, D., Saraiva Ramos, T., Moura Toscano, R.: Audiovisual Design: Introducing ‘Media Affordances’ as a Relevant Concept for the Development of a New Communication Model. In: Abásolo, M., Abreu, J., Almeida, P., and Silva, T. (eds.) Applications and Usability of Interactive

Television. pp. 17–31. Springer, Cham, Aveiro, Portugal (2017). https://doi.org/10.1007/978-3-319-90170-1_2.

[6] Gambaro, D., Ramos, T.S., Becker, V.: TV Drama, Representation and Engagement. In: Abásolo, M., Silva, T., and Gonzales, N. (eds.) Applications and Usability of Interactive Television. *jAUTI* 2018. pp. 43–59. Springer, Cham, Bernal, Argentina (2019). https://doi.org/10.1007/978-3-030-23862-9_4.

[7] Machado, A.: *A televisão levada a sério*. Editora Senac São Paulo, São Paulo (2019).

[8] Lopes, M. I. V. de: Telenovela as a communicative resource. *Matrizes*. 3, 21 (2011). <https://doi.org/10.11606/issn.1982-8160.v3i1p21-47>.

[9] Bucci, E.: *Brasil em tempo de TV*. Editora Boitempo (1996).

[10] Harvey, D.: *Condição pós-moderna*. Editora Loyola, São Paulo (2011).

[11] Hall, S.: *A identidade cultural na pós-modernidade*. Editora TupyKurumin (2006)

[12] Ortiz, R.: *A moderna tradição brasileira: cultura brasileira e indústria cultural.*, São Paulo (1994).

[13] Elliott, A., Gay, P. du: *Identity in Question*. SAGE Publications Ltd, 1 Oliver’s Yard, 55 City Road, London EC1Y 1SP United Kingdom (2009).

[14] Thompson, J.B.: The New Visibility. *Matrizes*. 1, 15 (2008). <https://doi.org/10.11606/issn.1982-8160.v1i2p15-38>.

[15] Sundar, S.S.: Self as source: Agency and customization in interactive media. In: *Mediated Interpersonal Communication*. pp. 72–88. Routledge (2008).

[16] Deci, E. L., Ryan, R. M.: The “What” and “Why” of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychol. Inq.* 11, 227–268 (2000). https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01.

[17] Jenkins, H.: *Convergence Culture: Where old and new media collide*. NYU Press (2008).

[18] Traquina, N.: *Teorias do jornalismo*. Editora Insular (2005).

[19] Gambaro, D., & Becker, V. (2018). O Design Audiovisual como opção metodológica para a produção radiofônica. *Matrizes*, 12(3), 297-317.

5

NEUROMARKETING E EEG

*Alessandro Pinon Leitão
Thiago Henrique Coelho Tavares da Silva*

5.1 Introdução

Quando falamos em Marketing, o termo pode naturalmente ser associado a propaganda de produtos e serviços. No entanto, tal declaração é considerada uma miopia conceitual. Tal ciência segue cada vez mais a proposta gerencial, tendo a pesquisa de mercados como norte para tomada de decisões. Dessa forma, pode investir tempo e energia em ações ou propostas gerenciais de campanhas publicitárias e apresentar abordagens em níveis estratégicos.

Não podemos pensar de forma isolada. O Marketing é uma ciência que foi construída bebendo em fontes como as ciências sociais, economia e engenharia. Hoje, consolida-se como uma ciência que continua se apropriando da perspectiva multidisciplinar. Dessa forma, busca interações com a tecnologia da informação, ciência de dados e o design audiovisual e psicologia no que diz respeito a comportamentos do consumidor.

Nos últimos anos, a importância do marketing tem despontado como essencial tanto para organizações privadas quanto públicas. É especialmente relevante no que diz respeito à evolução do comportamento do consumidor. Esse comportamento é considerado um processo social tanto no ambiente físico de compra quanto nos meios digitais.

O desejo do Marketing por inovação e os processos de modernização das empresas estão ocorrendo simultaneamente em um cenário de crescimento. Além disso, o Marketing busca acompanhar as mudanças na forma como os produtos e serviços são consumidos. Essa dinâmica é impulsionada pela forma ágil e dinâmica com que a sociedade se movimenta.

5.2 Definições da American Marketing Association (AMA)

Para que compreendamos os próximos passos do Marketing, é buscada uma abordagem de construção evolutiva. É necessário que iniciemos na origem da definição de Marketing. Segundo Darroch *et al* (2004)[1], as definições da American Marketing Association (AMA) refletem a evolução do conceito de marketing. Na Tabela 1, são listados os diversos significados de Marketing ao longo dos anos. Nas iterações, são perceptíveis diversas digressões acerca do tema.

Definição da AMA	Ênfase
Marketing é o desempenho de atividades que direcionam o fluxo de bens e serviços dos produtores aos consumidores. (AMA, 1935)	<ol style="list-style-type: none">1. Função gerencial de alocação da produção de bens e serviços2. Marketing é uma atividade de negócios
Marketing é o processo de planejamento e execução do conceito, do preço, da comunicação e da distribuição, de idéias, bens ou serviços, de modo a criar trocas que satisfaçam objetivos individuais e organizacionais. (AMA, 1985)	<ol style="list-style-type: none">1. Marketing é uma função gerencial2. O objetivo é garantir satisfação nas trocas
Marketing é uma função organizacional e uma série de processos para a criação, comunicação e entrega de valor para clientes, e para o gerenciamento de relacionamentos com eles, de forma que beneficie a organização e seus stakeholders. (AMA, 2004)	<ol style="list-style-type: none">1. Marketing é uma função organizacional2. Objetivo é criar valor3. Importância em gerir relacionamentos com todos os stakeholders

Tabela 1: Definições de Marketing pela AMA.

Fonte: Adaptado de Darroch *et al* (2004, p.31).

Definição da AMA de 1935

Na definição do ano de 1935, percebe-se uma evolução da visão de mundo. Na primeira percepção de troca de bens de consumo, o Marketing aparecia como uma atividade gerencial. Sua principal função é o auxílio aos negócios. Na próxima construção do conceito, em 1985, surge o embrião do *Customer relationship management* (CRM).

Definição da AMA de 1985 [2]

A abordagem transacional do marketing contribuiu na definição do ano de 1985. Ela coloca em destaque o modelo dos quatro P's, num contexto didático e aplicável no mercado e nas organizações (Boss, 1997) [3]. Este conceito permitiu uma abordagem simplificada e aplicada para os estudantes, professores e profissionais de marketing. No entanto, deixou lacunas empíricas de como utilizar de forma eficiente. Isso impossibilitou a utilização efetiva pelos responsáveis de marketing nas empresas (Christopher, Payne e Ballantine, 1994) [4].

A discussão é sobre um paradigma de estrutura simples e de fácil compreensão (Gronroos, 1994a [5]; Constantinides, 2006[24]). Possui um grande valor conceitual e durante décadas foi considerado como absoluto e definitivo do marketing (Sánchez, Gil e Mollá, 2000 [7]; Harker e Egan, 2006 [26]). No decorrer do tempo, este paradigma começou a ser fortemente criticado e começaram a aparecer diferentes alternativas aos 4 P's. Surgiram diversos estudos, incluindo outros P's aos quatro inicialmente formulados.

Definição da AMA de 2004

As críticas ao mix de marketing continuaram, sobretudo no que diz respeito ao marketing industrial com as suas relações de produção e venda. Além disso, também é considerado o marketing de serviço. Assim começa a emergir o marketing relacional, com as relações de satisfação e a percepção de qualidade competitiva na prestação do serviço.

A necessidade de crescer novas variáveis é vista por Gronroos (1990) [8] como um sintoma de debilidade e fracasso da abordagem do “mix de marketing”. As variáveis não são o único problema, como sugeriram alguns autores. Sua própria natureza teórica constroem o “mix de marketing” como um paradigma frágil. O mundo vem se transformando, as tecnologias evoluindo e os processos relacionais e sociais em transformação na velocidade da luz, sobretudo o mercado que não é mais o mesmo do século passado. (Sánchez, Gil e Mollá, 2000) [7].

O surgimento de críticas ao paradigma transacional é um processo natural e evolutivo. Isso se dá pelo fato de que conceitos criados nos anos 1980 não

podem ser considerados como regras nos anos seguintes. A visão da AMA se apropria no movimento de estímulos e respostas que as empresas, clientes e o que o mercado dita. Já não se pode aplicar em todas as organizações como um padrão, pois os atores deixaram de ser passivos e dependentes em alguns processos para serem ativos e independentes. Sobretudo se permitem co-criar com a empresa, participar, se relacionar e contribuir com o processo de compra e venda. (Gummesson, 1987 [9]; Gronroos, 1994a [5]). O modelo dos 4 P's não capta, na realidade, toda a amplitude e complexidade dos aspectos práticos do marketing. Também não reconhece, de forma explícita, as inter-relações fundamentais que existem entre os próprios elementos do mix de marketing (Christopher, Payne e Ballantine, 1994 [4]).

Definição da AMA de 2022

A American Marketing Association permeia o trabalho de catalogar o processo evolutivo do mercado e suas tecnologias. No AMA Summer Academic Conference 2022, o Marketing foi definido como uma função organizacional e uma série de processos para a criação, comunicação e entrega de valor para clientes. Além disso, uma gerência de relacionamentos de forma benéfica para a organização e seus stakeholders.

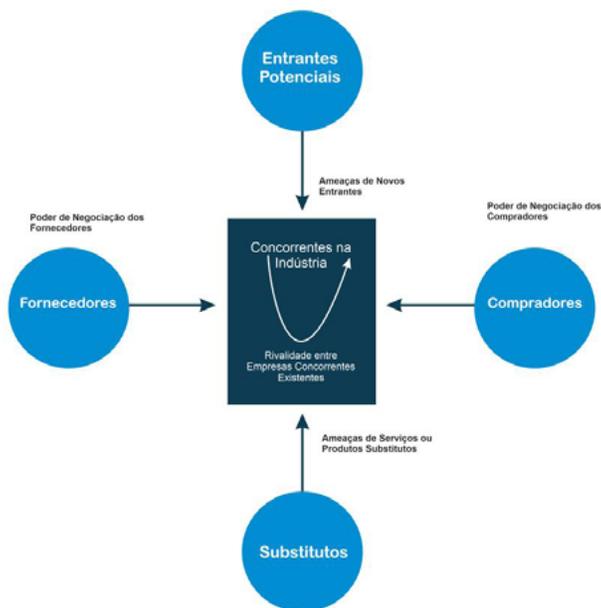
A partir da definição, nota-se a preocupação com a satisfação da troca e entre as relações. Dessa forma, surge o pensamento das estratégias competitivas. Em outras palavras, a maneira como a organização se opõe aos concorrentes, além de se mostrar competitiva e procurada pelos clientes.

5.3 As cinco forças de Porter

A análise de um mercado, segundo Aaker (2007) [11] deve começar com o modelo das cinco forças de Porter. O ponto de partida é justificado pela determinação da rentabilidade da organização por tais forças competitivas. Isso ocorre por meio da influência de preços, dos custos e de investimentos.

Para Porter (1989) [12], a entrada de novos concorrentes é considerada uma ameaça e impõe limites nos preços. Além disso, intensifica investimentos

para deter entrantes. Já os produtos substitutos determinam a propensão do comprador ao custo da mudança, bem como aos preços relativos à variação. Ainda, preços, custos e investimentos são influenciados pelo poder do comprador. Esse, por sua vez, exige serviços excepcionais. Negociações com fornecedores determinam os custos da *commodity* e outros insumos. Por fim, a rivalidade influencia tanto os preços quanto os custos da concorrência, relativos ao desenvolvimento de produtos, publicidade e à força de venda.



Fonte: adaptado de Porter (1989).

O modelo descrito ajuda a avaliar a concorrência em dado setor de uma empresa. Segundo Harrison (2005) [13], é através dele que pode ser descrita a relação entre o poder econômico de clientes e fornecedores e a capacidade de sucesso financeiro de uma empresa. Também descreve fatores que levam à competição entre concorrentes diretos. Ainda, possibilita a observação de barreiras de entrada e a dinâmica de aumento ou diminuição de competição com a introdução de produtos substitutos.

5.4 A evolução do Marketing segundo Kotler

Por definição, o Marketing busca compreender o comportamento do consumidor, a fim de propor novas ideias e soluções que atendam às suas necessidades. Conforme Kotler (1967) [14] sugere, o objetivo é identificar as oportunidades de inserção de produtos no mercado, visando o aumento dos lucros das empresas.

No entanto, nota-se que o segmento passa por transformações. Isso ocorre em resposta à dinâmica das mudanças de comportamento da sociedade. Nesse contexto, as fases de evolução da disciplina estão ligadas principalmente à revolução industrial, à revolução tecnológica e à revolução da informação. Individualmente, promoveram diferentes impactos no trabalho de especialistas na área.

Surge, portanto, a separação entre as diferentes eras do marketing. Conforme relata a Figura 1.

A CARACTERÍSTICA	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
Concentração	Marketing orientado ao produto	Marketing orientado ao Consumo	Marketing voltado para as pessoas	Marketing centrado no ser humano aprofundado pela "jornada" do cliente no processo de compra	Centrado na humanidade, utilizando inteligência artificial
Objetivo	Venda de produtos	Satisfação e retenção do consumidor	Tornar o mundo um lugar melhor, fornecendo valores positivos	Inspirar o cliente a criar novos conteúdos e produtos/serviços	Gerar transformação emocional na relação de co-criação
Forças que permitem o surgimento de um conceito	Revolução Industrial	Tecnologia da Informação	Uma nova onda de tecnologias	Economia Digital	Inteligência artificial e bigdata
A forma como as empresas percebem o mercado	Consumo em massa com necessidades de materiais	Consumo inteligente movido pela razão e emoções	Consumidores com razão, coração e alma	Consumidores interconectados (cidadão da internet)	Consumidor hiperconectado em busca de experiências no metaverso
Conceitos-chave de marketing	Desenvolvimento de produtos	Diversificação e distinção no mercado	Fornecendo valores mais altos	Antropomorfização de marcas (Humanizar as marcas)	Jornada tecnológica do consumidor baseado em dados e rastros
Diretrizes de marketing	A especificidade do produto	Posicionamento da campanha e do produto	Missão, visão e valores da empresa	Promovendo conteúdo e criando marcas	Marcas recuperadas com seu posicionamento sustentável frente aos problemas ambientais
Proposta de valor	Funcional	Funcional e emocional	Funcional, emocional e espiritual	Compromisso e confiança	Ambiente transformador
Interações com os consumidores	Abordagem coletiva transacional um para muitos	Abordagem individual relacional um a um.	Relacionamentos e cooperação "de muitos para muitos"	Relações baseadas no funcionamento da rede, uma enorme geração de consumidores	Se relaciona de forma humana, gerando propósito de existência e bem-estar a todos os consumidores

Figura 1: Eras do marketing

Fonte: Elaboração própria

Verifica-se na Figura 1 acima, que são apresentados o Marketing 1.0, Marketing 2.0, Marketing 3.0, Marketing 4.0 e, finalmente, Marketing

5.0. Cada estágio pode ser analisado individualmente e são separados por entre os diferentes marcos tecnológicos da sociedade de consumo.

5.4.1 Marketing 1.0

Em seu primeiro estágio, definido por Philip Kotler, empresas tinham seu foco na produção e no aumento do portfólio. A construção de uma marca, segmentação de mercado e personalização ainda não eram uma preocupação das empresas. Tal comportamento era justificado pela falta de concorrência, uma vez que ainda não existiam muitas empresas concorrentes. A disponibilidade de produtos era baixa e os consumidores ainda eram ingênuos em relação a táticas publicitárias. No contexto da era, a principal atividade do marketing era promover a massificação da divulgação do produto. Os principais meios de comunicação utilizados para o aumento da exposição eram a televisão e o rádio.

5.4.2 Marketing 2.0

Com a primeira evolução do Marketing, é possível perceber um amadurecimento das empresas. Com o refinamento das técnicas publicitárias, houve uma crescente disposição para compreender as necessidades dos consumidores. O aumento da receita tornou-se, portanto, diretamente ligado à capacidade de um produto de sanar as dores que o seu público teria.

A grande revolução da segunda era do Marketing surge a partir do aumento do senso crítico dos consumidores. Setores produtivos precisaram rever suas estratégias, agora com o objetivo de delimitar interesses em comum. Essa forma de filtragem, denominada segmentação de mercado, objetiva a criação de soluções personalizadas.

Dessa forma, a nova maneira de abordar os negócios ajudava a contornar duas grandes dores causadas pela metodologia anterior. Primeiro, a segmentação de mercado causou uma redução da massa de empresas diretamente concorrentes. Também evitava o gasto desnecessário com estratégias de comunicação massificada que não surtiam o efeito desejado.

5.4.3 Marketing 3.0

A internet surge como grande protagonista na terceira revolução do Marketing. Ela é a responsável por uma grande transformação digital. Por meio de blogs, sites e redes sociais, as pessoas mudam a hierarquia de consumo por ganharem voz.

Nesse modelo, a segmentação de mercado começa a perder o sentido, uma vez que cada ser humano passa a ser único. É necessária a adaptação da disciplina para que se considere cada pessoa. Estratégias precisam ser adaptadas, já que cada uma possui desejos e necessidades particulares.

Nesse contexto, a humanização ganha espaço nos discursos das empresas. Além disso, outra forte característica dessa fase é a preocupação com as causas sociais e ambientais. Em outras palavras, é exaltado o consumo consciente e o crescimento sustentável.

5.4.4 Marketing 4.0

A quarta revolução é marcada pela economia digital. Nesse cenário, a internet está presente em quase todos os aspectos da vida da sociedade consumidora. Nesse ambiente de hiperconectividade, ressalta-se o desafio da mudança de visão para uma lógica inclusiva e mais horizontal.

Contrário a concepções anteriores, o mundo se volta à inclusão social e o senso de comunidade. Dessa forma, existe uma quebra da anteriormente soberana exclusividade. O advento da internet elimina barreiras demográficas e geográficas e, portanto, as campanhas precisam acompanhar o momento.

A diluição dos poderes verticais é também notável durante essa fase. A democratização proporcionada pela internet permite que pequenos negócios ganhem espaço no mercado. Assim, o mercado dá lugar a relações mais horizontais e diretas entre empresas e consumidores.

Outro aspecto da hiperconectividade é a evolução da presença digital ressaltada na terceira revolução. Agora, além da voz, os consumidores possuem verdadeiras comunidades digitais. Assim, suas decisões individuais são cada vez mais influenciadas pela consciência coletiva nas redes sociais.

5.4.5 Marketing 5.0

A quinta revolução do Marketing é construída sobre a centralidade humana do Marketing 3.0 e as evoluções tecnológicas do Marketing 4.0. É definido pelo uso de tecnologias que se aproximam de aspectos humanos para criar, comunicar, entregar e aumentar o valor na experiência geral do cliente. Utiliza técnicas como o mapeamento da jornada do cliente para identificar tecnologias de marcação. Assim, agrega valor e melhora o desempenho dos profissionais de Marketing.

Fica cada vez mais claro que o Marketing deve ser reescrito na forma de uma evolução contínua. Isso se deve à sua constante necessidade de adaptar-se à dinâmica do mercado. Um exemplo disso na realidade do Marketing 5.0 é a exploração do big data. Em muitas empresas, exige uma cultura de conhecimento relacionada a dados.

5.4.6 Martech

O termo Martech é um espólio da quinta geração do Marketing. É oriundo da junção de estratégias e ferramentas de marketing com tecnologias da informação e comunicação. A partir desse maior embasamento, é possível uma tomada de decisões mais eficiente.

Mudanças foram notadas com a chegada da tecnologia, com impacto direto nos resultados. Sua utilização visa aumento e aperfeiçoamento do marketing, na forma de comunicação e no aumento e alcance das estratégias. Alcançar objetivos de comunicação digital por meio de tecnologias são problemas e desafios comuns nos dias de hoje. O principal objetivo é reduzir tempo, fazendo com que as empresas alcancem mais oportunidades mediante as escolhas de soluções tecnológicas que atendam às necessidades e façam diálogo com o ecossistema digital (Araújo, 2018) [17].

Para muitos pesquisadores e especialistas em marketing tradicional, Martech ainda é um tema nebuloso. No entanto, para o mercado de trabalho, se tornou uma ferramenta de apoio para atrair clientes para um ambiente dinâmico e competitivo. Impulsionados pela inovação, a competição e o refinamento do consumidor através de informações, impactaram a forma de comunicação, o uso das tecnologias, os orçamentos e as estratégias (Baltes, 2017 [18]; Ghoshal, 2020 [27]; Cvitanovic, 2017 [21]).

Para Araújo (2018) [17], Martech é definido como uma estratégia de dados, onde agências, veículos e anunciantes têm que atuar de forma contundente e multidisciplinar, sempre exercendo papel inovador e estratégico na comunicação. Em contraponto, Baltes (2017) [18] define o termo como o Marketing apoiado pelo uso das plataformas de tecnologia a fim de alcançar objetivos comerciais. De maneira geral, o termo envolve estratégias, soluções e tecnologia. Para ele, marketing de tecnologia está baseado no conceito de automação e inteligência artificial (IA). Considera, portanto, Martech como a ponte perfeita entre marketing, negócios e tecnologia.

O conceito de Martech em AdTech(2020) está associado a três principais tecnologias: Web Analytics, gerenciamento do relacionamento com o cliente e automação das ações. A primeira, lida com os dados do site, o tráfego pago e a conversão de leads. A segunda, denominada CRM (*Customer Relationship Management*), gerencia o relacionamento e administra os dados. Já a terceira está relacionada às ações de bases de dados e comunicação, podendo ser generalizada com automação do marketing. Também afirma que o Martech tem como base a personalização de segmentação do público-alvo. Além disso, implica o uso de plataformas próprias.

As plataformas tecnológicas mais do que nunca são necessárias para concretizar os objetivos dos departamentos de marketing, nos âmbitos estratégicos e comerciais. Nos últimos anos, houve um crescimento notável desses cenários. No entanto, muitas vezes empresas, agências de publicidade e prestadores de serviços digitais ainda não estão familiarizados com o estado atual da tecnologia. Por isso, enfrentam a pressão de um ambiente altamente competitivo (Baltes, 2017; [18] Araújo, 2018) [17].

Segundo a Martech Today (2017), o conceito tem se espalhado com grande velocidade por entre as empresas do ramo. Em 2011, havia 150 empresas que utilizavam o Martech em todo o mundo. Já em 2015, seu número havia crescido para 2.000. Um ano depois, chegou ao patamar de quase 3.500 marcas. No ano de 2017, mais de 4.891 empresas já estavam utilizando plataformas tecnológicas em suas estratégias de marketing.

Muitas empresas notaram a necessidade de um profissional capacitado para a análise do ambiente digital e dados. Com a inserção da tecnologia nas

atividades do marketing, novas técnicas são descobertas e utilizadas. Na era da informação, encontrar clientes é usualmente feito por meio de dados de pesquisa e inteligência artificial. Cookies ajudam a definir perfis e, por meio deles, os requisitos dos clientes aparecem em suas telas.

Essa modalidade de propaganda por muitas vezes passa despercebida, classificada no que é chamado de conteúdo, mídia e engajamento. No entanto, a mídia é uma maneira efetiva de comunicação com o consumidor para a oferta de conteúdo. O grande retorno dessa estratégia é a divulgação da marca, chamado de engajamento (Bellis & Johar, 2020 [20]; Ghoshal, 2020 [27]; Weber & Schutte, 2019 [28]).

A tecnologia e as ferramentas influenciaram diretamente na maneira como a publicidade é feita. Assim, destaca-se a importância do marketing de conteúdo em relação ao Martech. O uso de recursos como a inteligência artificial reduz os custos com campanhas, trazendo o melhor conteúdo aos clientes e uma maior segmentação de público e mercado.

A publicidade mudou. Não se trata mais do arremesso de produtos medidos por impactos. Hoje, trata-se de artigos publicados que chegam até as pessoas por meio do endosso social, recomendação de influenciadores, anúncio em banners, fóruns de interesse, recomendação de amigos ou engajamento. Isso ocorre tanto em redes sociais digitais quanto em mídias pagas. No entanto, deve ser sempre orientado por valores. As marcas precisam ter sinergia com os seus consumidores para envolvê-los, processo esse contínuo, frequente e de impacto a longo prazo. Dessa forma, já não faz mais sentido gastar fortunas com campanhas de massa. Ideias executadas de forma eficiente formam marcas e motivam seus seguidores (Aytekin et al., 2021 [25]; Ghoshal, 2020 [27]).

Empresas que investem em equipamentos, softwares e formulários estão um passo à frente das que não tiveram uma resposta às mudanças. Consumidores já estão prontos para o próximo nível tecnológico e as marcas que não se adaptam são vistas como menos atraentes. Martech, portanto, é visto como vantagem competitiva.

O advento da internet torna o encontro das melhores ofertas cada vez mais fácil. Com isso, o mercado se torna ainda mais competitivo. Assim, o

Martech assume um papel maior do que um diferencial. Possibilita a obtenção de informações que auxiliam a estruturar planejamentos de marketing, bem como a capacidade de comunicação com o consumidor com maior velocidade e eficácia. Além disso, torna possível a medição de retorno das empresas a partir de clientes satisfeitos (Cvitanovic, 2017 [21]; Latinovic & Chatterjee, 2019 [29]; Sharma, 2020 [30]).

5.5 Neuromarketing

Define-se o neuromarketing como um recente campo de estudo do Marketing que promove o estudo da essência do comportamento do consumidor. Objetiva a descoberta da raiz de seus desejos, impulsos e motivações de compra por meio do estudo direto de suas reações neurológicas. Acredita-se que o termo neuromarketing tenha sido cunhado por Ale Schmidt, um professor da Rotterdam School of Management in Holland.

A atividade é feita a partir da análise das respostas cognitivas e afetivas dos consumidores, face a estímulos de marketing. Portanto, é compreendido como o uso de conhecimentos da neurociência e técnicas utilizadas por empresas para melhor compreender as respostas aos diferentes esforços de comunicação.

O termo neuromarketing aparece em eventos, discursos e de forma geral no universo de profissionais de comunicação e marketing. É visto como subterfúgio para limitações de entender o comportamento do consumidor, suas reações, decisões e emoções na hora de consumir produtos ou serviços. Também é mencionado em livros utilizados como bibliografia básica para disciplinas de marketing em cursos de graduação em administração e em comunicação social. Neles, são apresentadas algumas possibilidades e técnicas para compreender o consumidor na busca de vender mais e criar experiências de consumo. Para Las Casas (2019) [22], os objetivos ampliados do neuromarketing são:

- Compreender a reação do cérebro com os estímulos dados aos consumidores;
- Entender as decisões de compra no nível neurológico dos consumidores;
- Adequar estas reações às comunicações de marketing;

- Criar um ambiente que possibilite aos consumidores se envolverem com a marca de forma engajada em nível multissensorial.

Segundo o autor, a partir destes objetivos é possível prever aplicabilidades na área de marketing. Empresas utilizam essas técnicas buscando compreender o consumidor. A partir de pesquisas e de procedimentos, tentam entender como os consumidores tomam decisões na hora de comprar bens e serviços no ponto de vendas.

Técnicas como o neuromarketing também estão sendo utilizadas para testar a eficiência de campanhas, ações e produtos. Segundo ele, a utilização é possível em praticamente todos os elementos componentes do marketing. A eficiência das metodologias pode ser testada pela percepção de impactos aos consumidores.

5.6 Conclusão

Com o advento da modernização do Marketing, novas metodologias e tecnologias são aglutinadas à disciplina. De forma geral, o neuromarketing é atualmente utilizado como uma opção de pesquisa em marketing. No entanto, poucos relatos práticos indicam que a técnica consiga aferir de forma concreta as reações e estímulos. Por exemplo, ainda não se pode afirmar se o cliente gosta ou não de um produto ou serviço.

Por outro lado, o neuromarketing surge como resposta a aspectos que podem ser ignorados nas atuais metodologias de pesquisa de comportamento do usuário. Essa lacuna pode ser causada pela essência das atuais atividades utilizadas. Técnicas como grupos focais, observação e questionários de satisfação são de cunho qualitativo. Dessa forma, não conseguem eliminar a camada de subjetividade na resposta desses consumidores sobre a fruição no processo de consumo de propagandas, ações de marketing e venda de bens e serviços.

Nuances no comportamento dos usuários podem ser monitoradas e transformadas em heurísticas a partir da comparação com elementos similares em outras obras e histórico do indivíduo. Heurísticas, em IHC, são regras gerais que descrevem elementos de uma interface com boa usabilidade. Agregando a noção de percepção valor à qualidade das interfaces, é possível inferir regras, ou

heurísticas, específicas sobre o gosto de cada usuário, totalmente personalizadas em função das leituras dos padrões neurais. Dessa forma, é possível buscar um determinado conjunto de heurísticas nas obras ou estímulos de comunicação a serem recomendadas, e sugerir apenas aquelas que atendem o patamar mínimo.

Os estudos de marketing à luz das heurísticas do gosto permitem, sobretudo, um novo viés para compreender e prever comportamentos de consumo. Também permite melhor propor projetos de entretenimento, estratégias de comunicação e lançamentos de novos produtos e serviços. Como método investigativo, é de grande importância, uma vez que, como no caso anteriormente relatado, ganha acesso a informações anteriormente não reveladas pelos usuários.

Percebemos de forma conclusiva que o marketing, em linhas gerais, continua evoluindo, e esse processo se dá, sobretudo, pelo avanço tecnológico, pelas relações das marcas com seus consumidores, pela compreensão evolutiva da sociedade e pelas análises dos comportamentos dos consumidores no processo de compra de bens de consumo.

Referências

[1] DARROCH, Jenny et al. The 2004 AMA definition of marketing and its relationship to a market orientation: an extension of Cooke, Rayburn, & Abercrombie (1992). **Journal of Marketing Theory and Practice**, v. 12, n. 4, p. 29-38, 2004.

[2] AMA (1985), AMA Board approves new marketing definition. **American Marketing Association News**, vol. 19, n.º 5. AMA (2008) in <http://www.marketingpower.com/mg-dictionary.php?SearchFor=marketing&Searched=1>

[3] BOSS, J. (1997), Les nouveaux visages du marketing. **Revue Française du Marketing**, n.º 164(4).

[4] CHRISTOPHER, M.; PAYNE, A. e BALLANTINE, D. (1994), **Relationship Marketing**. 2.ª Ed., Butterworth-Heinemann, Ltd.

- [5] GRONROOS, C. (1994a), 'Quo Vadis', marketing? Toward a relationship marketing paradigm. **Journal of Marketing Management**, n.º 10.
- [6] GRONROOS, C. (1994b), From marketing mix to relationship marketing: towards a paradigm shift in marketing. **Management Decision**, vol. 32, n.º 2.
- [7] SÁNCHEZ, M.; GIL, I. e MOLLÁ, A. (2000), Estatus del marketing de relaciones. **Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa**, vol. 9, n.º 3.
- [8] GRONROOS, C. (1990b), **Service Management and Marketing**. Managing the Moments of Truth in Service Competition. Lexington Books y Macmillan Inc.
- [9] GUMMESSON, E. (1987), The new marketing: developing long term interactive relationship. **Long Range Planning**, vol. 20, n.º 4.
- [10] AMA (2017), AMA Board approves new marketing definition. American Marketing Association. In <https://www.ama.org/the-definition-of-marketing-what-is-marketing/>. Acesso em: 28/05/2023.
- [11] AAKER, D. A. Administração estratégica de mercado. 7ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2007, p.34, p.97-98. HARRISON, J. S. **Administração estratégica de recursos**: e relacionamento. Porto Alegre: Bookman, 2005, p.61-62, p. 64-66, p. 71.
- [12] PORTER, M. E. **Vantagem competitiva**: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Elsevier, 1989, p. 2-5. p. 10, p. 31, p. 49.
- [13] HARRISON, Jeffrey S. **Administração estratégica de recursos e relacionamentos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- [14] KOTLER, Philip. **Administração de Marketing**: Análise, Planejamento e Controle. 1ª Ed. Chicago: Prentice Hall,1967.

- [15] P. Kotler, H. Kartajaya, I. Setiawan. **Marketing 5.0: technology for humanity** (John Wiley and Sons, 2021)
- [16] LIGIÉRO A. E. Z. B. , CHAIM D. F., CORREA F. C. A. A Aplicação de Sistemas de Informação nas Forças Competitivas de Porter: **VIII SEGET – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – 2011.**
- [17] Araújo, J. B. (2018). Da era do Discurso Digital para a era do Diálogo no Ecosistema de Marketing e Adtech Brasileiro. **Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação.** 41º Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – Joinville-SC – 2 a 8/09/2018.
- [18] Baltés, L. P. (2017). **Marketing technology (Martech) – the most importante dimension of online marketing.** Bulletin of the Transilvania University of Braşov - Series V: Economic Sciences, 10(2).
- [19] AdTech: o que é, como funciona e por que investir em uma? (2020, 28 de maio). **Rock Content.** Recuperado de <https://rockcontent.com/br/blog/adtech/>. Acesso em: 16 set. 2022.
- [20] Bellis, E., & Johar, G. V. (2020). Autonomous Shopping Systems: Identifying and Overcoming Barriers to Consumer Adoption. **Journal of Retailing**, 96, 74–87. DOI: 10.1016/j.jretai.2019.12.004 0022-4359.
- [21] Cvitanovic, P. L. (2017). New Technologies in Marketing as Competitive Advantage, **Proceedings of the ENTRENOVA - ENTerprise REsearch INNOVation Conference** - Split, Croatia, 6-8 September 2018, 294-302.
- [22] LAS CASAS, Alexandre Luzzi. **Administração de marketing.** 2ª ed. São Paulo. Atlas, 2019.
- [23] ANDERSON, J. (1995), Relationship in business markets: exchange episodes, value creation and their empirical assessment. **Journal of the Academy of Marketing Science**, vol. 23, n.º 4.

[24] CONSTANTINIDES, E. (2006), The marketing mix revisited: towards the 21st Century marketing. **Journal of Marketing Management**, vol. 22, pp. 407-438.

[25] Aytekin, P., Virlanuta, F. O., Guven, H., Stanciu, S., & Bolakca, I. (2021). Consumers' Perception of Risk Towards Artificial Intelligence Technologies Used in Trade: a Scale Development Study. **Amfiteatru Economic**, 23(56), 65-86. DOI: 10.24818/EA/2021/56/65.

[26] Harker, M. J., & Egan, J. (2006). The past, present and future of relationship marketing. **Journal of marketing management**, 22(1-2), 215-242.

[27] Ghoshal, N. D. (2020). Digital marketing: the opportunity and the imperative. **Int. J. Public Sector Performance Management**, 6(2). DOI: 10.1504/IJPSPM.2020.106733.

[28] Weber, F., & Schutte, R. (2019). A Domain-Oriented Analysis of the Impact of Machine Learning – The Case of Retailing. Institute for Computer Science and Business Information Systems, University of Duisburg-Essen. *Big Data Cogn. Comput.*, 3(11). DOI: 10.3390/bdcc3010011.

[29] Latinovic, Z., & Chatterjee, S. C. (2019). **Customer Centricity in the Digital Age. Massachusetts Institute of Technology**. Recuperado de <https://mitsmr.com/2MgYPNi>. Acesso em: 17 out. 2021.

[30] Sharma, P. (2020). Futuristic Growth Analysis of Ecommerce Companies and Emerging Strategies Applied by the to Increase Bill Volume and Market Share, Suggestions to Improve Local Ecommerce Business According to New Trends. **Journal of Information Systems & Operations Management**, 14(2).

6

INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR EM INTERFACES DE CONVERSAÇÃO

Paulo Henrique Souto Maior Serrano

6.1 Introdução

As diferentes interações humanas mediadas pelo computador são parte indissociável da cultura contemporânea e concretizam-se através de diferentes plataformas e em diferentes linguagens. Recursos audiovisuais, textuais ou imagéticos são utilizados em websites, redes sociais digitais ou tecnologias de mensagem instantânea para colocar pessoas em contato com outras pessoas.

O acesso à internet é realizado por 84,7% dos brasileiros, dos quais 94,9% afirmaram utilizar a internet para “enviar ou receber mensagens de texto, voz ou imagens” [1]. A tecnologia de envio e recebimento de mensagens instantâneas já é parte do cotidiano de quem utiliza qualquer solução para conexão em rede.

A familiaridade com o suporte de interação é um importante condicionante para a adoção de estratégias de comunicação baseadas em tecnologias de conversação. As pessoas não precisam aprender a interagir com esse tipo de interface, porque fazem isso constantemente umas com as outras. A experiência do usuário pode ser ampliada com o oferecimento de soluções para seus problemas através de requisições realizadas por meio da linguagem natural, que ele já domina.

Os chatbots, ou robôs de conversação são programas que respondem como uma entidade inteligente, através dos sistemas de inteligência artificial, demandas por texto ou voz realizadas por meio da linguagem humana, utilizando-se do Processamento de Linguagem Natural (PLN). Esse tipo de programa é um dos exemplos mais simples e populares da Interação Homem-Computador (IHC) [2].

Esse tipo de tecnologia pode ser utilizada como uma solução para entretenimento ou aprendizagem, aplicações sociais para produtividade e eficiência de práticas cotidianas e repetitivas ou mesmo uma alternativa rápida e conveniente para o suporte técnico de organizações e provedores de serviços.

Para os desenvolvedores, a implementação desse tipo de solução pode ser realizada de forma rápida e descomplicada, sem uma preocupação tão complexa com a interface gráfica. Soluções como IBM Watson, Google Dialogflow, Amazon Lex, Azure Bot, Microsoft Bot Framework e alternativas *open source* como TensorFlow e Botpress constituem um conjunto de abordagens que utilizam a IA como motor para melhorar a experiência do usuário nas interações de texto, oferecendo aos usuários a capacidade requisitar informações usando uma abordagem de texto em linguagem natural e, em alguns casos, a fala.

Esta pesquisa apresenta três aplicações de uso de chatbots desenvolvidas no Laboratório de Interação e Mídia da Universidade Federal da Paraíba, a partir do projeto de extensão Interfaces Livres. Esse trabalho foi realizado a partir da experimentação do uso de robôs de conversação para três aplicações práticas distintas: uma na área de educação, outra na área de saúde e outra para o suporte ao uso de sistemas.

Os robôs de conversação foram desenvolvidos para solucionar diferentes problemas de seus utilizadores, e utilizaram distintas abordagens com relação à implementação e às respostas que conduziriam a interação dos usuários. O conjunto de intenções que os chatbots conseguem responder correspondem a um universo limitado de possibilidades e que depende da capacidade de antecipação de seus desenvolvedores e do treinamento ao qual a tecnologia é submetida.

A apresentação do processo de planejamento e as decisões de design tomadas durante a criação e a implementação das soluções são relevantes para a reprodução desse tipo de tecnologia em contextos análogos aos que foram apresentados na pesquisa. Espera-se que professores e desenvolvedores possam identificar nesse tipo de abordagem uma solução rápida e eficiente para esclarecer as dúvidas e manter o contato com seus alunos ou usuários.

Os casos apresentados foram desenvolvidos com base no paradigma da Design Science, e a Design Science Research foi o método utilizado para orientar a criação do artefato [3]. O presente capítulo apresenta os resultados desse processo de desenvolvimento, destacando os pontos-chave e detalhando o racional do processo decisório relacionado as escolhas de design de cada um dos três projetos.

6.2 Diálogos em chatbots

O desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias de processamento de linguagem natural melhoraram as condições de desenvolvimento de agentes de conversação. A transição de um chatbot baseado em fluxo para uma versão baseada em intenção deste tipo de interação humano-computador está sendo implementada em vários setores da sociedade como serviço ao consumidor, saúde, educação e outras organizações [4].

A criação desse tipo de software pode se dar através de diferentes técnicas e abordagens [5]. O modo como as respostas são geradas pode ser considerado a base de todo o processo de criação de um chatbot. Para efeitos de simplificação, nesse capítulo serão consideradas duas abordagens mais simples: o chatbot baseado em um fluxo, o que oferece um conjunto de opções pré-definidas para o usuário escolher, e aquele baseado nas intenções dos usuários, que responde ao que o usuário deseja, deixando dicas para esse usuário dar continuidade ao diálogo.

Os agentes conversacionais apresentados nessa pesquisa são todos antropomorfos, possuem uma personalidade, representações virtuais e características distintivas expressas no uso de expressões de linguagem. Os chatbots com características humanas contribuem para o engajamento dos usuários nos diálogos, de modo que as percepções das características humanas intensificam a conexão dos usuários com a tecnologia [6].

Uma das características exploradas pelo “Computador”, um dos chatbots apresentados nesse estudo é o mal-humor e a arrogância, uma tentativa de criar satisfação pela construção satírica do personagem chatbot que não está

bem treinado para conduzir uma conversa em amplo espectro. A frustração do usuário com as frequentes respostas erradas que poderiam representar uma falha na comunicação [7] são trabalhadas com ironia para contornar a limitação do próprio sistema na expectativa de criar satisfação.

A satisfação do usuário poderá ser caracterizada a partir de critérios como a facilidade de uso, o desconforto provocado pela interação, o prazer, o aprendizado e o contexto em que a solução é utilizada [8].

Os chatbots passam por um período contínuo de treinamento que pode ser realizado através de uma abordagem supervisionada ou não-supervisionada que pode apresentar resultados eficazes em uma dinâmica de manutenção mais eficiente [9]. Nessa pesquisa as soluções apresentadas foram desenvolvidas através do sistema supervisionado de aprendizagem, em que as interações dos usuários são avaliadas e atribuídas às respostas mais adequadas. Os robôs de conversação, a partir da indicação fornecida pelo desenvolvedor, passam a apresentar respostas cada vez mais precisas aos usuários que venham a interagir com o chatbot posteriormente.

As motivações dos usuários que fazem uso desse tipo de tecnologia são essenciais para a compreensão de como implementar o sistema de respostas e as características lúdicas que farão parte da experiência de interação do usuário. A eficiência ou produtividade pode ser uma característica atrativa para o usuário que busca assistência ou informações, para os usuários que estão apenas curiosos ou interessados no entretenimento que a solução pode oferecer [10] os critérios de criação podem ser menos relacionados com a eficiência da comunicação e mais com a satisfação.

6.3 Computador

O chatbot educacional chamado de Computador foi desenvolvido com a premissa de aceitar e exagerar as limitações do seu próprio contexto de comunicação. Esse robô responde às intenções dos usuários e foi desenvolvido para interagir com os estudantes de nível universitário em uma disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação.

O objetivo dessa solução é o de apresentar diferentes conteúdos educacionais sobre o tema da disciplina. Porém, dada a amplitude de possibilidades de interação e a ausência de um objetivo claro apresentado antecipadamente ao usuário, entendeu-se que o erro seria inevitável e mais frequente. Os robôs de conversação que são orientados a objetivos específicos estreitam o universo léxico dos usuários, de modo que as intenções podem ser mais facilmente identificadas e atendidas ou orientadas pelo robô.

No caso do Computador, os estudantes não foram orientados ao que poderia ser perguntado ou não. A frustração de seus usuários foi utilizada para determinar o tom e o estilo de conversação que seria realizado. O agente foi criado com uma personalidade orgulhosa, com excesso de arrogância e indiferença aos problemas dos usuários. A mensagem de retorno padrão, utilizada quando a intenção não é identificada, por exemplo, pode ser: *“Não compreendo. Mas é sempre bom lembrar que o ruído na comunicação normalmente é de responsabilidade do destinador.”* ou *“Você precisa ser mais preciso.”*

Nesse contexto, a falha ou ruído no processo de comunicação provocado pela intenção desconhecida não é reconhecida como um problema tecnológico ou relacionada a uma IA insuficientemente treinada. Na verdade, o erro de comunicação é atribuído aos usuários, que devem aceitar sua limitação e não o contrário. A frustração motivada por essa experiência também pode ser satisfatória, já que as interações humanas também podem acontecer em tons satíricos e com a ironia como figura retórica.

As emoções e reações associadas à decepção também podem promover engajamento e curiosidade em uma interação homem-máquina. Alguns usuários externaram o seu descontentamento com xingamentos e ofensas escritos no chat, uma resposta humana característica de situações de frustração. A natureza anônima desse tipo de interação homem-máquina pode condicionar o maior uso de profanidade no envio das mensagens [11], mas esse tipo de resposta também é parte de uma continuidade na interação. Outros usuários simplesmente interromperam a conversa com o recebimento do retorno de erro, evitando até mesmo demonstrar a frustração aparente.

Quando perguntado corretamente o Computador apresenta conceitos relevantes para essa área de conhecimento. A solução implementada recria

a experiência da dificuldade em se comunicar e promove a reflexão sobre as tecnologias como mediadoras do processo de comunicação digital.

6.4 Socorro

A robô de conversação Socorro foi desenvolvida para promover a doação voluntária e regular de sangue no estado da Paraíba. O chatbot foi criado com um sistema de interação baseada em fluxo, contendo as opções previamente listadas em resposta à intenção trazida pela palavra “ajuda” orientada na interação inicial com o bot: *“Ola, (nome da pessoa)! Seja bem-vindo de volta! O que você gostaria de fazer? Digite: ajuda, caso queira as opções.”*

O erro e a frustração nessa abordagem são contornados pela mensagem de retorno padrão que oferece a palavra-chave “ajuda” para que o usuário retorne ao fluxo previamente estabelecido. O conjunto de opções sobre as quais a Socorro pode responder é enumerado, para que o usuário possa escolher o seu caminho digitando apenas o número correspondente à ação desejada.

Nesse tipo de abordagem por fluxo – se comparado à abordagem por intenção, que usa o Processamento de Linguagem Natural – a interação é mais lenta, e a carga cognitiva para o usuário é intensificada pela necessidade de leitura de todas as opções. A exigência de ciclos de treinamento para a aprendizagem do robô acaba sendo menos necessária, já que as opções estão postas.

Utilizar o robô de conversação com o formato de fluxo foi uma decisão estratégica diante da prioridade do serviço que estava sendo executado pela Socorro, em detrimento de uma experiência de interação mais lúdica ou livre.

Essa agente de conversação permite o contato constante do doador de sangue com uma fonte de informações interativa que poderá ser capaz de automatizar tarefas como o lembrete para a próxima doação e a convocação de amigos para doar. Ela automatizará a tarefa repetitiva de alertar os doadores de sangue sobre a sua disponibilidade em doar, e com a inclusão de alguns elementos de jogos têm-se a expectativa de que um comportamento pró-social regular possa ser incentivado. O foco dessa abordagem é o serviço que está

sendo oferecido. Não havendo margem para outras interações, o usuário pode se focar em conhecer o que a robô tem a oferecer.

A solução estava integrada a um banco de dados cadastrais para que pudesse identificar o usuário e oferecer as respostas personalizadas, de acordo com os dados atualizados de suas doações de sangue e de suas interações com o robô. Um sistema de equipes foi desenvolvido para que os usuários pudessem formar grupos de doação e um conjunto de emblemas comemorativos foi incluído no sistema para registrar diferentes conquistas dos usuários doadores.

A utilização do robô de conversação para mandar mensagem lembrando o usuário de sua disponibilidade para novas doações e da eventual necessidade do tipo sanguíneo informado no cadastro demonstrou-se uma abordagem eficaz. A robô Socorro foi implementada no Telegram, software livre de mensagem instantânea e dispensa a instalação de um novo app, ou a busca ativa do usuário pelas informações em sites web. A mensagem chega até o usuário, sem depender de nenhum esforço ativo, exceto no momento do cadastro e registro de doações.

Abordagens criativas capazes de promover o entretenimento e a interatividade podem proporcionar mudanças de comportamento fundamentadas no bem-estar social para o proveito de toda a sociedade. A proposta da Socorro é capaz de gerar engajamento para a prática de ações entendidas como valiosas pelos próprios usuários, tornando possível encontrar na solução uma forma de apoio para a conscientização sobre a importância da doação voluntária de sangue.

6.5 Dorinha

A robô de conversação Dorinha foi desenvolvida para atuar no setor de suporte da Superintendência de Educação a Distância da UFPB. Com a pandemia da Covid-19, um grande volume de novos usuários passou a utilizar os sistemas institucionais de educação a distância, o que resultou numa sobrecarga das ações de suporte para os novos usuários que não estavam familiarizados com os sistemas.

A criação das intenções iniciais dessa agente foi realizada a partir do estudo das demandas trazidas pelos usuários por meio do sistema de abertura de chamados ou tickets de suporte da própria instituição. Questões relacionadas a como acessar o sistema pela primeira vez ou como recuperar a senha de acesso estavam entre as mais solicitadas pelos usuários.

A robô Dorinha pôde ser programada para atender essas demandas a partir de um sistema de interação baseado em intenções. A decisão de design de oferecer para os usuários, de forma antecipada, o conjunto de ações que a robô poderia realizar foi fundamental para que novas intenções pudessem ser detectadas e novas respostas pudessem ser criadas.

A solução foi incorporada em três instâncias dos sistemas de educação a distância da instituição e novos ciclos de aprendizagem puderam ser realizados para direcionar melhor as intenções dos usuários às respostas oferecidas pela agente. O chatbot baseado em intenções permite que usuários se refiram às mesmas intenções com palavras diferentes, por exemplo: “*é o meu primeiro acesso*” e “*nunca usei antes*” conduzem o usuário para a mesma intenção de resposta. Esse tipo de interação com a redundância para a expressão do usuário é condicionado pelas tecnologias de aprendizagem de máquina e processamento de linguagem natural.

A Dorinha também disponibiliza um sistema de abertura de tickets através de sua própria interface de interação. O usuário responde a uma sequência de perguntas informando nome, e-mail, a qual instância do sistema se refere e posteriormente o que ele deseja que o ser humano da equipe de suporte possa realizar para ele. Essas informações são registradas para que nos ciclos de treinamento futuros possam ser incorporadas ao acervo de respostas da robô.

A liberdade de conversar de forma aberta com a Dorinha oportuniza o surgimento de novas ideias para treinamentos posteriores, mas também dá margem a interações descontextualizadas e que fogem ao propósito essencial da prática planejada. Um ramo de conversação da agente Dorinha foi criado para atender questões relacionadas a relacionamentos amorosos.

A desinibição que pode estar condicionada pelo anonimato faz com que os usuários tenham a curiosidade de verificar que tipo de resposta será fornecida

para interações que seguem o tema da sedução ou flerte. Esse tipo de interação não contribui para o treinamento do chatbot. E embora a conversação informal seja relevante para criar uma experiência lúdica e interativa, algumas interações podem tornar-se desrespeitosas e sexistas [12], o que deve ser evitado.

A agente de conversação Dorinha atende aos propósitos de otimização e eficiência do serviço de suporte aos usuários dos sistemas de educação a distância da UFPB. A sua atuação funciona como um pré-filtro para a condução do usuário ao conjunto de questões da abertura do ticket de suporte tornando mais eficiente a resolução de dúvidas simples e a explicação de determinados problemas para a equipe de suporte.

6.6 Considerações finais

Os três casos apresentados nesse capítulo representam diferentes iniciativas para a aplicação dos robôs de conversação como abordagem em diferentes áreas do conhecimento e para diferentes propósitos: o Computador, com viés mais lúdico, direcionado para Educação e Entretenimento; Socorro, a chatbot que atua na execução de tarefas voltadas para motivar a doação regular e voluntária de sangue; Dorinha, a chatbot que atua no serviço de atendimento ao usuário de um sistema de educação a distância. Os robôs apresentados possuem características próprias, relativas às suas demandas de implementação e propósitos.

A interação humano-computador realizada na conversação com o agente Computador é repleta de tópicos de uma conversa casual: o Computador conta piada, fala sobre o clima, responde a xingamentos, interage com usuários mal-humorados e bem-humorados. Esse tipo de interação mais lúdica é muito mais adequado ao sistema de construção baseado em intenções, de modo que o processamento de linguagem natural fica encarregado de entender e escolher a melhor resposta para o questionamento do usuário. A frustração é recorrente nesse processo mais aberto e deve ser atendida no processo de desenvolvimento e treinamento.

A interação por fluxo preestabelecido foi implementada na criação da chatbot Socorro, pois essa agente de conversação executa tarefas específicas e atua como um serviço para o usuário que interage com ela. A base da interação ser um fluxo é coerente com a definição de funções predefinidas e limitadas para o usuário realizar. Nesse caso, a interação do usuário fora do fluxo não é desejável, pois as interações dependem de uma programação personalizada que não dá margem a interações inovadoras.

A interação baseada em intenções é trazida novamente na apresentação da robô Dorinha. Essa chatbot utiliza-se de um direcionamento mais sutil nas respostas de retorno, mas dá margem à escrita livre do usuário para que possa otimizar o processo de aprendizagem e de criação de novas intenções. A equipe de desenvolvimento pode aprender com as interações dos usuários e suas novas demandas podem oferecer à agente novas respostas, tornando o sistema mais eficaz. Com a escolha do sistema baseada em intenções, o chatbot aprende mais e torna-se capaz de oferecer as respostas que os usuários devem ler.

Os chatbots são limitados em sua capacidade de ter uma discussão extensa e direcionada a objetivos, e podem oferecer pouco em termos de história comum ou experiência compartilhada. A opção por usar figuras antropomorfas, uma linguagem capaz de promover a identificação e uma maior imersão aproxima os interlocutores e criam uma melhor experiência para esse usuário.

As tecnologias de desenvolvimento de chatbots possuem sistemas de treinamento que melhoram a assertividade das respostas, principalmente com base no histórico de interação dos usuários. O principal salto crescente dessa tecnologia deve ser a capacidade dos chatbots responderem adequadamente a intenções desconhecidas de usuários. Até que esse estágio de pesquisa seja alcançado, os usuários podem ter que lidar com a frustração durante sua interação com os agentes de conversação.

O erro e a consequente frustração do usuário são certezas nesse processo de interação. O planejamento e a criação dos robôs de conversação devem estar alinhadas à necessidade de antecipar a linguagem utilizada para expressar as intenções do usuário, bem como fornecer informações imediatas para a correção dos erros. O objetivo final é fazer com que o usuário seja capaz de expressar seus desejos para ser entendido e atendido pelo robô.

Referências

[1] IBGE, D. De P. Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2021. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2021**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2022, p. 12.

[2] ADAMOPOULOU, E.; MOUSSIADES, L. An Overview of Chatbot Technology BT - Artificial Intelligence Applications and Innovations. (I. Maglogiannis, L. Iliadis, & E. Pimenidis, Org.). **Cham: Springer International Publishing**, 2020. p. 373–383.

[3] DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia**. [S.l.]: Bookman Editora, 2015.

[4] FØLSTAD, A. et al. Future directions for chatbot research: an interdisciplinary research agenda. **Computing**, 2021. v. 103, n. 12, p. 2915–2942. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00607-021-01016-7>.

[5] LUO, B. et al. A critical review of state-of-the-art chatbot designs and applications. **WIREs Data Mining and Knowledge Discovery**, 1 jan. 2022. v. 12, n. 1, p. e1434. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/widm.1434>.

[6] ARAUJO, T. Living up to the chatbot hype: The influence of anthropomorphic design cues and communicative agency framing on conversational agent and company perceptions. **Computers in Human Behavior**, 2018. v. 85, p. 183–189. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563218301560>.

[7] MOLNÁR, G.; SZÜTS, Z. **The Role of Chatbots in Formal Education**. [S.l.]: [s.n.], 2018. p. 197–202.

[8] REN, R. et al. Evaluation Techniques for Chatbot Usability: A Systematic Mapping Study. **International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering**, 1 nov. 2019. v. 29, n. 11n12, p. 1673–1702. Disponível em: <https://doi.org/10.1142/S0218194019400163>.

[9] HANCOCK, B. et al. Learning from dialogue after deployment: Feed yourself, chatbot! **arXiv preprint arXiv:1901.05415**, 2019.

[10] BRANDTZAEG, P. B.; FØLSTAD, A. **Why people use chatbots**. [S.l.]: [s.n.], 2017. p. 377–392.

[11] HILL, J.; RANDOLPH FORD, W.; FARRERAS, I. G. Real conversations with artificial intelligence: A comparison between human-human online conversations and human-chatbot conversations. **Computers in Human Behavior**, 2015. v. 49, p. 245–250. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.026>.

[12] ANGELI, A. DE; BRAHNAM, S. Sex stereotypes and conversational agents. **Proc. of Gender and Interaction: real and virtual women in a male world**, Venice, Italy, 2006.

7

HEURÍSTICAS DE AVALIAÇÃO E GOVERNO ELETRÔNICO: APLICAÇÕES RELACIONADAS À INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR (IHC)

João Marcelo Alves Macêdo

7.1 Introdução

Durante a década de 70 o Brasil, se depara com a crise de legitimidade das democracias representativas, conforme enumera Dias (2004) [1] e do Estado desenvolvimentista de acordo com Santos (2002) [2]. Tais fatores iniciam um debate amplo de democratização e a cidadania, como participação efetiva na gestão das políticas públicas e dos rumos do Estado brasileiro, que deságuam na redemocratização.

Nesse contexto se forma o homem-cidadão, o qual é alicerçado nos postulados pertinentes à justiça, à liberdade e à democracia (Bonavides, 2001) [3]. O autor ainda apresenta como a democracia participativa fomenta os “mecanismos de exercício direto da vontade geral e democrática” (Bonavides, 2001, p. 22) [3].

A sociedade tem atuado no debate direcionador das políticas públicas e dos rumos da gestão pública, tais ações se desenvolvem por meio de debates sobre orçamento e finanças públicas, questões de regamentos urbanos e outros onde se deve ouvir o desejo social. Apesar desta temática não ser trivial, demanda uma empatia, ou mesmo um design amigável e intuitivo e que seja disponível para todos.

Quando corroboram participação social, mecanismos de facilitação, agregadores e motivadores desta prática, se assume contornos de desenvolvimento da cidadania e do avanço da democracia. Um dos aspectos mais debatidos nas políticas públicas, tem sido a transparência. Quer seja por aqueles que discutem a temática, quer sejam pelos que tem desenvolvido as ferramentas de governo eletrônico.

Assim, no espectro do debate e dos estudos em Interação Humano Computador (IHC), se tem os relativos à usabilidade. No panorama histórico Barbosa *et al* (2021) [4] afirmam há um impacto das tecnologias digitais na relação entre políticos e eleitores. Dessa forma, o governo eletrônico (e-gov) é responsável pelo dinamismo e a mediação dessa relação cidadãos e governo. Um dos aspectos que promovem ainda mais esse sucesso de acesso e relação mediada é o design e seu impacto na usabilidade, assim os debates sobre o impacto e ao diálogo mediado da população com a gestão pública, tem despertado pesquisadores e estudos (Barbosa *et al*, 2021) [4].

Uma das formas de estudar tal fenômeno é por meio da Avaliação Heurística (HE), esta fundamentada em sistemas para computador, pode apresentar limitadores que não detectem satisfatoriamente problemas de usabilidade específicos de dispositivos móveis, para tanto, é proposto uma compilação de *checklists* a partir da literatura existente e voltados ao mobile (Gómez, Caballero and Sevillano, 2014) [5].

7.2 Avaliação e Mobile – no E-government e no M-government

Lyzara *et al* (2019) [6] evidenciam algumas métricas e metodologias de avaliações voltadas à soluções de e-gov, especialmente, demonstrando o benefício dessa ferramenta como apoio à transparência, à eficiência, à confiança e a participação dos cidadãos relatando aspectos da má usabilidade, apontando as que se constituem como barreira a estas iniciativas.

O contexto evolutivo da prestação de serviços governamentais se desenvolveu nos últimos anos e esteve atrelado ao aumento dos pontos de acesso wireless ou wi-fi, expansão da conectividade por meio de dispositivos móveis, que juntos promoveram uma democratização no acesso aos serviços dos governos locais e nacionais, conforme estudos da OCDE (2011) [7]. Inicialmente acreditava-se num desenvolvimento progressivo deste novo canal de diálogo entre a população e o governo, entretanto a pressão inicialmente do governo eletrônico (*e-government*) motivou a acessão do governo móvel (*m-government*), ou seja, um padrão de acesso aos serviços por meio de aplicativos (app's) e não apenas do browser (navegador web) (OCDE, 2011) [7]. Sabe-se no entanto, que

muitos órgãos e entes federados não concluíram ainda a oferta de seus serviços por meio do *e-government*, dessa foram impactada *m-government*.

Ao longo da história se tem uma visão popularizada de que os serviços governamentais, impactados pela burocracia do estado, especialmente no caso brasileiro, dificultam o acesso do cidadão às políticas públicas e aos serviços governamentais. Nesse cenário, o avanço e a popularização da internet se constitui uma via de desenvolvimento e de facilitação de acesso ao governo. Entretanto se faz necessário um esforço adicional para que haja responsividade e maeabilidade nos sítios, aliado à implementação de app's, pois estes dispõem de uma melhor arquitetura e baixa utilização de tráfego, dada a baixa conectividade.

Um exemplo que chamou a atenção dos pesquisadores, foi a discussão sobre o redesign, decorrente de constatações e da opinião dos usuários e operadores, acerca do Portal del Empleo, mexicano. Para essa análise foi utilizada uma metodologia centrada no espectro da avaliação da efetividade, quando entendida como: (a) conseguiu realizar uma solicitação de informações sem problemas e pelo estatuto em que o portal foi destinado; (b) eficiência medida dado o tempo de realização das tarefas; (c) satisfação do usuário partido da opinião subjetiva focada em gostar ou desgostar daquela ferramenta, apreciando critérios técnicos e dos usuários e, por fim, (d) as principais melhorias e recomendações, pois assimilava o que pensavam os candidatos e os recrutadores (Rocha *et al*, 2014) [8].

Existem inúmeros desafios e oportunidades quando são avaliados os serviços disponíveis em *mobile government* (*m-government*), e a possibilidade de ampliação destes, especialmente acrescentando o sucesso desses projetos dado a disponibilidade destes, com adequado nível de conexão existente no país, usabilidade e baixo custo de infraestrutura de *m-government* (Abu Tair and Abu-Shanab, 2014) [9].

Por outro lado, os estudos da OCDE (2011) [7] apontam a existência de barreiras à implementação do *m-government*, nessa ótica estas são de ordem Organizacional, Técnica, de Governança e Social, dentre estas. Pode-se elencar algumas que são específicas: (i) **Governança**: transparência e responsabilidades por prestar contas; (ii) **Social**: preço e usabilidade.

Dessa forma, quando são superadas as questões econômicas relativas ao preço, que impedem o acesso à tecnologia, nos deparamos com o design ou mesmo na capacidade técnica educacional para operação, haja vista que mesmo quando intuitiva a usabilidade pode impactar sobremaneira a forma de análise e o acesso, restringindo a transparência por parte do governo e consequentemente levando às dificuldades encontradas no processo de prestação contas (accountability) a estes cidadãos que tem acesso ao m-government (OCDE, 2011) [7].

7.3 Heurísticas de Avaliação aplicadas no M-government

A avaliação heurística debatida por Nielsen e Molich (1990) [10] é um clássico remete a uma ideia de Nielsen (1989) [11] com uma base simplificada para três focos em linhas: (a) Teste de usuário simplificado; (b) Protótipos reduzidos; e (c) Avaliação heurística. Assim é possível conceituar esse tipo de avaliação como um método informal de análise de usabilidade onde apresenta-se os avaliadores um design de interface e solicitados a comentar sobre ele. Essa avaliação pode ocorrer com usuários ou com técnicos específicos. Jácome Filho e Macêdo (2022) [12] dedicam-se a debater, aprimorar e estudar tais aspectos no âmbito de sítios, sistemas e app's de governo eletrônico.

A partir dos achados de Molich e Nielsen (1990) [10] houve uma evolução das Heurísticas de Avaliação se chegando a versão que elencamos a seguir: (i) Diálogo simples e natural; (ii) Falar o idioma do usuário; (iii) Minimizar a carga de memória do usuário; (iv) Ser consistente; (v) Fornecer feedback; (vi) Fornecer saídas claramente sinalizadas; (vii) Fornecer atalhos; (viii) Boas mensagens de erro; (ix) Prevenir erros; e (x) Ajuda e documentação.

Porém, segundo o CGI.br. (2022) [13] em sua Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros – TIC Domicílios 2021 tem-se um aumento considerável do acesso à internet nos domicílios brasileiros, assim no horizonte de 2019-2021 na área rural houve um crescimento de 20 pp e na área urbana 8 pp.

Outro dado importante trazido pela pesquisa do Cetic.br (2022) [13] foi a de que aumentou o acesso à internet por meio de TV, saindo de 49,5 milhões em 2019 e chegando a 74,5 milhões em 2021. Constata-se que as maiores diferenças no uso pela televisão entre usuários de 35 a 44 anos (+22 pp), da região Norte (+21 pp) e entre mulheres (+18 pp), aliada a uma redução considerável do computador que chegou a 36% contra 99% do celular e os 50% da TV (Cetic.br, 2022) [13].

Diante desses dados, percebe-se a necessidade de nos debruçarmos sobre os aspectos relacionados ao *m-government*, nessa ótica, são trabalhados as Heurísticas para tal dispositivo, não limitando-se ao *e-government*, conforme apresenta-se abaixo:

Código da Heurística	Descrição
HM1 – Uso do espaço da tela	A interface deve ser projetada para que os itens não fiquem muito distantes, nem muito presos. Os espaços de margem podem não ser grandes em telas pequenas para melhorar a visibilidade das informações. Quanto mais relacionados estiverem os componentes, mais próximos devem aparecer na tela. As interfaces não devem ser sobrecarregadas com um grande número de itens.
HM2 – Consistência e padrões	O aplicativo deve manter os componentes no mesmo lugar e olhar durante toda a interação, para facilitar o aprendizado e estimular a memória de curto prazo do usuário. Funcionalidades semelhantes devem ser executadas por interações semelhantes. A metáfora de cada componente ou recurso deve ser única em toda a aplicação, para evitar mal-entendidos.
HM3 – Visibilidade e fácil acesso a todas as informações	Todas as informações devem ser visíveis e legíveis, tanto em retrato quanto em paisagem. Isso também se aplica às mídias, que devem ser totalmente exibidas, a menos que o usuário opte por ocultá-las. Os elementos na tela devem estar adequadamente alinhados e contrastados.
HM4 – Adequação do componente à sua funcionalidade	O usuário deve saber exatamente quais informações inserir em um componente, sem ambiguidades ou dúvidas. Metáforas de características devem ser entendidas sem dificuldade.
HM5 – Adequação da mensagem à funcionalidade e ao usuário	O aplicativo deve falar a língua do usuário de forma natural e não invasiva, para que o usuário não se sinta pressionado. As instruções para execução das funcionalidades devem ser claras e objetivas

HM6 – Prevenção de erros e recuperação rápida para o último estado estável	O sistema deve ser capaz de antecipar uma situação que leve a um erro do usuário com base em alguma atividade já realizada pelo usuário [8]. Quando ocorre um erro, o aplicativo deve avisar rapidamente o usuário e retornar ao último estado estável do aplicativo. Nos casos em que é difícil retornar ao último estado estável, o sistema deve transferir o controle para o usuário, para que ele decida o que fazer ou para onde ir.
HM7 – Facilidade de entrada	A forma como o usuário fornece os dados pode ser baseada em tecnologias assistivas, mas a aplicação deve sempre apresentar os dados de entrada com legibilidade, para que o usuário tenha total controle da situação. O usuário deve ser capaz de fornecer os dados necessários de forma prática.
HM8 – Facilidade de acesso a todas as funcionalidades	As principais funcionalidades do aplicativo devem ser facilmente encontradas pelo usuário, preferencialmente em uma única interação. As funcionalidades mais usadas podem ser executadas usando atalhos ou interações alternativas. Nenhuma funcionalidade deve ser difícil de encontrar na interface do aplicativo. Todos os componentes de entrada devem ser facilmente assimilados.
HM9 – Feedback imediato e observável	O feedback deve ser facilmente identificado e compreendido, para que o usuário esteja ciente do status do sistema. As atualizações locais na tela devem ser preferidas às globais, porque essas mantêm o status da interação. A interface deve dar ao usuário a opção de ocultar mensagens que aparecem repetidamente. As tarefas longas devem fornecer ao usuário uma maneira de executar outras tarefas simultaneamente à tarefa que está sendo processada. O feedback deve ter bom tom e ser positivo e não pode ser redundante ou óbvio.
HM10 – Ajuda e documentação	O aplicativo deve ter uma opção de ajuda onde são especificados problemas comuns e formas de resolvê-los. Os problemas considerados nesta opção devem ser fáceis de encontrar.
HM11 – Redução da carga de memória do usuário	O usuário não deve ter que se lembrar de informações de uma tela para outra para concluir uma tarefa. As informações da interface devem ser claras e suficientes para que o usuário conclua a tarefa atual.

Tabela 1: Heurísticas para avaliação da usabilidade de interfaces de dispositivos móveis: segunda versão.

Fonte: Nielsen (1994), Williams (2005); Shneiderman e Plaisant (2009); Bertini, Gabrielli e Kimani (2006); Dix *et al* (2004); Moraveji e Soesanto (2012) apud Machado Neto e Pimentel (2013).

Para tanto, Machado Neto e Pimentel (2013) [14] revelam que as heurísticas utilizadas para dispositivos móveis, tem ampliado os conceitos e se adapta, para além das originais, com aspectos observados a partir de contribuições de outros autores, conforme relatado na construção da tabela 1. Nesse sentido, os autores em seus resultados sugerem que as heurísticas para mobile se adequam mais facilmente para avaliação de dispositivos móveis.

Por fim, se apresenta a aplicação nos estudos de Jácome Filho e Macêdo (2022) [12] que desenvolveram a análise da responsividade e usabilidade em sites que atendem à transparência pública em ambiente móvel, chegando a conclusão de que dos sete sítios eletrônicos de transparência avaliados, seis promoveram a adequação à responsividade para acesso por celulares e *tablets*, porém em três destes há a possibilidade de proceder melhorias técnicas para sanar as falhas de ajuste do *layout* verificadas no estudo, sendo possível verificar lacunas para investimentos públicos na qualificação de, pelo menos, quatro portais de transparência.

7.4 Considerações Finais

Ao fim da apresentação desta aplicação, por meio das Heurísticas de Avaliação, percebe-se que estas têm muito a contribuir com a melhoria da gestão pública. Sendo no caso específico sua importante contribuição para o processo de transparência e de accountability.

Por outro lado, verifica-se que já existe demandas frente o aumento dos dispositivos de acesso à internet, a exemplo das SmartTV's e demais dispositivos que tem utilizado os browser's para navegação ou mesmo, dispõem do modelo de instalação de app's, porém essa linha ainda carece de uma melhor análise e de formas estudos. Essa linha converte-se em perspectivas de novos estudos.

Referências

- [1] DIAS, M. R. Da capilaridade do sistema representativo. Em busca da legitimidade nas democracias contemporâneas. **Civitas-Revista de Ciências Sociais**, 4(2), 235-256. 2004.
- [2] SANTOS, B. D. S. **Democracia e participação**: o caso do orçamento participativo de Porto Alegre. Edições Afrontamento. 2002.
- [3] BONAVIDES, P. **Teoria constitucional da democracia participativa**. São Paulo: Malheiros, 26. 2001.
- [4] BARBOSA, S. D. J. et al. **Interação Humano-Computador e Experiência do Usuário**. Auto publicação, 2021.
- [5] GÓMEZ, R. Y.; CABALLERO, D. C.; SEVILLANO, José-Luis. Heuristic evaluation on mobile interfaces: A new checklist. **The Scientific World Journal**, v. 2014, 2014. DOI <http://dx.doi.org/10.1155/2014/434326>
- [6] LYZARA, Ria et al. E-government usability evaluation: Insights from a systematic literature review. In: **Proceedings of the 2nd International Conference on Software Engineering and Information Management**. 2019. p. 249-253.
- [7] Organisation for Economic Co-operation and Development. **M-government: mobile technologies for responsive governments and connected societies**. Paris:OECD Publishing. 2011
- [8] ROCHA, M. A. M. et al. Developing a Usability Study for Mexican Government Sites: the Case Study of the Portal del Empleo. In: **Proceedings of the 5th Mexican Conference on Human-Computer Interaction**. 2014. p. 1-6. DOI <https://doi.org/10.1145/2676690.2676692>
- [9] ABU TAIR, H. YA; ABU-SHANAB, E. A. Mobile government services: Challenges and opportunities. **International Journal of Technology Diffusion**, v. 5, n. 1, p. 17-25, 2014.

- [10] NIELSEN, J.; MOLICH, R.. Heuristic evaluation of user interfaces. In: **Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems**. 1990. p. 249-256. DOI <https://doi.org/10.1145/97243.97281>
- [11] Nielsen, J. Usability engineering at a discount, in Salvendy, G. and Smith, M. J. (Eds.): **Designing and Using Human-Computer Interfaces and Knowledge Based Systems**. Elsevier Science Publishers, Amsterdam 1989, 394-401.
- [12] Jácome Filho, E. de A., Macêdo, J. M. A.: Analysis of Responsiveness and Usability in Websites Serving Public Transparency in a Mobile Environment: Case Study in the State of Paraíba Through Heuristic Evaluation. In Human-Computer Interaction. User Experience and Behavior: Thematic Area, HCI 2022, Held as Part of the 24th HCI International Conference, HCII 2022, Virtual Event, June 26–July 1, 2022, **Proceedings**, Part III (pp. 106-127). Cham: Springer International Publishing. Homepage https://doi.org/10.1007/978-3-031-05412-9_8 last accessed 2023/02/11
- [13] CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO (CETIC.BR) (São Paulo). TIC DOMICÍLIOS 2021. 2022. Disponível em: https://cetic.br/media/analises/tic_domicilios_2021_coletiva_imprensa.pdf. Acesso em: 19 set. 2022.
- [14] MACHADO NETO, O., & PIMENTEL, M. D. G. Heuristics for the assessment of interfaces of mobile devices. In **Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web** (pp. 93-96). 2013 DOI <https://doi.org/10.1145/2526188.2526237>

CONCLUSÃO

Este livro apresentou o estado da arte sobre temas relacionados à interação e mídia, a partir de pesquisas realizadas, e em andamento, no Laboratório de Interação e Mídia (LIM). Foram apresentados os principais conceitos, teorias, panorama histórico e desafios científicos da área. A visão interdisciplinar sobre pesquisas em IHC é uma ótima forma de inserção e compreensão da área, complexa por definição, mas de grande potencial tecnológico e de impacto social.

Como um dos objetivos deste livro é servir de porta de entrada para a área da IHC, seja para alunos de graduação ou novos pesquisadores do Laboratório, nesta parte, a título de conclusão, iremos discutir e apresentar algumas referências básicas para a área. Serão apresentados três livros, por ordem de complexidade. O primeiro é “Interação Humano-Computador e Experiência do Usuário”, dos pesquisadores brasileiros Simone Barbosa, Bruno Santana da Silva, Milene Silveira, Isabela Gasparini, Ticianne Darin e Gabriel Barbosa. O segundo, “Design de Interação: Além da Interação Humano-Computador” é escrito pelas professoras inglesas Yvonne Rogers, Helen Sharp e pela norte-americana Jennifer Preece. Já o terceiro livro sugerido é “Learn Human-Computer Interaction: Solve human problems and focus on rapid prototyping and validating solutions through user testing”, do pesquisador norte-americano Christopher Reid Becker. Este último ainda não tem tradução para o português.

“Interação Humano-Computador e Experiência do Usuário” é uma continuação de outro livro, publicado em 2010, chamado “Interação Humano-Computador”. Na atualização da obra, os autores apresentam novas e diferentes perspectivas para a área, com experiências e conhecimentos relacionados à área de IHC e a sua relação com o campo de Experiência do Usuário (UX). A abordagem é interdisciplinar, mesclando elementos conceituais e teóricos com o desenvolvimento prático de design de software focado nos usuários.

O livro “Design de Interação: Além da Interação Humano-Computador” possui diferentes edições traduzidas para o português. A obra oferece uma abordagem interdisciplinar, prática e orientada a processos, não apenas mostrando os princípios, mas principalmente como eles podem ser aplicados ao design de interação. As autoras, reconhecidas líderes e educadoras em

suas áreas, ampliam o escopo nas edições mais recentes, compreendendo a evolução das tecnologias e teorias que subsidiam o design de software através da interação. É um livro que mescla conceitos e teorias de diferentes áreas, especialmente da psicologia e engenharia de software, o que o torna uma fonte de pesquisa ideal para aprender as habilidades interdisciplinares necessárias para design de interação, interação humano-computador, design de informação, web design e computação ubíqua.

Finalmente, o terceiro livro sugerido é “Learn Human-Computer Interaction: Solve human problems and focus on rapid prototyping and validating solutions through user testing”. Trata-se da obra mais avançada e técnica entre as três apresentadas. O autor descreve fundamentos, estratégias e técnicas emergentes no campo da IHC para aprimorar a forma como os usuários e os computadores interagem e se relacionam atualmente. Engloba uma série de metodologias e técnicas de IHC para design de softwares, análise de comportamento do usuário, coleta de dados, avaliação de dados do usuário e técnicas de análise e interpretação desses dados. O livro também mostra como traduzir a compreensão humana em soluções de software por meio de métodos de validação e prototipagem rápida, levando a testes de usabilidade. Trata-se de uma obra com viés prático, fornecendo ferramentas para o dia a dia do design de software.

SOBRE OS AUTORES E AS AUTORAS

Alessandro Pinon Leitão

Graduado em Administração de Empresas pelo Instituto de Educação Superior da Paraíba (IESP - 2006), Especialista em Metodologia de Ensino Superior (FACENE - 2009), MBA em Gestão Estratégica de Marketing (UFPE 2015). Fez parte do corpo docente do Curso Superior de Administração na Faculdade Santa Maria - PB. No SENAC como docente em gestão, empreendedorismo e marketing. Na Faculdade Maurício de Nassau nos Cursos de comunicação Social | Publicidade e Propaganda e Jornalismo em João Pessoa-PB. Prestou consultoria em marketing nas Faculdades Santa Maria e FAFIC na cidade de Cajazeiras-PB. Foi Analista de Marketing na Gráfica JB. Atualmente trabalha como Gerente Regional do Lojão Rio do Peixe e Docente nas Graduações nas áreas de Gestão (Administração e Gestão de RH) e nos cursos de Comunicação Social (Publicidade e Propaganda) e nas Pós-Graduações do UNIESP. É professor convidado para ministrar módulos em pós-graduações e palestras nas seguintes instituições (Estácio de Sá, Faculdade Três Marias, Uninassau, Unifacisa, Unicorp e UFPB). É pesquisador nos Grupos de Pesquisa Consumo e Cibercultura - GPCiber/CNPq/UFPB e Design Audio Visual - CI/CNPq/UFPB. Mercadólogo e possui experiência nas áreas de Administração e Comunicação, com ênfase principalmente em: publicidade, RP, marketing, empreendedorismo, comunicação, administração da produção e sistema de informação. Coordeno o Projeto de Pesquisa e Extensão Reality Lab - UNIESP.

Daniel de Queiroz Cavalcanti

Possui graduação em andamento em Ciências da Computação pela Universidade Federal da Paraíba

Daniel Gambaro

Foi professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Comunicação da Universidade Anhembi Morumbi. Pós-doutorado junto ao Programa de Pós-

Graduação em Computação, Comunicação e Artes da Universidade Federal da Paraíba. Doutorado obtido em 2019 pelo Programa Meios e Processos Audiovisuais da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo, e Mestre obtido pelo mesmo programa em 2011. Tese de doutorado intitulada "A Instituição Social do Rádio: (Re) agregando as práticas discursivas da indústria ao ecossistema midiático", resultado de pesquisa financiada pela Fapesp - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, recebeu o Prêmio USP 2020 de Teses Destaque da área de Ciências Sociais Aplicadas.

Felipe Melo Feliciano de Sá

Graduando de Engenharia de Computação na UFPB. Analista de Qualidade de Software. Pesquisador no Laboratório de Interação e Mídia (LIM) e Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital (LAViD). Seu campo de estudo tem como ênfase as áreas de Testes, IHC e UX. Foi estagiário de Testes de Software no LAViD por cerca de 2 anos. Já atuou como monitor, aluno de iniciação científica e extensionista, todos como bolsista.

João Marcelo Alves Macêdo

Possui Doutorado em Ciências Contábeis (UnB/UFPB/UFRN - 2017 - Conceito CAPES 5), Mestrado em Ciências Contábeis (UFPE - 2010 - Conceito CAPES 4), Especialização em Gestão e Auditoria Pública (IESP - 2009), Graduação em Ciências Contábeis (UFPB - 2006). Com formação no Programa de Alta Performance para o Conselho de Administração realizado pela Fundação Dom Cabral (2021). Atualmente é Professor Adjunto IV - T40 - DE da Universidade Federal da Paraíba - Campus IV - Litoral Norte, onde é Coordenador do Curso de Graduação em Ciências Contábeis (Mandato até Abril/2024) e Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação e Gestão Pública e Cooperação Internacional. Tem experiência na área de Administração e Educação Superior, com ênfase em Ciências Contábeis e Gestão Pública. Profissionalmente tem experiência em cargos de gestão pública tendo atuado na EMATER-PB/Gov. do Estado da Paraíba, no IDEP/UFPB, na Prefeitura Universitária e na assessoria do gabinete da reitoria da UFPB. Participa dos Grupos de Pesquisa como Vice-Líder:

GESFIN-Grupo de Estudos em Finanças e como Pesquisador: Grupo de Educação e Pesquisa em Contabilidade - GEPEC.

João Matheus Falcão de Oliveira

Graduando em Engenharia da Computação pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Jordan Elias Rodrigues

Engenheiro de computação pela UFPB. Atuou como pesquisador de iniciação científica (IC) no Laboratório de Interação e Mídia (LIM) em estudos voltados para testes com usuários de interfaces cérebro-computador (ICC) e plataformas de streaming.

Matheus Dantas Cavalcanti

Graduando em Ciências Computação pela Universidade Federal da Paraíba

Nadja Karla Araújo de Lima

Graduada em Ciências da Computação pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Possui interesse na área de interfaces de usuários e usabilidade. Atuou como extensionista na UFPB, desenvolvendo protótipos de interfaces de usuário e realizou o TCC na área de IHC.

Paulo Henrique Souto Maior Serrano

Professor de Comunicação em Mídias Digitais na Universidade Federal da Paraíba e do Programa de Pós-Graduação em Comunicação também na UFPB. Possui graduação em Comunicação Social - Jornalismo pela Universidade Federal da Paraíba (2008), mestrado no Programa de Pós-Graduação em Linguística pela Universidade Federal de Minas Gerais (2011) e doutorado em Administração pela Universidade Federal da Paraíba (2019). Coordena o projeto

de extensão Interfaces Livres e tem experiência na área de Educação a Distância, Desenvolvimento Web, Marketing Social e Processamento de Linguagem Natural.

Thiago Henrique Coelho Tavares da Silva

Product Designer graduado em Tecnologia em Sistemas Internet pelo Centro Universitário João Pessoa (Unipê) e graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). MBA em Design de Experiência do Usuário pelo Instituto de Gestão e Tecnologia (IGTI). Pesquisador no Laboratório de Interação e Mídia (LIM) nas áreas de Interação Humano-Computador, Neurociência, Interação e Multimídia.

Valdecir Becker

Professor no Centro de Informática da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e no Pós-Graduação em Comunicação (PPGC). Como formação, é jornalista, mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento e doutor em Engenharia Elétrica. Atualmente atua como coordenador do Laboratório de Interação e Mídia (LIM) e é líder do Grupo de Pesquisa Design Audiovisual. Ministra disciplinas de Interação Humano-Computador (IHC), inovação e gestão, metodologia de pesquisa e redação científica. Os interesses de pesquisa estão relacionados à IHC e sua intersecção com a produção de conteúdos. Ao longo dos anos, participou de vários projetos acadêmicos relacionados à intersecção entre o desenvolvimento de software e a produção audiovisual, estudando novos formatos de conteúdos convergentes e multiplataformas e os impactos das tecnologias digitais nos modelos de conteúdo e de negócio. É autor de livros e artigos científicos sobre IHC, TV digital, interatividade, audiência, mercado audiovisual.



Este livro foi diagramado pela
Editora UFPB em 2023, utilizando
a fonte Source Sans Variable.

