

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC-SP**

Leonardo Antonio Lins

**Design e tecnologia: estudo sobre tecnologias da informação aplicadas a
objetos**

**Mestrado em
Tecnologias da Inteligência e Design Digital**

**São Paulo
2017**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC-SP**

Leonardo Antonio Lins

**Design e tecnologia: estudo sobre tecnologias da informação aplicadas a
objetos**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de MESTRE em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, sob a orientação do Prof. Dr. Marcus Vinicius Fainer Bastos.

**São Paulo
2017**

BANCA EXAMINADORA

Aos meus pais, irmãos, avó e à minha companheira Ioná.

Autorizo exclusivamente para fins acadêmicos e científicos a reprodução total ou parcial desta Dissertação de Mestrado por processos de fotocopiadoras ou eletrônicos.

Assinatura: _____

Data: 15/09/2017

E-mail: leo@leonardolins.com.br

L759

Lins, Leonardo Antonio

Design e tecnologia: estudo sobre tecnologias da informação aplicadas a objetos / Leonardo Antonio Lins. – São Paulo: [s.n.], 2017.

112 p. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinicius Fainer Bastos

Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) -- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Programa de Estudos Pós-Graduados em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, 2017.

1. Design de interação. 2. Experiência. 3. Atenção. 4. Internet das coisas. I. Lins, Leonardo Antonio. II. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Programa de Estudos Pós-Graduados em Tecnologias da Inteligência e Design Digital. III. Título.

006.2

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela bolsa concedida, mesmo que no último semestre, pois minimizou muito as dificuldades para a realização desta pesquisa.

Ao Professor Marcus, orientador que acreditou no meu projeto de pesquisa e me possibilitou o privilégio de ter vivenciado essa experiência de grande aprendizado.

Aos Professores do Programa, toda a admiração e gratidão pelo vasto conhecimento ofertado.

Aos meus pais Vera e Manoel, aos meus irmãos Adriana e Sergio, à minha avó Izabel e à minha companheira Ioná, por terem sido compreensivos durante minha ausência enquanto me dedicava a este trabalho.

Quase nenhuma faculdade é tão importante para o
progresso intelectual do homem quanto o poder da
atenção.

*Hardly any faculty is more important for the intellectual
progress of man than the power of Attention.*

Charles Robert Darwin

Lins, Leonardo Antonio. **Design e tecnologia: estudo sobre tecnologias da informação aplicadas a objetos**. 2017. 112 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017.

RESUMO

O presente trabalho investiga as tecnologias da informação aplicadas a objetos e busca compreender como a distribuição da computação em ambientes domésticos pode afetar a atenção de indivíduos de interação com objetos que oferecem capacidades computacionais antes aplicadas somente aos computadores. A pesquisa parte da apresentação de um panorama tecnológico onde a possibilidade da pulverização de pequenos computadores integrados em objetos domésticos se torna capaz pela aplicação do conceito da internet das coisas através das capacidades de conexão a uma rede sem fio e uso de sensores e atuadores. Fundamentando-se nas contribuições de autores como Marc Weiser, Amber Case e Claire Rowland, os conceitos de uma computação distribuída em um ambiente doméstico são analisados. Em momento posterior, os fundamentos de estudos, onde a atenção é explorada, são apresentados, assim como o impacto das mudanças tecnológicas, manifestado durante a industrialização, momento em que o problema da atenção se manifesta no texto de Jonathan Crary. Após discussão sobre questões da atenção, a formulação de Weiser sobre os rudimentos de uma Tecnologia Calma, que seja capaz de oferecer interações sem exigir a constante da atenção do indivíduo, é apresentada. Por fim, com a intenção de levantar os fundamentos do design de interação e interface, elementos que constituem a abordagem da experiência do usuário são estudados, assim, a apresentação e discussão de exemplos de objetos conectados e interativos se torna possível do ponto de vista da interação entre indivíduo e objetos conectados. A aplicação de conceitos do design de interação com a tecnologia distribuída é algo contemporâneo e ainda experimental, sendo possível pelo desenvolvimento tecnológico, mas, a discussão dessas aplicações expõe a necessidade da compreensão que objetos se tornam interativos, bem como computadores e dispositivos móveis.

Palavras-chave: design de interação; experiência; atenção; internet das coisas.

Lins, Leonardo Antonio. Design and technology: study on information technologies applied to objects. 2017. 112 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017.

ABSTRACT

This work investigates information technologies applied to objects and seeks to comprehend how computer distribution in domestic environments can affect an interacting individual attention to objects that offer computational capabilities earlier applied only to computers. The research is set off from the presentation of a technological panorama where the possibility of pulverization of small computers integrated in domestic objects is enabled by the application of the concept of Internet of Things through the possibility of a wireless connection and the use of sensors and actuators. Based on the contribution of authors such as Marc Weiser, Amber Case and Claire Rowland, the concepts of computing dispersed through a domestic environment are analysed. Later on, the study fundamentals where attention is explored are presented, as well as the impact of technological changes expressed during industrialization, period when the attention issue is manifested in Jonathan Crary's text. After discussions on attention matters, Weiser's formulation regarding rudiments of a Calm Technology that is capable of offering interactions without demanding the constant of the individual's attention is presented. Finally, with the intent of raising from interaction design and interface fundamentals, elements that constitute the approach of user's experience are studied, in order to facilitate the presentation and discussion of examples of connected and interactive objects from an interaction between individuals and connected objects perspective. The application of concepts from interaction design with distributed technology is contemporary and still experimental, enabled by technological development, however, the discussion of these applications exposes the need for comprehension that objects become interactive, as well as computers and mobile devices.

Keywords: interaction design, experience, attention, internet of things

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Equação para composição da Internet das coisas.....	23
Figura 2:	Sensores convertem sinais do ambiente físico para sinais digitais - Atuadores convertem a informação digital em uma ação mecânica.....	24
Figura 3:	Tractive. Rastreador de animais que usa GPS para exibir a localização do animal.....	26
Figura 4:	Pequeno chip RFID.....	28
Figura 5:	RFID Tag do tipo cartão. Utilizada no transporte público de grandes cidades como São Paulo.....	29
Figura 6:	Disney Magic Band.....	30
Figura 7:	Beacons. Dispositivo de baixo consumo de energia que pode ser fixado em paredes ou objetos. Com uso de tecnologias de proximidade eles podem detectar a presença de pessoas e objetos.....	31
Figura 8:	Danaloock permite o usuário trancar ou destrancar uma porta por um smartphone.....	32
Figura 9:	Little Printer.....	33
Figura 10:	Termostato Nest, exemplo de dispositivo incorporado com sensores e atuadores.....	34
Figura 11:	<i>Body+</i> , balança conectada à internet.....	35
Figura 12:	Nabaztag.....	36
Figura 13:	Tado Heating. Oferece interação para o usuário no próprio dispositivo.....	37
Figura 14:	Pebble Smartwatch. Conecta-se ao smartphone para exibir mensagens ou alertas de aplicativos.....	37
Figura 15:	Habilidade para mudanças rápidas entre tarefas de acordo com a idade.....	47
Figura 16:	Comparativo entre as eras computacionais.....	55
Figura 17:	Gráfico de atenção.....	61
Figura 18:	<i>Dangling String / LiveWire</i> : Exemplo de Tecnologia Calma. A câmera está posicionada perto do chão e está apontada para cima. A placa escrito “ <i>Caution</i> ” está na parede e o fio plástico preso no teto.....	62
Figura 19:	Representação da instalação <i>Dangling String / LiveWire</i> de Natalie Jeremijenko.....	63
Figura 20:	Disciplinas do design digital.....	72
Figura 21:	Relação entre Design de interação e outras abordagens.....	74
Figura 22:	Processo de design de interação da <i>Hackaball</i> , uma bola programável feita para crianças.....	75
Figura 23:	Quadro sobre as metas de usabilidade e metas da experiência do usuário.....	77
Figura 24:	Amazon Echo.....	90
Figura 25:	Visão superior do Amazon Echo.....	91
Figura 26:	Dispositivos que usam o reconhecimento de voz como forma de interação.....	93
Figura 27:	Fragmento extraído do vídeo de divulgação.....	94

Figura 28:	Ambient Orb.....	97
Figura 29:	Davide Rose, criador do Ambient Orb.....	98
Figura 30:	Ambient Umbrella. Com LEDs integrados que piscam caso a previsão seja de chuva na região do usuário.....	99
Figura 31:	Detalhe do cabo do Ambient Umbrella.....	100
Figura 32:	<i>Philips Hue</i>	101
Figura 33:	<i>Nest</i>	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Aplicações da Internet das Coisas.....	38
------------------	--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 1 - INTERNET DAS COISAS E INTERAÇÃO EM AMBIENTES CONECTADOS.....	19
1.1 Sensores e atuadores.....	23
1.1.1 - Sensores.....	25
1.1.2 - Sensores não conectados	27
1.1.3 Atuadores.....	32
1.2 Dispositivos incorporados com sensores e atuadores.....	34
1.3 Aplicações da Internet das Coisas	38
1.4 Internet das Coisas para pessoas.....	39
CAPÍTULO 2 – ATENÇÃO E A MODERNIDADE: TECNOLOGIA CALMA EM AMBIENTES CONECTADOS.....	41
2.1 Teorias da atenção	41
2.1.1 Atenção dividida e alternância do foco de atenção	44
2.2 O problema da atenção na modernidade.....	48
2.3 A atenção, computação distribuída e a Tecnologia Calma.....	54
2.3.1 Atenção central e periférica.....	59
2.3.2 Sinais de Tecnologia Calma	61
2.3.3 Exemplo de Tecnologia Calma: Dangling String / LiveWire	62
2.3.4 Princípios da Tecnologia Calma.....	64
2.3.4.1 - A tecnologia deve exigir a menor atenção possível	64
2.3.4.2 - A tecnologia deve informar e criar a calma	65
2.3.4.3 - A tecnologia deve fazer uso da atenção periférica.....	65
2.3.4.4 - Tecnologia deve amplificar a capacidade da tecnologia e da humanidade.....	66
2.3.4.5 - A tecnologia pode se comunicar, mas não precisa falar	66
2.3.4.6 - A tecnologia deve funcionar mesmo quando falha	67
2.3.4.7 - A quantidade ideal de tecnologia é o mínimo necessário para resolver o problema	67
2.3.4.8 - A tecnologia deve respeitar as normas sociais	68
CAPÍTULO 3 – EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO.....	70
3.1 Design de interação	73
3.2 Usabilidade	75
3.2.1 Heurísticas de usabilidade	78
3.3 Affordance	79
3.4 Interface	80

3.5 Interusabilidade	82
3.6 O contexto da experiência	82
3.6.1 Contexto operacional.....	83
3.6.2 Contexto comportamental.....	84
3.6.3 Contexto ecológico	84
3.6.4 Contexto sociocultural.....	84
3.7 Paradigmas da interação	85
CAPÍTULO 4 – EXEMPLOS DE TECNOLOGIA CALMA: OBJETOS INTELIGENTES OU CONECTADOS?.....	87
4.1 Análise: Amazon Echo	89
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
ANEXOS	111

INTRODUÇÃO

Desde a popularização dos computadores pessoais, que teve seu início nos anos 1960, a interação com esses sistemas se deve basicamente através de interfaces gráficas do usuário, conhecidas como GUI, em inglês *Graphic User Interface*. Essas interfaces digitais eram baseadas em representações de objetos do mundo físico em versões compostas por pontos coloridos em uma tela, onde as ações dos usuários ocorrem através de teclados e ponteiros controlados pelo *mouse*, dispositivo essencial para muitas atividades realizadas nos computadores de mesa. Esse tipo de interação é o que podemos chamar de um-para-um, ou seja, uma pessoa para cada computador.

Antes de se tornar um dispositivo comum, em casas e escritórios, o computador era um aparelho que poderia ser manuseado por pessoas extremamente treinadas, e por serem aparelhos muito mais caros, seu uso era compartilhado. Esses computadores eram chamados de *mainframe* e por serem compartilhados por diversos usuários, ou seja, não era um computador pessoal, a interação pode ser descrita como de muitos-para-um. Dois fatores podem ser destacados com a transformação dos grandes e complexos computadores em objetos comuns e pessoais: a queda no custo de produção desses equipamentos e o surgimento das interfaces gráficas que substituíram os comandos em texto por ícones, janelas e cliques.

Atualmente vivemos uma mudança radical na relação entre pessoas e sistemas computacionais, semelhante com o que foi vivenciado na transformação dos grandes e caros computadores em objetos domésticos mais acessíveis financeiramente e no seu manuseio. Falamos de uma nova era tecnológica, a qual denomina-se nesta pesquisa de a era da computação distribuída, que traz aos objetos do cotidiano capacidades computacionais antes aplicadas somente nos computadores de mesa.

A computação distribuída, ou a computação ubíqua ou pervasiva, como foi apresentada por Mark Weiser (1991), diz respeito à tecnologia computacional integrada ao ambiente, de modo que a interação entre usuário e computador é a mais transparente possível. Transparente no sentido de o computador não parecer com o sistema com tanta relevância durante a interação. Essa integração do computador ao ambiente tornou-se potencialmente possível e complexa, novamente, com a queda no custo de produção de componentes eletrônicos e com o acesso à conexão com a internet. O que torna a computação distribuída possível e, principalmente, acessível, é o que chamamos de Internet das Coisas, ou IoT, em inglês *Internet of Things*, que é a capacidade tecnológica de conectar objetos do cotidiano à internet, oferecendo, assim, capacidades computacionais antes aplicadas somente à computadores e dispositivos móveis

como *smartphones*.

A adoção de objetos do cotidiano que oferecem conexão com a internet passa a oferecer novas maneiras de interação com esses dispositivos, mas, sobretudo, novas relações entre pessoas e objetos, principalmente em ambientes domésticos que se tornam conectados e fonte de distração constante. John Maeda (2007, p.4), designer que atua na combinação do design e tecnologia, diz que “em um futuro previsível, as tecnologias complicadas continuarão a invadir nossos lares e locais de trabalho”. O objetivo deste trabalho é abordar questões como o impacto da computação distribuída em ambientes domésticos, que é possível com a implementação tecnológica da Internet das Coisas, podendo afetar a relação dos indivíduos com esses objetos e, principalmente, como esses objetos podem disputar a atenção de moradores de ambientes domésticos que se tornam cada vez mais conectados com a internet, não somente através de computadores pessoais, como também, por meio dos objetos que se tornam interativos como TVs, balanças e lâmpadas que saem de linha de produção já munidos com capacidades computacionais.

Como o objetivo central da pesquisa é a relação entre pessoas e a computação distribuída, um panorama do conceito da Internet das Coisas será apresentado, assim como os componentes que a constitui e suas aplicações na conexão de objetos comuns entre si e à internet. A partir desse panorama tecnológico, será apresentada a discussão das Tecnologias Calmas, que foi, primeiramente, proposta por Mark Weiser em um contexto tecnológico onde a internet ainda não havia sido oferecida na escala que temos acesso atualmente. Os conceitos de Weiser serão apresentados junto com sinais que representam a Tecnologia Calma e seus princípios, nesse momento, serão apresentados também como conceitos do estudo da atenção e os problemas da atenção, que surgem como objeto de discussão de Jonathan Crary, ao analisar os impactos tecnológicos da modernidade.

Assim como nas eras computacionais do *mainframe* e dos computadores pessoais, a relação das pessoas com a tecnologia será colocada como ponto central desta pesquisa, como também a interação com a Tecnologia Calma. Para isso, um olhar para a experiência de uso com essas tecnologias será lançado dentro do conceito de Experiência do Usuário (UX), que pode ser definida como uma abordagem que busca entregar uma boa experiência de uso para a pessoa que interaja com todos os pontos de contato com um serviço ou sistema, não somente no uso direto com o sistema. Trataremos, neste capítulo, as disciplinas do design envolvidas no desenvolvimento de uma boa experiência de uso através de interações e interfaces que levem em consideração o contexto de uso.

A compreensão do contexto tecnológico, os fundamentos da Tecnologia Calma e a abordagem UX, para oferecer uma boa experiência de uso, são necessárias para a apresentação e a discussão de aplicações que utilizam a Internet das Coisas e como a experiência de uso dessas aplicações pode afetar a calma ao exigir de maneira exagerada a atenção das pessoas que estiverem nesses ambientes conectados.

O crescimento de objetos conectados, principalmente no ambiente doméstico, faz necessária a observação da maneira com que essas aplicações disputam a atenção de seus usuários. Como apresentado, esse crescimento oferece novas maneiras de interação com sistemas computacionais que exigem novas abordagens para seu desenvolvimento e na aplicação de conceitos do design de interação em sistemas que utilizem a tecnologia distribuída, como algo contemporâneo e ainda experimental, sendo possível pelo desenvolvimento tecnológico, mas, a discussão dessas aplicações expõe a necessidade da compreensão da relação entre indivíduo e os objetos que se tornam interativos e conectados, assim como computadores e dispositivos móveis.

CAPÍTULO 1 - A INTERNET DAS COISAS E A INTERAÇÃO EM AMBIENTES CONECTADOS

O objetivo deste capítulo é apresentar um panorama tecnológico com foco nas possibilidades tecnológicas oferecidas pelo desenvolvimento na produção de sistemas computacionais, assim como a pulverização das conexões à internet e entre esses sistemas. Dessa maneira, o termo tecnológico Internet das Coisas será apresentado bem como os elementos que constituem essa abordagem, além da aplicação em sistemas que apresentam essas características.

A Internet das Coisas é uma aplicação tecnológica emergente que possibilita a conexão de carros, casas e objetos domésticos à internet, oferecendo novas possibilidades para a interação entre pessoas e esses dispositivos. Embora seja um termo amplamente utilizado atualmente, a Internet das Coisas, ou IoT, do inglês *internet of things*, foi um termo proposto por Kevin Ashton, em 1999, (ROSE, 2015) para descrever um sistema em que os objetos do mundo físico poderiam ser conectados à internet através de conexão sem fio. Ashton utilizou o termo para ilustrar a capacidade de conectar etiquetas de identificação por radiofrequência (RFID) para rastrear produtos sem a necessidade de intervenção humana. Esses produtos receberiam essa etiqueta e, ao passarem por lugares específicos durante sua produção e transporte, as etiquetas seriam identificadas por sensores que eram capazes de enviar a informação lida aos sistemas responsáveis por categorizar e registrar todos esses eventos recebidos. Dessa maneira, o histórico com todos os locais onde cada objeto tivesse passado, estaria disponível para consulta de operadores das fábricas e empresas responsáveis pela embalagem e transportes dos produtos.

Atualmente, a Internet das Coisas tornou-se um termo amplamente utilizado para descrever objetos e dispositivos do cotidiano que têm a capacidade de serem conectados, muitas vezes, através de uma conexão sem fio, com a internet. Esses dispositivos e objetos são as “coisas” descritas no termo, que apresentam conectividade entre outros objetos com as mesmas capacidades e conectados à internet.

Além das conexões entre as “coisas”, a capacidade tecnológica oferece também novas possibilidades na relação entre essas “coisas” e os indivíduos que interagem com tais objetos. A adoção da Internet das Coisas implica em mudanças nas relações do indivíduo com a tecnologia, ao passo que esses dispositivos se tornam mais presentes nos ambientes de convívio social e passam a ser fontes de informação e interação constante. Como descrito por Greengard (2015), Internet das Coisas é o conceito de conectar basicamente qualquer objeto físico com a internet.

Mas como já descrito, esse conceito acaba por implicar algumas questões na relação do indivíduo com os objetos de seu cotidiano e como sua percepção de estímulos pode ser afetada pelo novo volume de estímulos que podem ser oferecidos por esses objetos, indo além dessa visão puramente técnica em conectar objetos a uma rede antes utilizada somente por computadores convencionais.

O conceito apresentado pela Internet das Coisas tem seus fundamentos no trabalho desenvolvido por Mark Weiser, durante a década de 1990, no centro de pesquisa da Xerox, em Palo Alto. O trabalho de Weiser buscava entender e expor possibilidades na conexão direta entre os objetos, porém, o trabalho de Weiser não assumia que haveria conectividade à internet. Para o pesquisador, seu trabalho tinha como foco a exploração da aplicação de capacidades computacionais a objetos do cotidiano, sendo isso possível, no momento em que tanto a evolução computacional, como principalmente, seu custo, fosse reduzido, possibilitando, assim, aplicar interações antes disponíveis somente em computadores, em objetos do cotidiano.

A partir de seus estudos, que investigavam a capacidade computacional de computadores embutida em objetos cotidianos, Weiser cunhou o termo Computação Ubíqua, ou *ubiquomp*. O termo aplicado buscava caracterizar e explorar como seria um ambiente onde os objetos poderiam ser conectados entre eles e oferecer informações relevantes para seus usuários. O termo de Weiser tinha como principal objetivo entender e propor algumas possibilidades de interação que poderiam ser alcançadas com a aplicação da computação ubíqua em ambientes de convívio social. Servindo de base para a aplicação desse mesmo conceito, apresentado por Weiser, onde a capacidade computacional estaria presente em objetos além do computador de mesa, foi então adicionada a capacidade de conexão com a internet à computação ubíqua, surgindo, desse modo, a Internet das Coisas como conhecemos hoje, que parte dos conceitos estabelecidos pela computação ubíqua, acrescentando a conectividade à rede mundial de computadores.

Como já apresentado, Ashton utilizou o termo Internet das Coisas para ilustrar sua primeira iniciativa que buscava oferecer capacidades de conexão a produtos em sua linha de montagem e transporte. Por meio dessa conexão, oferecida por sensores do tipo RFID, era possível identificar individualmente cada um dos objetos. Esse tipo de identificação tinha como limitação a necessidade de proximidade entre os objetos conectados e o sistema que fazia sua leitura, já que as etiquetas que possuíam a informação do objeto, não apresentada em qualquer outra capacidade tecnológica, senão de guardar informações, que só poderiam ser lidas pela proximidade com os sensores de leitura.

Após as primeiras iniciativas que foram denominadas representantes da Internet das Coisas, a evolução tecnológica permitiu que outras capacidades fossem embutidas em objetos comuns, não somente a aplicação de etiquetas de informação, mas também, algumas capacidades computacionais. Tal desenvolvimento tecnológico foi essencial para a aplicação da Internet das Coisas, cada vez mais, em mais objetos domésticos, entre eles alguns fatores se destacam (ROSE, 2015):

- a. Conectividade ubíqua – com custo baixo e alta velocidade de conexão, a conectividade através de redes, especialmente por meio de serviços e tecnologias sem fio, possibilita que mais objetos possam ser conectados, não exigindo a conexão por fios;
- b. Adoção generalizada de redes IP – o IP (*Internet Protocol*), que é a adoção de um padrão utilizado para a transmissão de dados entre sistemas informacionais, que se torna o padrão global para redes de computadores, oferecendo uma plataforma de sistemas e ferramentas bem definidas e amplamente implementadas, que pode ser incorporada a uma ampla gama de dispositivos facilmente;
- c. Economia Computacional – a evolução dos modos de fabricação pela indústria passa a oferecer maior poder de computação a preços mais baixos e com menor consumo de energia, isso estimulado pelo investimento em pesquisa, desenvolvimento e fabricação;
- d. Miniaturização – os avanços de fabricação de dispositivos computacionais também permitem que sejam alcançados resultados em dispositivos cada vez menores e, com isso, permitem que a tecnologia seja incorporada em objetos cada vez menores;
- e. Avanço em análise de dados – o avanço computacional impacta também no desenvolvimento de novos algoritmos e aumentos no poder de computação, armazenamento de dados e serviços de análise de grandes quantidades de dados;
- f. Aumento da computação em nuvem - a computação em nuvem é um tipo de computação onde o grande volume de cálculos é realizado por poderosos computadores que estão distantes da aplicação utilizada pelo usuário. Dessa forma, utilizar recursos remotos de computação permite processar, gerenciar e armazenar dados por meio de dispositivos pequenos que tenham somente a capacidade de se conectar com esses grandes computadores através de uma conexão remota.

Além dos fatores apresentados para a possibilidade de aplicação de conceitos, inicialmente abordados por Weiser e estendidos por Ashton, como a conexão à internet ser mais acessível e haver a miniaturização de componentes computacionais, outro fator que fomenta a Internet das Coisas é o amadurecimento de plataformas *online*, com as chamadas “*rich web*

apps”. Tais aplicações web oferecem uma interface que também permite ser acessada por outros programas. Essas interfaces são conhecidas como API, do inglês *Application Programming Interface*. Segundo McEwen (2014, p. 19): “a Internet das Coisas pode ser caracterizada como unindo o objeto físico, o computador nele embutido, e a comunicação e o código na própria internet”.

A integração de dispositivos através da Internet das Coisas foi impulsionada pelos avanços de conectividade, miniaturização e redução de preços, como já apresentado. Essa integração entre os objetos do cotidiano faz diminuir a separação entre o mundo digital e físico, já que informações advindas da internet podem ficar disponíveis no ambiente físico e informações desse ambiente podem ser traduzidas em dados digitais através desses dispositivos conectados.

As informações de um ambiente físico como temperatura, luminosidade e presença de pessoas podem ser capturadas por objetos como termostatos, televisões inteligentes e sistemas de iluminação e, através de análise dessas informações, pela computação em nuvem, esses objetos podem devolver uma resposta ao ambiente, modificando a temperatura e acendendo as luzes da casa ao perceber a presença dos moradores em algum dos cômodos ou diminuir a intensidade das luzes, ligar a televisão, por exemplo. Essa descrição de ambiente nos faz pensar se estamos descrevendo o cenário de um filme de ficção científica, mas esse ambiente doméstico tem se tornado uma experiência comum em lares de grandes cidades, ao passo que pessoas com acesso a essas tecnologias estão cada vez mais conectadas sem, de fato, notar que estão usando informações recebidas da internet.

A leitura dos dados de um ambiente físico, feita por dispositivos conectados, se dá por conta de sensores que têm a função de transformar estímulos físicos em informações digitais. Essas informações convertidas em dados digitais podem, então, serem compartilhadas entre outros dispositivos e processadas em computação na nuvem, para então serem transmitidas para outros dispositivos, que podem dar uma resposta ou exercer uma mudança no ambiente físico. A transformação desses dados digitais em uma resposta física, seja uma luz que se acende ou um motor que faz uma porta se abrir, é possível devido aos atuadores, que funcionam de maneira similar aos sensores, contudo, ocupando o papel de converter informações digitais em estímulos no mundo físico.

1.1 Sensores e atuadores

Assim como os objetos conectados pela Internet das Coisas podem receber informações, eles podem produzir respostas para o mundo físico em que estão localizados. Algumas dessas respostas podem ser disparadas por dados que foram coletados e processados na internet ou em resposta direta à interação do usuário. Para Adrian McEwen e Hakim Cassimally (2014, p. 11), os componentes que constituem a Internet das Coisas podem ser apresentados em uma simples equação, como pode ser vista na figura 1:

Figura 1: Equação para composição da Internet das Coisas

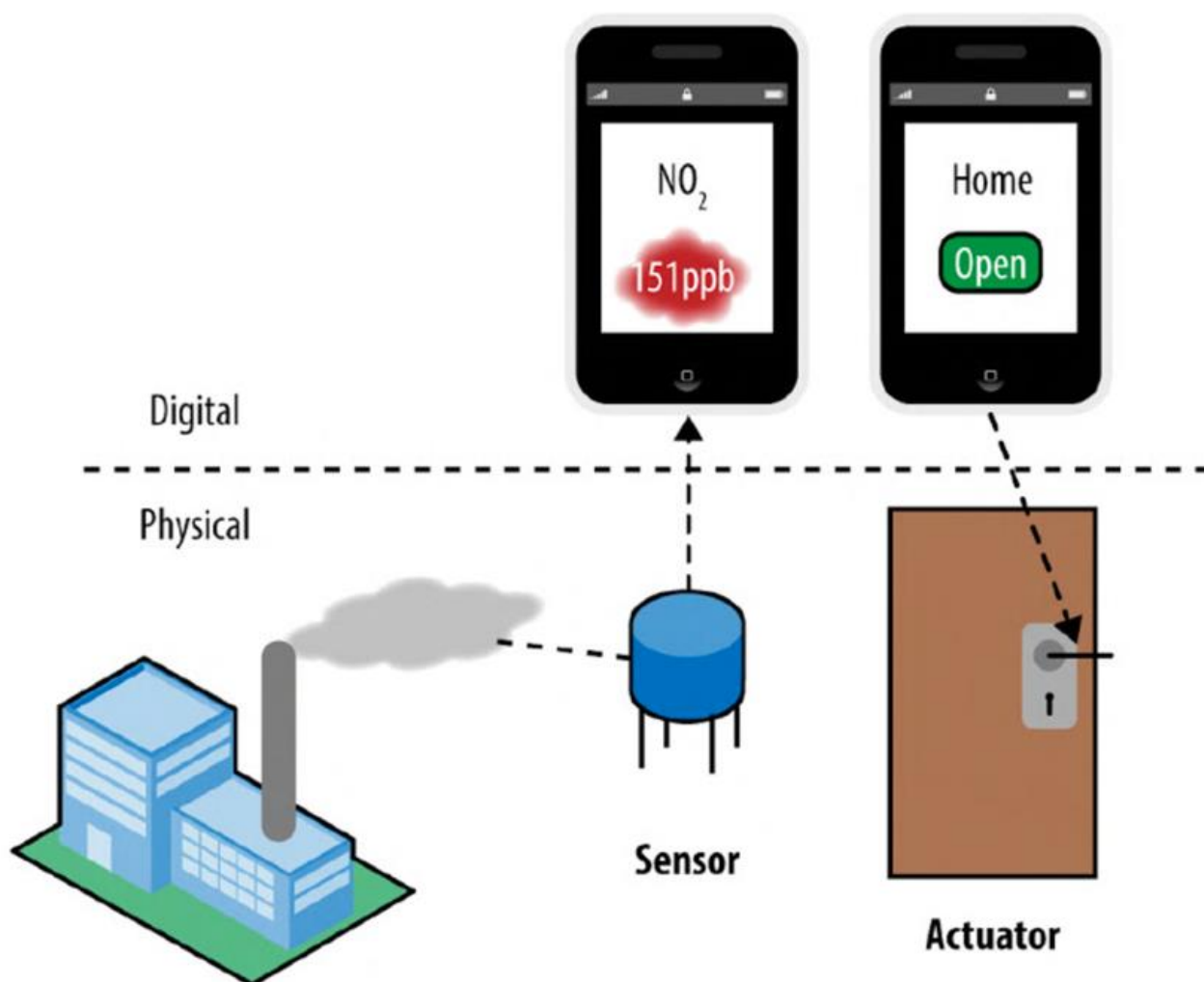
$$\begin{array}{c} \text{Objeto físico} \\ + \\ \text{Sensores e Atuadores} \\ + \\ \text{Internet} \\ = \\ \text{Internet das coisas} \end{array}$$

Fonte: McEwen; Cassimally; 2014, p. 11 – (Tradução e adaptação do autor)

Como podemos ler na figura 1, o que é caracterizado como uma aplicação da Internet das Coisas é a relação que se constitui de um objeto físico munido de sensores e atuadores e que este objeto ofereça a capacidade de ser conectado à internet. Essa soma resulta em um objeto que é capaz de realizar leituras do ambiente através de seus sensores e oferecer respostas ao usuário através de seus atuadores, além de poder compartilhar essas informações entre outros dispositivos que ofereçam as mesmas capacidades tecnológicas. Os sensores e atuadores podem ser considerados a ponte entre a internet, que é o mundo digital, e o mundo físico, onde o objeto está localizado, muitas vezes, em um ambiente doméstico. Os sensores convertem as leituras de energia realizadas em um ambiente físico em valores numéricos que podem ser transmitidos

digitalmente através de conexões com outros dispositivos ou diretamente à internet. Atuadores têm um papel semelhante aos sensores, mas têm a função de converter as instruções digitais em ações mecânicas. A figura 2 ilustra a aplicação de dois possíveis sistemas que possuam a capacidade de ler informações do ambiente ou alterar mecanicamente o estado de um objeto do ambiente.

Figura 2: Sensores convertem sinais do ambiente físico para sinais digitais. Atuadores convertem a informação digital em uma ação mecânica



Fonte: Rowland, 2015.

O exemplo apresentado no lado esquerdo da figura 2 apresenta um sistema onde um sensor detecta a poluição presente no ar e transmite essa informação através da internet para um aplicativo de *smartphone*, que exibe a qualidade do ar detectada em um determinado ambiente onde o sensor foi instalado. O segundo exemplo ilustra um comando de abertura de uma porta sendo executado em um aplicativo, transmitido em forma de sinal digital para um

atuador conectado à internet que está instalado a uma porta que, ao receber essa informação, converte o sinal recebido em uma ação mecânica, fazendo a porta ser aberta.

1.1.1 Sensores

Os sensores têm o papel de receber a informação do mundo físico como movimento, luz, qualidade do ar, contato físico, localização, proximidade e orientação e converter as leituras dessas informações em valores numéricos. Para Rowland (2015), os sensores podem ser ativos ou passivos. Os sensores ativos inserem energia no ambiente para detectar algum tipo de mudança, que não poderiam ser somente lidos pelo sensor. Já os sensores passivos detectam a energia que já está no ambiente, sem a necessidade de emitir qualquer outro tipo de energia para fazer as leituras de informações do local. Os sistemas de detecção de movimento utilizados em lojas, por exemplo, usam feixes de luz que são emitidos e, através de foto-sensores, quando algum objeto ou pessoa passa entre a luz emitida e o foto-sensor, causando interferência no feixe, o sensor mede essa perda de luz recebida, que pode caracterizar a presença ou movimento de alguma pessoa. Os detectores de movimento, geralmente utilizados em alarmes domésticos, frequentemente apresentam esse mesmo tipo de funcionamento. Outra forma de realizar medições para detectar a presença de pessoas em um ambiente é com a utilização de sensores capazes de captar a energia infravermelha emitida por corpos humanos. O ser humano irradia energia infravermelha com um comprimento de onda de cerca de 9-10 micrômetros, desse modo, sensores de alarme são sintonizados para receber e responder a mudanças rápidas neste comprimento de onda, que indicam uma pessoa se movendo no ambiente.

Outro tipo de sensor que geralmente é encontrado em nosso cotidiano são os sensores de localização, conhecidos como GPS, sistema de posicionamento global (em inglês *global positioning system*) que utiliza o posicionamento de um satélite desse sistema que fornece a um aparelho receptor móvel a sua posição. Antes utilizados pelas forças armadas e depois popularizados por aparelhos específicos para a orientação de rotas aos motoristas, os sensores de GPS estão presentes nos atuais *smartphones* como uma funcionalidade padrão. Esses sensores são utilizados em aplicativos, geralmente para mostrar a localização do usuário e o trajeto para chegar ao local de interesse. As minúsculas bússolas também encontradas nos *smartphones* são utilizadas em aplicativos de localização para indicar a direção a ser seguida, podem ser consideradas sensores de orientação.

Figura 3: Tractive. Rastreador de animais que usa GPS para exibir a localização do animal



Fonte: Rowland, 2015.

A figura 3 apresenta um exemplo de aplicação que utiliza o sensor GPS para exibir a localização baseada em um mapa, no exemplo acima, o dispositivo Tractive serve para monitorar a localização de animais de estimação. O dispositivo é integrado com uma bateria além do sensor e GPS e, por conta de seu tamanho reduzido, pode ser preso na coleira de um animal de estimação, logo, transmite em tempo real a sua localização a um serviço *online*. Através de um aplicativo instalado em um *smartphone*, o dono do animal pode monitor a distância, a localização do sensor em um mapa, assim como o trajeto percorrido. Como apresentado, a redução no custo de produção e tamanho desses dispositivos permitem a implementação desse tipo de serviço.

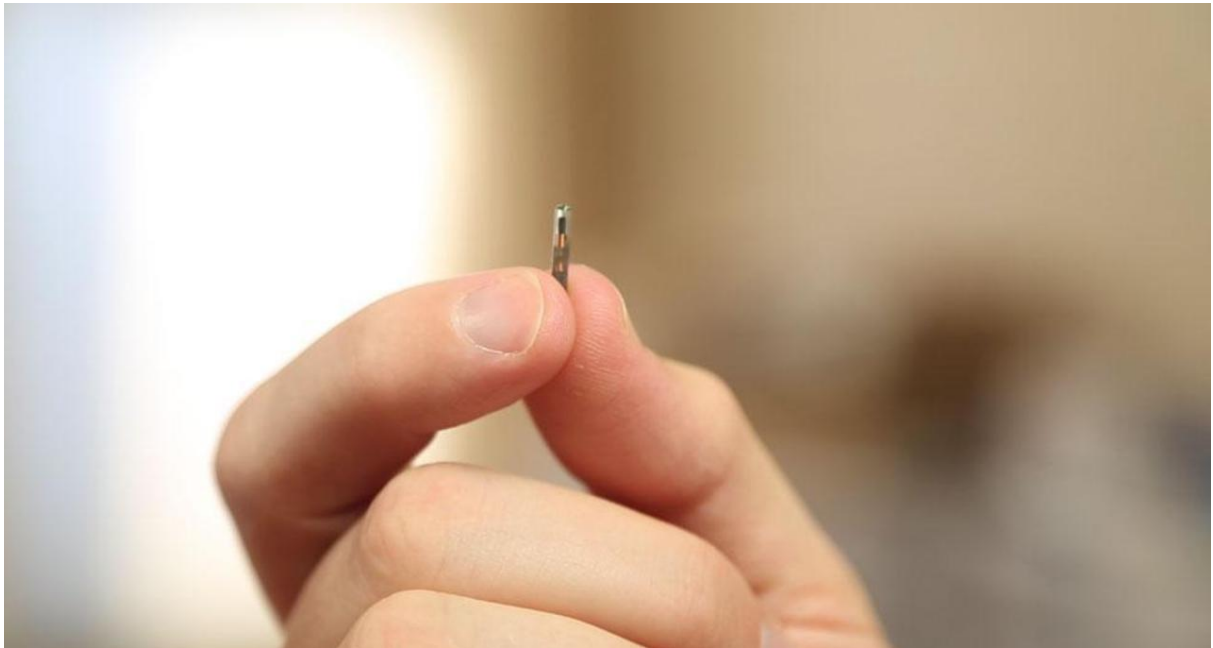
Os sensores, “pequenos dispositivos embutidos usados para capturar dados do mundo físico e passar isso para um serviço em rede” (ROWLAND, 2015, p. 39), não têm capacidade de entrada ou de saída de alguma interação que possa ser feita pelo usuário. Nesses sensores, não há botões e a única maneira de o usuário receber informação sobre seu funcionamento é através de outro dispositivo, como um *smartphone*. Os sensores tendem a ser bastante discretos, de modo que os próprios dispositivos são, muitas vezes, poucos visíveis e não exigem interação ou atenção do usuário, já que o objetivo desses sensores é a leitura de informações, conversão para dados digitais e a transmissão desses dados para um serviço *online*. Um sensor conectado à internet geralmente contém apenas computação incorporada suficiente para coletar dados e transmiti-los através de uma rede. Isto provavelmente significa uma unidade de processamento muito básica com memória e poder de computação muito limitados, uma conexão de comunicação e uma bateria ou outra fonte de energia para garantir o seu funcionamento.

1.1.2 Sensores não conectados

Alguns dispositivos como os chamados RFID (*Radio-frequency identification*) e NFC (*Near-field communication*), são sensores que contêm informações, mas não são conectados diretamente à internet, mas podem ser utilizados em conjunto com outros dispositivos que ofereçam conexão com a internet. Esses dispositivos são objetos simples que não possuem um sistema computacional incorporado, no entanto, podem ser identificados por radiofrequência, que faz a leitura dos dados armazenados. Esses objetos são capazes de armazenar informações e são categorizados como somente leitura, ou seja, são capazes de fornecer a leitura de seus dados, como também receber novas informações para serem armazenadas, realizadas por outros sistemas.

Os dispositivos RFID de somente leitura possuem armazenamento reduzido, suficiente para ser registrado um número de identificação único, que está associado a informações mais detalhadas em um banco de dados, provavelmente na internet. Se for necessário alterar alguma das informações do produto, isso terá de ser feito no banco de dados, pois não é possível substituir os dados do dispositivo. Já os dispositivos de leitura e gravação podem ter seus dados substituídos por outros, servindo como formas de armazenamento de informações que necessitam ser atualizadas constantemente. As figuras 4, 5 e 6 apresentam algumas aplicações de sensores não conectados que utilizam a tecnologia RFID e NFC.

Figura 4: Pequeno chip RFID



Fonte: Disponível em: <<http://www.bbc.com/future/story/20140209-why-i-want-a-microchip-implant>>.

Na figura 4, vemos um sensor do tipo RFID, que é capaz de guardar um pequeno volume de informações, comparado a um grão de arroz. A redução do tamanho desses sensores permite a sua aplicação de modo discreto, fazendo com que, por exemplo, esses sensores possam ser utilizados para a identificação de animais de estimação. Os pequenos sensores são implantados sob a pele de animais de estimação, e a leitura dos dados armazenados é feita por um outro dispositivo, que é capaz de acessar a essas informações caso estejam próximo do sensor.

Figura 5: RFID Tag do tipo cartão. Utilizada no transporte público de grandes cidades como São Paulo



Fonte: Disponível em: <<http://www.sptrans.com.br/>>.

Um exemplo presente no cotidiano de moradores de grandes cidades, como São Paulo, que utilizam o sistema de transporte público, é o bilhete único (figura 5). Esse cartão utiliza o sistema RFID que armazena informações que podem ser lidas e substituídas somente com a proximidade do cartão com algum terminal de leitura ou recarga. O processamento das informações é feito por outros dispositivos, ficando a cargo do cartão somente o armazenamento dos créditos adquiridos pelo passageiro. A redução do tamanho e do baixo custo para produção permitem a utilização desse sistema que substitui a utilização de cartões magnéticos que poderiam perder os dados gravados caso fossem expostos a fontes de energia magnética, ou dos cartões de papel que tinham a vida útil reduzida, caso tivessem contato com líquidos.

Figura 6: Disney Magic Band



Fonte: Disponível em: <<https://www.disneystore.com/magicband/mn/1024701>>.

A pulseira utilizada no parque da Disney permite ser usada para pagamentos e acesso em áreas específicas do parque, além de conter dados do seu portador, o que pode facilitar a localização de alguma criança que se afaste de seus acompanhantes durante a visita pelas instalações do parque. Utilizando sistema integrado à pulseira, o Disney Magic Band, figura 6, oferece informações que podem ser acessadas instantaneamente por terminais de leitura, que fazem a captura dos dados já armazenados, assim como a gravação de novas informações relevantes ao visitante, possibilitando que ele realize compras dentro do parque somente com a pulseira, e o pagamento é realizado somente na saída do parque, já que os dados registrados são únicos para cada pessoa.

Figura 7: Beacons. Dispositivo de baixo consumo de energia que pode ser fixado em paredes ou objetos. Com uso de tecnologias de proximidade eles podem detectar a presença de pessoas e objetos



Fonte: Disponível em: <<http://estimote.com/>>.

Os Beacons se caracterizam como outro tipo de sensores, que são utilizados para fornecerem informações de localização muito mais precisas do que os sistemas de GPS, já apresentados. Com o uso da tecnologia *bluetooth* de baixa energia, os Beacons podem transmitir a informação de sua identificação que pode ser recebida por dispositivos próximos que também utilizem o *bluetooth*, como *smartphones*. Assim como os cartões utilizados no transporte público de São Paulo, os Beacons somente armazenam informação, ficando a cargo do dispositivo que recebe a informação procurar a identificação do Beacon em um banco de dados

de serviços através da internet. Esse serviço fornece informações como quem é o dono do Beacon e exatamente qual é a localização do dispositivo, dessa maneira, o aplicativo de *smartphone* pode utilizar essas informações para exibir, com mais precisão, a localização e trajeto que o usuário desse sistema pode percorrer para se aproximar de uma determinada área, como uma parte específica de uma loja ou obra de uma exposição dentro de um museu.

1.1.3 Atuadores

Os atuadores, como já apresentado, convertem energia elétrica em energia mecânica, produzindo um efeito mecânico através de um motor, ou simplesmente ao ligar ou desligar algum sistema elétrico. Os atuadores podem agir em fechaduras de portas, ventiladores de teto e outros tipos de respostas emitidas no ambiente físico. As figuras 8 e 9 apresentam atuadores que convertem informações recebidas através da internet em ações mecânicas, produzindo ações no ambiente que estão localizados.

Figura 8: Danalock permite o usuário trancar ou destrancar uma porta por um smartphone.



Fonte: Disponível em: <https://danalock.com/?page_id=35>.

Danalog, (figura 8), é um sistema que permite ao usuário trancar ou destrancar uma porta com o uso de um aplicativo em seu *smartphone*. Ao enviar o comando, o aplicativo converte a interação do usuário em uma informação digital e transmitindo-a para o atuador instalado na fechadura da porta. Ao receber a informação, o atuador converte o sinal digital em um movimento mecânico que destranca ou tranca a porta.

Figura 9: Little Printer



Fonte: Disponível em: <<https://littleprinterblog.tumblr.com>>.

A Little Printer (figura 9) tem um funcionamento similar ao Danalock, ela imprime informações recebidas pela internet que foram enviadas pelo *smartphone* do usuário. Conectada à internet, a impressora tem a proposta de imprimir qualquer conteúdo enviado pelo *smartphone* do usuário, podendo também ser configurada para imprimir notícias ou outras informações em horários específicos, as impressões também podem ser iniciadas ao serem relacionadas à notícias específicas, como mudanças no cenário econômico ou o resultado de alguma partida esportiva. Os exemplos citados, tanto a fechadura comandada a distância quanto a impressora, têm seu funcionamento baseado na transformação de dados digitais em informações físicas.

1.2 Dispositivos incorporados com sensores e atuadores

Alguns dispositivos recebem sensores e atuadores já incorporados em seu projeto, além da capacidade de conexão com a internet, esses dispositivos incorporados têm a capacidade de converter informações para o formato digital ou para o mundo físico. Como são dispositivos que têm a finalidade de realizar trabalhos específicos e de possuírem baixa capacidade computacional, eles podem realizar esses trabalhos de forma mais confiável e eficiente do que um sistema de computador que é utilizado para um propósito geral.

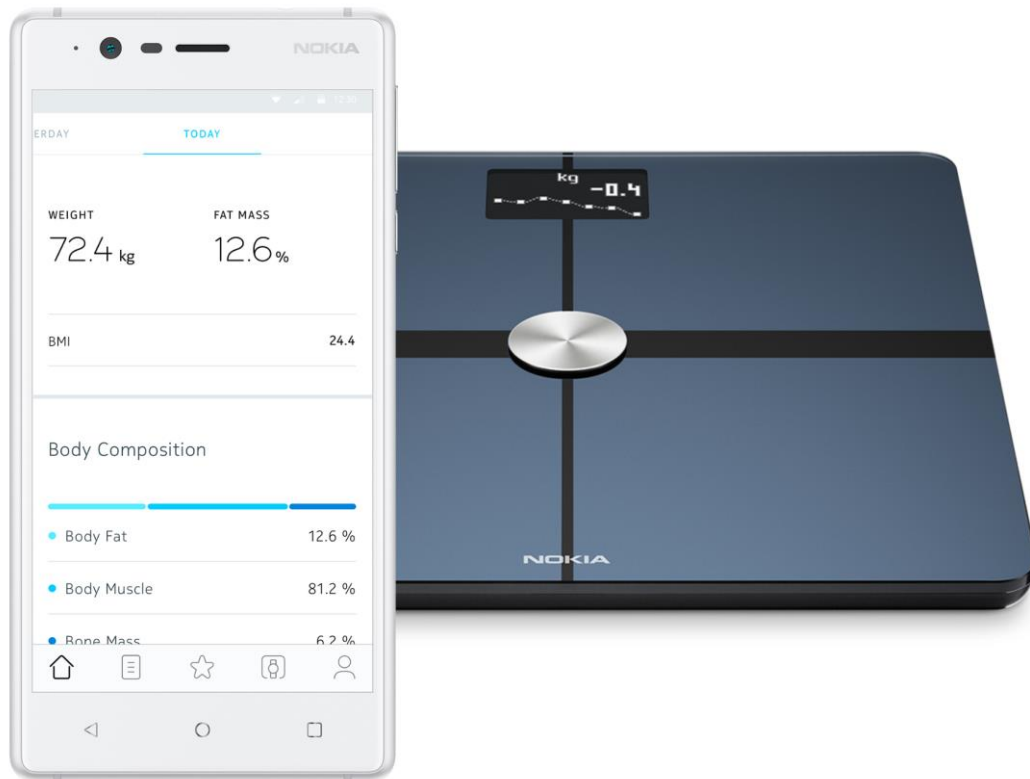
Figura 10: Termostato Nest, exemplo de dispositivo incorporado com sensores e atuadores



Fonte: Disponível em: <<https://nest.com/thermostat/meet-nest-thermostat/>>.

A figura 10 é uma imagem do Nest, um termostato equipado com sensores e atuadores que é capaz de controlar a temperatura ambiente. O dispositivo utiliza sensores de movimento e de luz para detectar quando o ambiente está ocupado e a partir das preferências das pessoas que ocupam o ambiente, o dispositivo ajusta a temperatura previamente ajustada pelos moradores da casa em que está instalado.

Figura 11 - Body+, balança conectada à internet



Fonte: Disponível em: <<https://health.nokia.com/eu/en/body>>.

A balança Body+, (figura 11), possui conexão *wi fi* e transmite dados do peso do usuário para o aplicativo fornecido pelo fabricante, que exibe informações detalhadas de ganho ou perda de peso em comparação com períodos anteriores e uma análise da proporção e alteração do peso. A balança tem seu funcionamento muito semelhante às outras balanças convencionais, com a adição da capacidade de conexão a uma rede sem fio doméstica e o registro das medições no aplicativo oferecido pela fabricante. Em muitos casos, a conectividade desses objetos se torna o diferencial comercial, sendo apresentado como uma grande vantagem ao consumidor, porém, em muitos casos, essa capacidade de conexão acaba sendo somente um argumento de venda, sem oferecer claramente os benefícios entregues por essa aplicação tecnológica.

Figura 12: Nabaztag



Fonte: Disponível em: <<https://nabaztag.com>>.

Nabaztag é outro exemplo de dispositivo com sensores e atuadores incorporados e conectado à internet. Na forma de um coelho, foi um dos primeiros dispositivos conectados que aplicava os conceitos de Internet das Coisas, já apresentados, a ser comercializado com a capacidade de ser conectado à internet para receber informações como previsões do tempo e ler o *e-mail* recebido na conta de seu proprietário. O dispositivo pode ser personalizado e programado até certo ponto pelo usuário, e tais configurações não podem ser executadas

diretamente no dispositivo, sendo necessário outro aparelho para realizar tais configurações.

Figura 13: Tado Heating. Oferece interação para o usuário no próprio dispositivo



Fonte: Disponível em: <<https://tado.com/mt/>>.

Figura 14: Pebble Smartwatch. Conecta-se ao *smartphone* para exibir mensagens ou alertas de aplicativos.



Fonte: Disponível em: <<https://pebble.com/>>.

Alguns dispositivos conectados oferecem interfaces para a interação do usuário, que pode executar comandos diretamente no dispositivo, sem o uso de outro sistema como um *smartphone* ou computador. Esses dispositivos apresentam uma tela e oferecem comandos para sua configuração, como o Tado Heating (figura 13), que permite ser configurado diretamente pelo seu painel, mas a maior parte de suas funções pode ser acessada somente por um aplicativo instalado em um *smartphone*. Os dispositivos com sensores e atuadores apresentados anteriormente podem ser conectados diretamente à internet via conexão *wi fi*, outros dispositivos, como o “relógio inteligente” Pebble (figura 14), podem ser conectados somente a um *smartphone* e, através desse dispositivo, o relógio recebe e transmite informações relevantes ao usuário através de sua tela.

1.3 Aplicações da Internet das Coisas

Os exemplos de dispositivos com a capacidade de conexão apresentados servem para demonstrar as possibilidades de utilização do conceito da Internet das Coisas para oferecer novas funcionalidades a objetos do cotidiano. Essas aplicações podem ser utilizadas em diversos ramos onde se faz necessária a automação ou captura de informações do ambiente. Dentre os cenários de aplicação, podemos definir alguns conforme sua descrição:

Tabela 1: Aplicações da Internet das Coisas

Aplicação	Descrição	Exemplo
Doméstica (<i>Connected home technology; Smart Home</i>)	Edifícios onde as pessoas vivem	Controladores domésticos, automação de atividades domésticas e sistemas de segurança, temperatura, iluminação e monitoramento de energia.
Vestível (<i>Wearables</i>)	Dispositivos anexados ao corpo humano	Dispositivos <i>wearables</i> para monitorar e manter a saúde; gestão de doenças, aumento da aptidão física, maior produtividade.
Comércio (<i>Retail</i>)	Espaços de venda de bens de consumo	Lojas, bancos, restaurantes.
Escritórios (<i>Office</i>)	Espaços de trabalho	Gestão de energia e segurança em edifícios de escritórios.
Fábricas (<i>Factories</i>)	Ambientes de produção em série	Lugares com rotinas de trabalho repetitivas, incluindo hospitais e fazendas.
Veículos (<i>Vehicles</i>)	Veículos em movimento	Veículos, incluindo carros, caminhões, navios, aviões e trens.
Cidades inteligentes (<i>Smart cities</i>)	Ambientes urbanos	Espaços públicos e infraestrutura em ambientes urbanos; controle de tráfego, medidores inteligentes.

Fonte: McKinsey Global Institute. (Tradução livre do autor).

A Internet das Coisas oferece a possibilidade de aplicação em diversos segmentos, desde ambientes domésticos até fábricas para controle de produção. Com tantas possibilidades de aplicação, esta pesquisa irá tratar da aplicação doméstica da Internet das Coisas, em que ambientes e objetos domésticos procuram oferecer informações digitais em um local onde as pessoas passam grande parte de seus dias. Esses ambientes conectados recebem o nome de *Connected home technology* ou ambientes inteligentes, onde a tecnologia é utilizada para controles domésticos como termostatos, sistemas de iluminação e monitoramento de energia, além de automações de objetos já existentes nesses locais. Algumas das aplicações já dedicadas para esses “ambientes “inteligentes”, como são geralmente chamados, permitem uma melhor eficiência e gestão energética, assim como aplicações voltadas à segurança e, apesar de amplamente aplicado, o termo “ambiente inteligente” será substituído por “ambiente conectado” durante este trabalho de pesquisa.

1.4 Internet das Coisas para pessoas

Como visto neste capítulo, o desenvolvimento tecnológico tem apresentado possibilidades cada vez mais acessíveis na conexão de objetos do cotidiano à internet e, dessa maneira, tornando cada vez menor a fronteira entre informações digitais e o ambiente físico. Com o estreitamento da fronteira do mundo digital com o mundo físico, os objetos domésticos podem conter informações vindas da internet ao mesmo tempo que podem transmitir informações capturadas do local e do usuário para a computação em nuvem, de maneira instantânea, através da conexão em rede sem fio.

Com a crescente possibilidade de conectar os objetos domésticos à internet, aumenta também a quantidade de objetos nesses locais que emitem informações e, da mesma maneira, podem aumentar as distrações e exigências de atenção dos indivíduos. Podemos dizer que a parte da construção da Internet das Coisas, referente à parte técnica de conectar sensores e atuadores à tecnologia sem fio, não se mostra como o maior desafio dessa abordagem tecnológica, sendo o maior desafio, por sua vez, permitir que as pessoas que interagem com esses dispositivos, em um ambiente doméstico, tenham uma boa experiência de uso. O conceito de experiência de uso e o que a classifica como uma boa interação será apresentado com mais detalhes em capítulos seguintes desta pesquisa, onde serão apresentados alguns fundamentos de abordagens para a construção de sistemas interativos que ofereçam modelos de interações adaptadas para as pessoas.

O uso de dispositivos programados para reagir a um estímulo do mundo físico, e responder a esse estímulo, são as características de objetos da computação ubíqua, apresentadas por Mark Weiser. Para McEwen (2014), o que difere a Internet das Coisas da Computação ubíqua é o fato de a primeira apresentar objetos com as mesmas características da computação ubíqua, adicionado aos objetos da Internet das Coisas a capacidade de conexão com a internet. Essa conectividade com a internet permite o fluxo de informações entre o objeto com o mundo de dados e o processamento representado pela internet. A “coisa” está presente fisicamente no mundo real e isso significa que o objeto conectado pode receber entradas de seu mundo e transformá-los em dados que são enviados para a internet para armazenamento e processamento.

Com o aumento da quantidade de objetos e ambientes conectados, faz-se extremamente necessário o entendimento de que somente conectar esses objetos e ambientes à internet não garante uma boa experiência de uso para os indivíduos que participam desse contexto. Para esse entendimento, é importante abordarmos a questão da atenção humana e como esses dispositivos afetam e exigem a atenção dos usuários, ou seja, as pessoas que interagem com a tecnologia. No capítulo a seguir, serão apresentados os fundamentos da Tecnologia Calma, abordagem que busca oferecer interações com diversos dispositivos conectados, cenário que se torna mais comum com a adoção da Internet das Coisas, sem que esses dispositivos exijam a atenção constante do usuário. A Internet das Coisas deixa de ser um termo usado por especialistas em tecnologia e passa a ser uma realidade, ao passo que mais objetos do cotidiano estão conectados à Internet e apresentam sensores e atuadores, dessa maneira, a investigação da interação com esses objetos e o impacto na experiência de uso desses objetos, é necessária para o entendimento do impacto dessas novas aplicações tecnológicas a atenção do indivíduo rodeado por objetos que disputam sua atenção.

O panorama tecnológico apresentado é relevante para o entendimento da transformação de objetos comuns em objetos conectados entre si e à Internet, que utilizam os conceitos iniciados na pesquisa de Weiser e, posteriormente, introduzidos por Ahston. Apesar de terem sido apresentadas somente as capacidades tecnológicas com a adoção desses conceitos, o impacto dessas tecnologias nos indivíduos, que fazem seu uso, será abordado nos capítulos seguintes.

CAPÍTULO 2 – ATENÇÃO E MODERNIDADE: TECNOLOGIA CALMA EM AMBIENTES CONECTADOS

Como apresentado no capítulo anterior, a aplicação de sensores e atuadores a objetos e ambientes domésticos permite acesso às informações digitais em um ambiente físico, tornando menor a fronteira entre esses dois ambientes. O crescente aumento na quantidade desses objetos acaba por oferecer ao usuário, ou seja, ao indivíduo que interage com essa tecnologia, diversas fontes de informações simultâneas que podem exigir a sua atenção constante.

Este capítulo abordará a questão da Tecnologia Calma, mas, antes de abordar o tema, serão apresentadas as teorias da atenção e, para isso, o texto de Weiser serve como apoio para discutir os conceitos de atenção central e periférica, assim como apresentar os fundamentos do estudo da atenção. Somente após esta primeira introdução, é que o texto entrará no tema mais específico da dissertação sobre a Tecnologia Calma, que tem como objetivo informar sobre a menor carga de atenção durante a interação com objetos conectados.

2.1 Teorias da atenção

Para Antonio Gomes Penna (1984), a atenção constitui um conceito que aponta para o modo como se opera a detecção de estímulos de um ambiente, conceito esse que está intimamente ligado à percepção de mundo do indivíduo. O conceito da atenção foi amplamente discutido pela psicologia subjetivista, sendo a atenção o objeto de estudo deste tipo de sistema. Penna (1984) observa que a partir da década de cinquenta, houve um aumento dos estudos sobre as condições de vigilância e processos de seletividade, que constituem o estudo sobre a atenção e como os estímulos de um ambiente são priorizados ou inibidos para que exista um foco em determinada fonte de informação.

Em outra definição, Hebb (1971) elucida que a atenção é um estado de atividade do cérebro que predispõe o indivíduo a responder a uma parte ou a um aspecto do ambiente, em lugar de fazê-lo em relação a outro. Essa atividade direcionada a uma resposta, à parte do ambiente em relação a outros, é o trabalho de mediação dos estímulos sensoriais, que centraliza as informações para o centro da atenção, deixando outras fontes de informação localizadas fora desse centro.

Podemos entender pelas definições de Penna e Hebb que o principal fundamento do estudo da atenção é o entendimento de como ocorre a seleção de um estímulo sensorial

específico dentro de diversos outros que são recebidos pela atividade cerebral. Essa seleção de estímulo se dá junto com um objetivo ou tarefa específica realizada pelo indivíduo

Jonathan Crary (2013, p. 66) afirma que podemos entender o estudo da atenção como um modelo dividido em três principais formulações:

- a. Estudo onde a atenção é abordada como um processo de reflexo, como parte da adaptação mecânica do organismo a estímulos do ambiente;
- b. A atenção é estudada como atividade de vários processos automáticos ou inconscientes;
- c. Por fim, a atenção é estudada como atividade voluntária, decidida pela pessoa como expressão de seu poder autônomo de organizar de maneira ativa o mundo percebido.

O primeiro modelo, apresentado por Crary, caracteriza a seleção de um estímulo como um reflexo do organismo. Ao tratá-lo como um reflexo, o autor observa que a seleção do estímulo ocorre de maneira não controlada pelo indivíduo, já que qualquer que fosse o estímulo selecionado anteriormente perderia a relevância em relação à nova informação que é centralizada de maneira mecânica. O segundo modelo expõe que o estudo da atenção, iniciado por Schopenhauer, Janet e Freud, é percebido como estímulos inconscientes onde a seleção de fontes sensoriais, que seriam centralizadas pela atividade cerebral, ocorria sem a escolha lúcida pelo indivíduo, ou seja, de maneira involuntária. Já o terceiro modelo apresentado, a escolha do estímulo sensorial, que receberia o foco da atividade cerebral, é feito de maneira consciente pelo indivíduo, onde seu objetivo ou tarefa específica seriam os motivadores dessa seleção. O segundo e terceiro modelo não são claramente delimitados como seleções inconsciente ou consciente pelo autor, já que a proximidade desses estados pode ser imprecisa em suas delimitações.

A atenção como atividade de mediação seleciona e centraliza informações recebidas pelo sistema sensorial, enquanto outros estímulos sensoriais, ou fontes de informação, são bloqueados ou não selecionados pelo cérebro por esse processo de mediação, que está relacionado à seletividade dessas informações como fundamento da atenção. A seletividade é um aspecto importante da atenção, que é a escolha do evento sensorial que será centralizado, ou seja, que será direcionado para o centro da atenção. A seletividade tem a capacidade de focalizar os estímulos sensoriais enquanto mantém outros à parte. Além da seleção do estímulo que será centralizado na atenção, a seletividade tem a importante função de manter outros

estímulos que poderiam ser perturbadores isolados, como apresentado por Alexandre Valença e Antonio Nardi:

Visto que a mente humana não pode processar, ao mesmo tempo, todos os estímulos que recebe de fontes internas e externas, os processos de atenção selecionam, filtram e organizam informações provenientes dos meios externos e internos (VALENÇA; NARDI; 2015, p. 19).

A seletividade de estímulos sensoriais pode ser entendida como um holofote de nosso controle cognitivo, que permite o ajuste fino durante o processamento dos sentidos como audição, visão e olfato, para encontrar informações relevantes e dedicar o processo cognitivo para os estímulos selecionados, sendo essa seleção consciente ou involuntária, como apresentado pelos modelos propostos por Crary.

Atuando da mesma maneira como um procedimento inibitório de alguma informação, essa interdição de estímulos pode ser entendida como algo indispensável para que ocorra a seleção de algum estímulo. Desse modo, podemos então dizer que processo de atenção tem grande participação não somente na seleção, mas no isolamento desses estímulos de outros. Essa distinção dos estímulos que serão centralizados corresponde ao elemento fundamental da atenção durante o uso de tecnologias conectadas, que será tratada em relação aos objetos que exigem a alternância constante do foco da atenção do indivíduo.

Assim como um holofote está para a seleção de estímulos sensoriais, a atenção pode ser entendida como um “modo impreciso de designar a capacidade relativa de um sujeito para isolar seletivamente certos conteúdos de um campo sensorial em detrimento de outros, a fim de manter um mundo ordenado e produtivo” (CRARY, 2013, p. 39). A visão de um indivíduo produtivo é algo abordado nas relações de trabalho em um mundo onde a atenção de um funcionário, em sua atividade de trabalho, é diretamente relacionada com o quanto este pode produzir na indústria. Com o modo de trabalho sendo alterado na era industrial, Crary denomina esse trabalhador como um observador, já que sua função dentro da indústria é dedicar sua atenção a um painel, em que sua observação busca analisar se os processos de fabricação estão sendo executados de acordo com o definido pela indústria. Esse observador dedica sua capacidade cognitiva selecionando os estímulos sensoriais que permitam reagir, caso alguma informação específica apareça no painel de controle da linha de montagem, sendo, sua atenção, a principal atividade da função desse funcionário da era industrial. A relação desse observador com o indivíduo em contato com sistemas e objetos conectados que disputam por sua atenção será abordada posteriormente, na análise do problema da atenção na modernidade.

Alguns modelos defendem que a atenção pode ser dividida em dois tipos básicos, a atenção voluntária e a atenção espontânea, como apresentado por Valença e Nardi (2015). A atenção voluntária pode ser entendida como a escolha consciente e intencional de selecionar um objeto ou estímulo sensorial como centro da atenção, como assistir a um filme, onde nos colocamos em modo de concentração ativa aos estímulos daquela atividade. Sendo assim, outros estímulos que não fazem parte daquele objetivo principal, que poderiam ser perturbadores para a atividade, o controle cognitivo busca deixá-los à parte, como já apresentado. A atenção espontânea pode ser apresentada como um reflexo que orienta a atenção para os estímulos sensoriais do ambiente, como luzes, sons e movimentos, por exemplo. Ao assistir a um filme, sons e movimentos que não fazem parte daquela obra podem provocar a atenção espontânea de maneira involuntária, causando a perda da seleção voluntária, já que atenção centraliza os estímulos externos causando a distração daquela atividade.

Crary, Valença e Nardi buscam classificar a seleção de estímulos sensoriais em basicamente os que são feitos a partir de um objetivo específico, ou seja, de maneira consciente, onde o indivíduo decide qual fonte de informação será selecionada em relação a outros estímulos que serão inibidos, e a seleção involuntária de estímulos, que resulta em reflexos inconscientes como respostas a esses estímulos e, como resposta, pode acarretar em uma atividade mecânica ou na mudança da atenção para aquele estímulo percebido.

Sendo uma escolha do indivíduo ou uma resposta inconsciente a um estímulo, a atividade da atenção é manter um estímulo sob um holofote enquanto busca inibir outros estímulos. A movimentação desse holofote, ou seja, a mudança de seleção do estímulo que será centralizado pela atividade cerebral, é comumente descrita como uma atividade multitarefa, onde o indivíduo pode executar diversas tarefas ao mesmo tempo, sob a intenção de aumentar sua produtividade.

2.1.1 Atenção dividida e alternância do foco de atenção

Atualmente o termo multitarefa, ou em inglês, *multitasking*, é genericamente utilizado para definir equipamentos que podem executar cálculos de maneira paralela, como computadores, que com a evolução da capacidade tecnológica, possuem centros de processamento com mais de um núcleo, dessa maneira, atividades diferentes podem ser executadas ao mesmo tempo. Essa capacidade de realizar cálculos ou tarefas simultâneas, específicas das máquinas, passou a ser também um adjetivo positivo para pessoas que, por

exemplo, se propõem a estudar enquanto ouvem música, assistem ao telejornal e respondem mensagens de texto. Esses indivíduos são supostamente valorizados como alguém mais produtivo, onde a relação tempo e trabalho é multiplicada, já que em um mesmo período de tempo ele pode produzir mais, se trabalhar de maneira paralela. O observador das máquinas da indústria tem seu trabalho expandido, posto que agora esse indivíduo é estimulado a observar mais painéis ao mesmo tempo, com a intenção de estimular sua produtividade, mesmo que o indivíduo não esteja em uma fábrica, mas dentro de sua casa.

A máquina computacional se torna multitarefa quando recebe em seu sistema de processamento mais um núcleo. O núcleo de um processador é responsável por executar cálculos matemáticos que resultam, de maneira simplista, em receber comandos e entregar respostas, como exibir as letras correspondentes em um programa de edição de texto assim que o aluno escreve seu trabalho acadêmico. Exigir que o indivíduo se comporte como uma máquina é o que se propõe, ou seja, incentiva-se um modo de processamento múltiplo de estímulos sensoriais ao mesmo tempo. A comparação do corpo humano com uma máquina não é algo utilizado somente na era da computação, cem anos atrás, tudo era comparado a uma máquina, como a analogia “o corpo é a máquina humana” (CARDOSO, 2013, p. 178), ao relacionar o funcionamento dos órgãos como partes de uma máquina complexa que seria o corpo humano. Na era da computação distribuída, em que as máquinas se multiplicam e cercam os indivíduos, vemos então um termo relacionado aos computadores sendo utilizado como característica e incentivo de maior produtividade, sendo que, a capacidade cognitiva se mantém a mesma.

Essa aparente multiplicação da produtividade, já que diversas tarefas parecem ser executadas no mesmo espaço de tempo, será discutida com a intenção de entender se essas tarefas são realmente executadas de forma paralela, ou, se a atenção voluntária é direcionada para um estímulo específico após o reflexo estimulado pela atenção espontânea. Para isso, dois importantes conceitos do estudo da atenção devem ser apresentados, são eles: a tenacidade e a vigilância. A tenacidade pode ser descrita como a capacidade de concentração, ou seja, a capacidade em dedicar a atenção voluntária em certo objeto ou estímulo sensorial por determinado tempo, sem que a mesma seja desviada ou dedicada a outra fonte de estímulo. Já a vigilância ou mobilidade da atenção, como apresentado por Valença e Nardi (2015), é a capacidade de, a qualquer momento, desviar a atenção de um objeto ou estímulo sensorial para outro, ou seja, a capacidade de mover o holofote da atenção de um ponto a outro em um curto espaço de tempo.

O termo multitarefa poderia ser definido como a capacidade de atuar simultaneamente

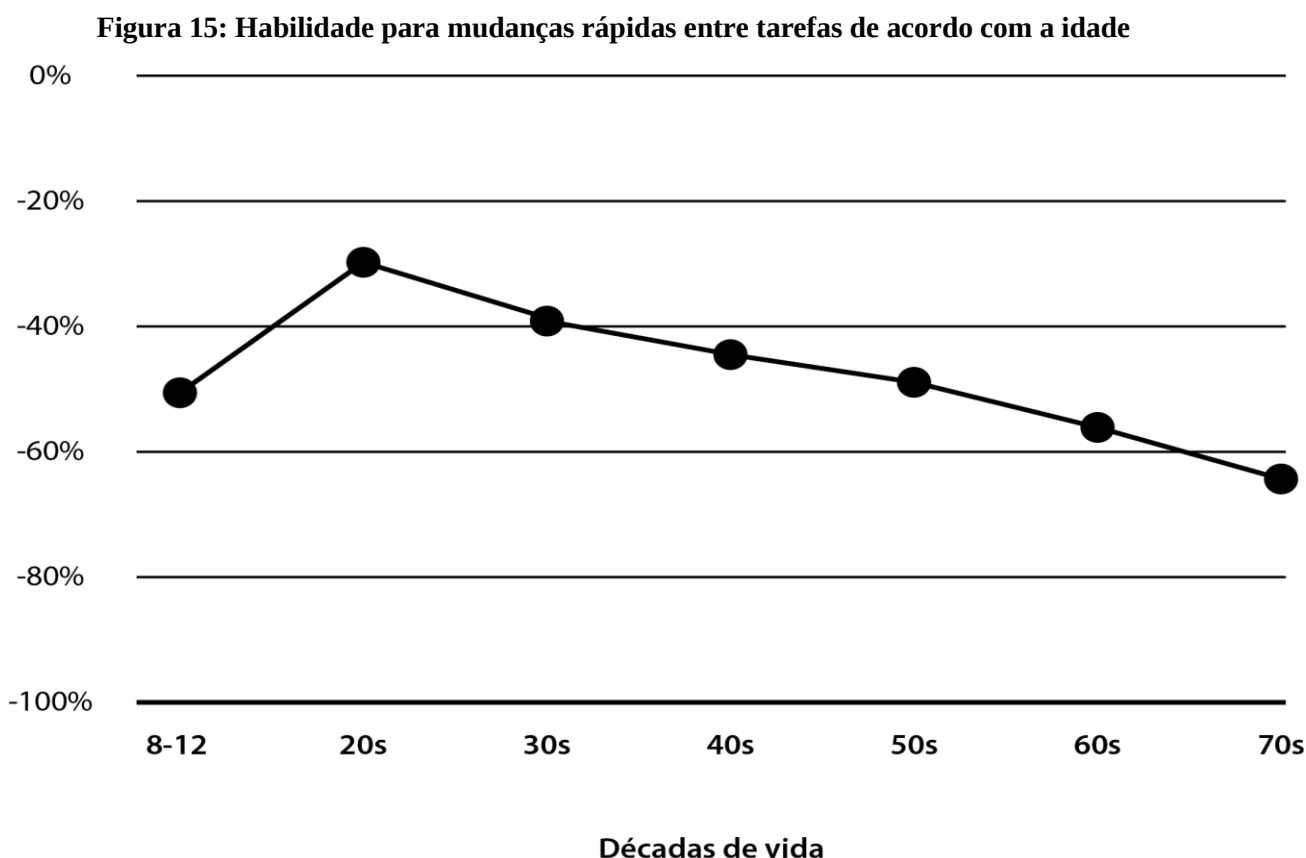
em duas ou mais tarefas, que têm objetivos distintos, ou seja, a atenção voluntária estaria dedicada a múltiplos objetos ou estímulos sensoriais. Gazzaley e Rosen (2016) afirmam que pessoas definidas como multitarefas são, na verdade, pessoas com alta capacidade de trocar rapidamente o foco de sua atenção para tarefas distintas. De maneira semelhante, Penna (1984) apresenta que a ilusão de simultaneidade ocorre pela rapidez que ocorre a centralização perceptual em aspectos diferentes do mundo externo. Podemos então entender que o termo multitarefa está mais relacionado como a mudança rápida da dedicação da atenção voluntária para objetos ou estímulos sensoriais diferentes, já que a quantidade de ideias ou coisas que podemos prestar atenção ao mesmo tempo, segundo William James (1950, p. 403), “não é facilmente mais do que uma, a menos que os processos sejam muito habituais” (apud NORMAN, 1976, p. 7). Por processos habituais, podemos incluir a atividade de dirigir, que pode ser executada enquanto ouvimos rádio ou conversamos com o passageiro.

Como apresentado, a mudança do holofote da atenção para pontos distintos, e que por sua vez possuem objetivos específicos, é a capacidade de o indivíduo atuar em diversas tarefas que recebem pequenos prazos de atenção e, na sequência, a atenção é movida para outro estímulo, seguindo este ciclo. Essa mudança do estímulo, que estará centralizado na atividade cerebral, pode ocorrer de maneira voluntária ou por reflexo. Para que o reflexo desperte a centralização da atenção naquele estímulo, a vigilância tem papel fundamental em manter estímulos específicos, mesmo que não centralizados, em uma espécie de atenção periférica, assim como estímulos visuais na visão periférica podem atuar e despertar o interesse do indivíduo.

As limitações do controle cognitivo que restringem a habilidade em distribuir, dividir e manter atenção em diversos objetos, estímulos ou fontes de informação, resultam na verdade, como foi apresentado, na mudança rápida da atenção voluntária. Essa mudança da atenção voluntária pode ocorrer após a detecção de algum estímulo da atenção espontânea. Ao mesmo tempo que essa facilidade de mudança em centralizar a atenção em algum estímulo, que estava em segundo plano, nos permita passar de uma atividade para outra, de maneira constante, também pode resultar na facilidade de distração e interrupção da tarefa por conta de estímulos periféricos como ruídos, luzes ou movimentos ao nosso redor. O problema em manter a atenção dedicada de maneira voluntária é um problema abordado em pesquisas sobre “Transtorno de Déficit de Atenção” (TDA), que tem como foco as manifestações em crianças diagnosticadas com o transtorno e que apresentam, de modo recorrente, questões como impulsividade, dificuldade de manter a atenção, distrações constantes, que podem, em muitos casos ocasionar

o que é chamado de dificuldade de aprendizagem. O esforço cognitivo ocorre não somente na centralização do estímulo, mas como apresentado anteriormente, grande parte da dedicação da atividade cerebral ocorre na inibição de outros estímulos.

O termo multitarefa parece, então, não representar o esforço cognitivo em indivíduos que se propõem a atuar em diversas tarefas em um mesmo período de tempo, já que as tarefas não estão sendo executadas paralelamente, mas sim, o foco da atenção está mudando entre os estímulos que são centralizados e outros que são colocados periféricamente, possibilitando a vigilância desses estímulos do ambiente. Como o esforço cognitivo está dedicado em manter inibidos estímulos do ambiente, essa troca constante de focos de atenção pode causar um esforço cognitivo maior, já a seleção e a vigilância estão constantemente mudando quais estímulos considerar.



Fonte: Gazzaley Lab. The Distracted Mind, 2016.

Como podemos ler no gráfico da página anterior (figura 15), as limitações da capacidade em manter atenção que, por sua vez, é o trabalho de inibir outros estímulos sensoriais, podem ainda sofrer com o avanço da idade, onde as habilidades para mudanças entre tarefas têm sua capacidade reduzida em cada década da vida. Como é apresentado no gráfico, podemos notar um decréscimo na capacidade de mudanças rápidas entre tarefas, sendo o auge dessa capacidade

por volta dos 20 anos de idade, em um indivíduo médio, sofrendo uma queda com o passar dos anos. A capacidade de alternar rapidamente entre tarefas, assim como a capacidade inibitória de estímulos, é reduzida com o avanço da idade.

Os dados apresentados são relacionados a médias estatísticas, não caracterizando totalmente as pessoas que podem ter comportamentos diferentes ao lidar com um volume grande de estímulos. Algumas pessoas conseguem um alto nível de concentração ao trabalhar enquanto ouvem música ou quando a televisão está ligada. O mesmo pode não ser o melhor modelo para se conseguir concentração em uma tarefa específica para outras pessoas, que necessitam de configurações específicas do ambiente para que consigam trabalhar de maneira concentrada.

As distrações da atenção podem ocorrer com maior frequência em ambientes que oferecem mais estímulos sensoriais, mas esses estímulos não estão relacionados somente aos ambientes com alto nível de implementação tecnológica. Para Gazzaley e Rosen (2016), os seres humanos sempre viveram em um ambiente complexo e repleto de distrações que causam interrupções em suas atividades através de estímulos alternativos que impedem a conclusão de objetivos. Enquanto essas interferências existiam em todos os momentos da existência dos seres humanos, este cenário pode apresentar profundas mudanças com a implementação de objetos conectados, como TVs inteligentes, sensores e todo tipo de automações domésticas, onde o constante acesso a informações, notificações invasivas, se tornam facilitadores para mudança de tarefas aumentarem o dilema das interferências a que somos expostos. Esse aumento dos estímulos sensoriais tem como cenário a relação do indivíduo com a tecnologia ocorrida na era moderna, com a mudança na forma de trabalho e consumo acelerados pelo capitalismo. A relação da atenção com a modernidade será tratada a partir do ponto de vista oferecido por Crary em seu livro “Supensões da percepção”, em que a relação entre indivíduo e máquina é exposta, assim como os impactos dessas relações em ambientes onde as máquinas computacionais se tornaram presentes, como as fábricas onde o funcionário se torna um observador dos painéis de uma linha de montagem, até os ambientes conectados que passam a oferecer a computação distribuída que será abordada posteriormente.

2.2 O problema da atenção na modernidade

Com as mudanças trazidas pelos avanços tecnológicos, no mundo moderno, Crary (2013, p. 35) assevera que novas noções de percepção e atenção são necessárias nesse contexto

onde o indivíduo passa a estar rodeado por máquinas e novos estímulos sensoriais. O autor aborda estudos sobre a atenção e o problema enfrentados pelo indivíduo de uma sociedade contemporânea, onde sistemas tecnológicos são cada vez mais utilizados em ambientes de trabalho e doméstico. O foco deste trabalho de pesquisa é o ambiente doméstico, em que a adoção de objetos conectados se torna cada vez mais presente em lares de grandes cidades. Os estudos de Crary apontam para a relação do indivíduo em um mundo moderno e os problemas que afetam sua atenção, muitas vezes dentro de indústrias, porém, os estudos serão discutidos com a intenção de relacionar os problemas expostos com o que encontramos hoje, com a disseminação da internet das coisas, que faz surgir máquinas ao redor do indivíduo do mesmo modo que ocorreu com a indústria moderna.

O estudo da atenção nas ciências humanas, em particular pela psicologia científica, como apresentado, se deu no final do século XIX, momento em que a atenção se tornou uma questão fundamental em estudos ligados ao surgimento de um campo social, urbano, psíquico e industrial, que receberam maior volume de informações e estímulos sensoriais com o avanço tecnológico de sistemas de produção em massa.

Seria possível dizer que um aspecto crucial da modernidade é uma crise contínua da atenção, na qual as configurações variáveis do capitalismo impulsionam a atenção e a distração a novos limites e limiares, com a introdução ininterrupta de novos produtos, novas fontes de estímulos e fluxos de informação, respondendo em seguida com novos métodos para administrar e regular a percepção (CRARY, 2013, p.36)

A atenção, então, passa a ser tratada como um perigo e um problema sério da modernidade, onde novas formas de produção industrial em grande escala surgem, em que a desatenção, segundo o autor, é produzida justamente por esses métodos industriais, já que aumentam significativamente a quantidade de objetos e fontes de informação. Como já apresentado, o ser humano sempre esteve em um ambiente repleto de estímulos sensoriais, mas com o surgimento de trabalhos relacionados à dedicação da atenção em ambientes industriais, a atenção passa a ser entendida como uma atividade neutra e atemporal como a respiração ou sono, para um comportamento que segue as bases e normas determinadas pela sociedade e ambiente tecnológico moderno. Dessa maneira, o capitalismo industrial passa a exigir uma relação entre funcionário e máquina, o que seria estendido aos ambientes fora das fábricas com as máquinas informáticas:

O capitalismo industrial, que começou no século XIX, foi uma fase em que o operador humano estava ligado à máquina como objeto externo. Entretanto, com as máquinas cibernéticas e informáticas contemporâneas, a relação do homem e da máquina se dá em termos de comunicação mútua interior e não mais de uso ou de ação (DELEUZE; GUATTARI, 1997, p. 158 apud CRARY, 2013, p. 101).

Dentro do contexto cultural do capitalismo, surge a exigência constante da atenção do indivíduo, sendo então colocada como algo “natural o ato de mudar nossa atenção rapidamente de uma coisa a outra” (CRARY, 2013, p. 53). O processo de circulação de informação acelerado do capitalismo produz essa capacidade de adaptação da percepção, onde um ciclo de atenção e distração se tornam os elementos fundamentais desse processo. Como apresentado, a capacidade humana de realizar trocas entre fontes diferentes de estímulos sensoriais diminui com o avanço da idade, logo, essa aceleração do processo de exigências da atenção e distrações se tornam um maior problema dentro de uma sociedade moderna com alto nível de implementação tecnológica, exigindo a adaptação do indivíduo nesse contexto, que causam sobrecargas sensoriais.

Nordau (1892, p. 541) anteviu que o mundo moderno traria quantidades maiores de informação e, com isso, um aumento da exigência da atenção do indivíduo em um mundo conectado:

O fim do século XX, portanto, verá uma geração para a qual não será prejudicial ler dez metros quadrados de jornais por dia, ser chamado ao telefone a cada instante, pensar simultaneamente nos cinco continentes do mundo, passar metade do tempo num vagão de trem ou numa máquina voadora e [...] saberá como se sentir tranquilo numa cidade de milhões de pessoas (apud CRARY, 2013, p. 53).

A difusão de sistemas tecnológicos e o processo de circulação de informação acelerado, introduzidos pelo sistema capitalista, passam a exigir que os indivíduos tenham a sua capacidade de mudar o foco de sua atenção constantemente, como reação ao grande número de estímulos sensoriais recebidos de forma contínua pelas implementações tecnológicas, em seus lares e outros ambientes sociais, tornando esses locais em ambientes repletos de distrações. A limitação humana em manter atenção em um assunto específico foi apresentada como problema psicológico dentro desse cenário moderno, onde o indivíduo, ou o observador, como descrito por Crary, é forçado a se adaptar à contínua reconfiguração das formas de consumo desse ambiente sensorial, em que a atenção passou a ser um modo de imobilização disciplinar, já que a adaptação do sujeito às mudanças e as novidades de um mundo de consumo atuam como manipulador da percepção do indivíduo.

No final do século XX, assim como no final do século XIX, a administração da atenção dependia da capacidade de um observador se ajustar à contínua reconfiguração das formas de consumo do mundo sensorial. Por meio das diversas mudanças nos modos de produção, a atenção continuou a ser um modo de imobilização disciplinar, bem como de adaptação do sujeito às mudanças e às novidades - contanto que o consumo dessas novidades esteja subordinado a formas repetitivas (CRARY, 2013, p. 56).

A questão da atenção, em estudos anteriores a Freud, era abordada meramente como um processo de seleção e isolamento de estímulos sensoriais, Crary aponta que a difusão da concepção freudiana de atenção ajuda no entendimento onde nada é perdido, mas todos os estímulos sensoriais são recebidos com um nível moderado de atenção. Essa abordagem ajuda no entendimento do impacto gerado pelo aumento de informação e estímulos oferecidos nos ambientes modernos.

Outro motivo, que em parte é responsável por uma nova onda de pesquisas sobre a atenção, ocorre durante a Segunda Guerra, com a intenção de investigar os problemas relativos ao uso eficiente de novas tecnologias. As tecnologias então analisadas eram as recém-introduzidas pelas telas de radar. A operação desses equipamentos exigia do usuário, ou seja, do indivíduo que interagia com essa interface, ficar em um estado de alerta, para qualquer sinal que poderia surgir na tela em sua frente. Esse estado de alerta fazia com que o usuário desse sistema tivesse toda sua atenção focada na tela, para que pudesse ter uma resposta imediata a qualquer informação que representasse a aproximação de um inimigo.

[...] os problemas relativos ao uso eficiente de novas tecnologias durante a Segunda Guerra foram em parte responsáveis por uma nova onda de pesquisas sobre a atenção: a operação contínua de telas de radar por humanos exigia, por exemplo, um estado de “alerta” (CRARY, 2013, p. 57).

A introdução das telas de radar trouxe novas discussões para a questão da atenção, como foi apresentado. Atualmente, telas semelhantes a essas estão presentes em diversos dispositivos do cotidiano, entre elas, telefones móveis, televisores, sistemas de controle de temperatura, máquinas de lavar roupa e relógios, que servem como monitores que avisam o usuário para que tome alguma decisão ou execute alguma atividade. Esse modo de alerta apresentado pelo operador de radares, podemos dizer, é o mesmo que usuários de objetos conectados se colocam diariamente ao monitorar a tela de seu computador ou telefone.

A difusão dos computadores pessoais, podemos incluir todos os objetos conectados que apresentam em seu sistema embutido capacidades computacionais, podem ser entendidos como formas de fixação ou atenção forçada. Esses objetos e sua forma de fixar a atenção do indivíduo

podem ser chamados de “objetivos disciplinadores” (CRARY, 2013, p. 61) na produção daquilo que Foucault chamou de corpos dóceis:

A proliferação de produtos eletrônicos e de comunicação garante que a docilidade esteja sempre ligada a padrões intensificados de consumo, mas as formas de desintegração social acompanharam esse novo regime, geraram comportamentos (por exemplo, crianças que não conseguem aprender) que se tornaram intoleráveis para esse sistema (CRARY, 2013, p. 61).

De modo semelhante ao operador de radar, que tem um comportamento previamente estabelecido e disparado assim que uma informação específica aparece na tela, o usuário de computadores e objetos conectados pela internet das coisas pode ser observado como um indivíduo disciplinado por esses objetos, já que apresenta reações a partir de estímulos sensoriais emitidos pelos objetos conectados ao seu redor. Esse caráter disciplinador, que segundo Crary e Foucault, apresentariam corpos dóceis, precisa ser relacionado com o estado de alerta que pode, no lugar de dóceis, tornar indivíduos em seres perturbados pelo excessivo recebimento de estímulos sensoriais.

Novamente a atenção passa a ser objeto de estudo na busca pelo entendimento do impacto em indivíduos quem não apresentam a mesma maneira de focar em estímulos específicos, como seria desejado dentro de um modelo social moderno, onde sujeitos capazes de operar máquinas são necessários dentro do modelo de consumo moderno, “[...] a atenção continuou a ser decisiva para produzir sujeitos ajustados a uma ampla gama de máquinas sociotécnicas” (CRARY, 2013, p. 102).

Como exposto, na era da industrialização, em que sistemas de produção são automatizados por máquinas, o trabalho do indivíduo, na relação homem-máquina, passa a ser o trabalho cerebral no lugar de uma atividade corporal, antes executada por esse trabalhador. Essa automação transforma o trabalho do indivíduo em uma atuação baseada na observação, onde o monitoramento e regulação de telas e painéis são necessários para a tomada de decisões, como operar controles, por exemplo. Assim como a relação do indivíduo com o trabalho é modelada a serviço de sua função em observar a máquina, a relação do indivíduo e seu espaço de moradia podem sofrer mudanças na sua relação com a máquina que se torna presente.

Para entender essa nova relação homem-máquina, agora em seu ambiente doméstico, a relação da internet das coisas necessita ser abordada como um problema atual, onde o ambiente doméstico, que era o lugar de repouso, pretende oferecer exigências semelhantes que os operadores de máquinas em uma indústria precisam dedicar ao monitorar e executar tarefas específicas, de acordo com os estímulos que recebem das máquinas. Podemos separar essas

duas atividades, a produção industrial e o descanso desse operador, como trabalho e lazer. Essa separação entre trabalho e lazer, era algo nítido, já que o trabalho, mesmo sendo uma atividade cognitiva, se encerrava no momento em que o operário terminava sua jornada de trabalho. Crary afirma que o final do século XIX viu uma colonização implacável do tempo livre, por conta das configurações tecnológicas contemporâneas.

No final no século XX, podemos notar uma divisão cada vez menos clara entre o trabalho e o lazer, como descrito por Crary, o “consumo de eletrônicos não só demoliu o pouco que restava da distinção entre lazer e trabalho, como, em muitos aspectos da vida social ocidental, passou a determinar como habitamos a temporalidade” (CRARY, 2013, p. 103). Alguns dos problemas relatados pelo autor, durante a industrialização, poderiam ser atribuídos ao problema da atenção que a distribuição da computação em ambientes domésticos pode causar ao indivíduo, ou seja, a distinção entre trabalho e lazer está cada vez mais difusa, já sua conexão com o trabalho pode ocorrer vinte e quatro horas por dia e sete dias por semana.

No entanto, não podemos entender que o usuário que interage com objetos conectados seja o mesmo observador proposto por Crary, já que a tecnologia presente em objetos conectados é outra, e os objetivos desse usuário são outros. Porém, algumas relações entre os problemas de atenção apontados podem ser relacionadas aos possíveis problemas de atenção que indivíduos poderão enfrentar com a conexão de objetos e ambientes domésticos com a internet, que passam a multiplicar os estímulos sensoriais e fontes de informação desses ambientes. Para isso, faz-se necessária a discussão sobre como as novas tecnologias alteram a percepção de um ambiente que poderia ser chamado de perturbador, ou seja, que emita diversas novas formas que buscam a atenção do usuário, ou um ambiente calmo, onde o indivíduo possa dedicar sua atenção de maneira consciente, sem que seja bombardeado por sinais que buscam atrair sua atenção. Com a intenção de entender como essas tecnologias podem ser aplicadas em um ambiente sem a exaustiva necessidade de dedicação de atenção pelo usuário, será abordada a pesquisa conduzida por Mark Weiser e John Seely Brown, em 1991, que buscava propor maneiras de aplicar a então recente computação ubíqua, sem que isso causasse uma demasiada exigência de atenção, que é a pesquisa denominada de Tecnologias Calmas, termo que será melhor definido e analisado nos capítulos seguintes.

2.3 A atenção, a computação distribuída e a Tecnologia Calma

Conforme exposto, com o surgimento da industrialização, o problema da atenção na modernidade se tornou um tema recorrente para entender como a relação do indivíduo que trabalhava na indústria dedicava sua atenção no monitoramento de painéis e executava comandos, caso recebesse um estímulo específico como resultado de algum estado das máquinas ao seu redor. Com a evolução tecnológica pós era industrial, a computação se tornou acessível com a queda nos custos de produção e redução de seu tamanho, sendo possível aplicar capacidades computacionais a objetos do cotidiano, como o que é oferecido pela tecnologia da Internet das Coisas, que é a capacidade de conectar objetos à internet, da mesma maneira que é feito com os tradicionais computadores.

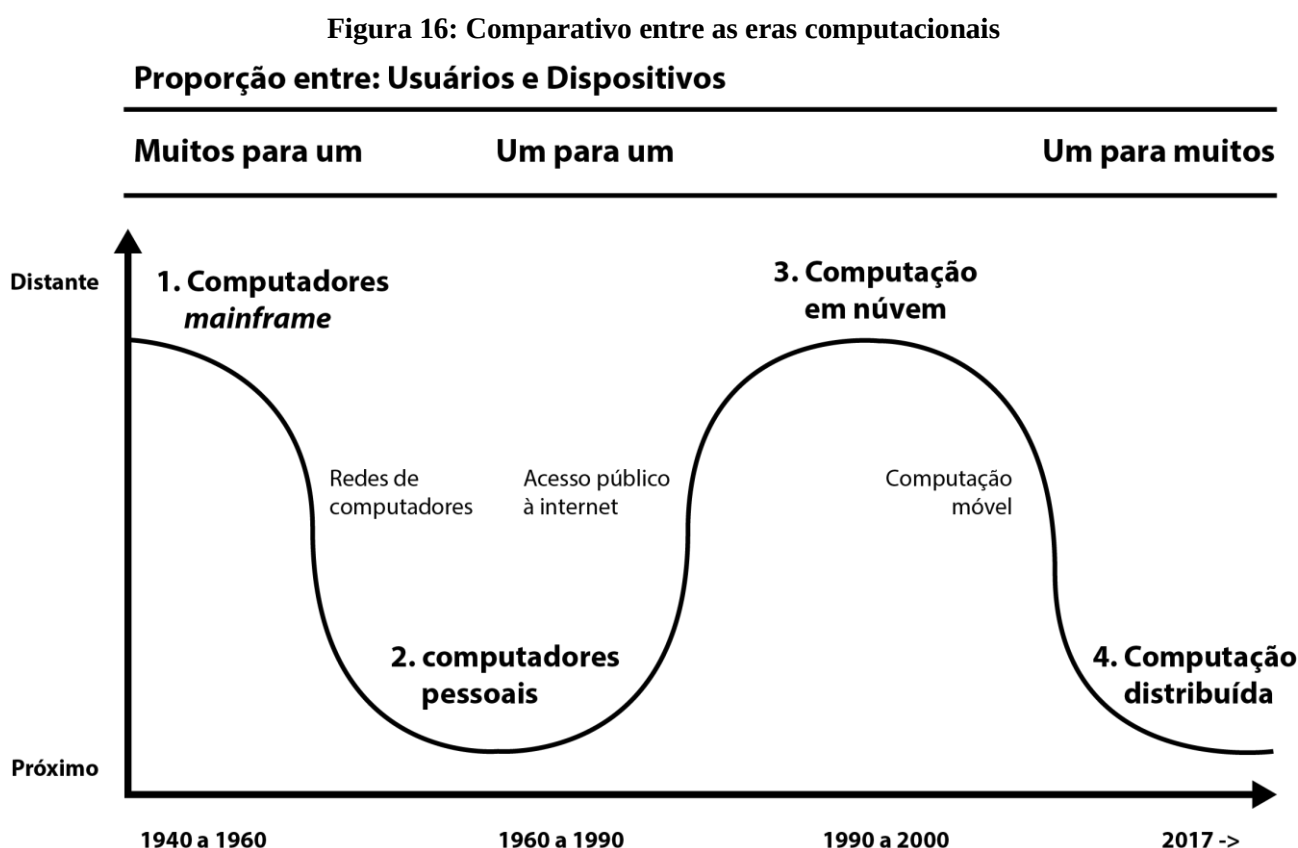
O uso de dispositivos computacionais, que desde os anos 1940 e 1960, a chamada era ou onda *mainframe*, tem se tornado ferramentas comuns no cotidiano das pessoas de grandes centros urbanos. A era do *mainframe* é caracterizada pelo uso compartilhado de grandes computadores, onde um usuário utiliza um terminal para executar tarefas nesses grandes centros de processamentos. Após terminar sua tarefa, a pessoa libera o terminal para o uso de outra pessoa. Nesse momento, podemos dizer que a interação, entre homem e máquina, era de várias pessoas para um único computador.

Os anos 1960 e 1990 é marcado como o período da computação que ficou conhecido como a era da computação pessoal ou *desktop computing*. Com a redução do tamanho dos computadores e, com isso, a redução do custo de fabricação e venda, os computadores se tornaram pessoais. A interação entre usuário e computador passa de muitos usuários para um usuário para cada computador. Claro que os computadores nesse momento ainda poderiam ser compartilhados, principalmente em centros acadêmicos e domésticos, mas a relação entre usuário e computador se torna mais próxima.

A terceira onda, ou era computacional, ocorre a partir dos anos 1990, que ficou conhecida como computação em nuvem ou SaaS (*Software as a service*). Essa era computacional também é marcada pela mobilidade, já que os dispositivos móveis como celulares e *tablets* recebem capacidades computacionais similares aos computadores de mesa, e seu custo, muitas vezes, mais acessível do que aos computadores, se tornam as principais ferramentas de comunicação e acesso à informação.

Definida como a quarta onda computacional, a era da computação distribuída, ou seja, os computadores estariam pelas cidades e ambientes domésticos através de objetos e ambientes

conectados, teve seu início no ano de 2016, com a popularização do termo Internet das Coisas, já abordado no capítulo anterior desta pesquisa. Podemos observar na figura 16 a representação das quatro eras da computação, assim como seus respectivos períodos.



Fonte: Case, 2016. (Tradução e adaptação livre do autor).

Podemos notar no gráfico que na primeira onda, dos computadores do tipo *mainframe*, existia uma relação entre usuários e computadores de “muitos para um”, em que muitos usuários compartilhavam esses terminais, geralmente em ambientes acadêmicos. Já na segunda onda computacional, entre os anos 1960 a 1990, os computadores se tornaram pessoais graças à redução dos custos de fabricação desses sistemas. Ao se tornarem pessoais, a relação entre usuário e máquina era de “um para um”, mesmo que fossem ainda equipamentos não acessíveis para a maioria das pessoas, mais lares recebiam esses equipamentos e mesmo sendo de uso familiar, a interação ocorria, principalmente, com uma pessoa por vez interagindo com os computadores.

Uma grande mudança pode ser percebida durante a terceira onda, que ocorre entre os anos 1990 e 2000, como é descrito no gráfico. Neste período, surge a computação em nuvem, que assim como na era dos computadores do tipo *mainframe*, novamente os grandes centros de

processamento da informação ficam distantes do usuário. A computação em nuvem permitiu que dispositivos com baixo poder de processamento, mas capazes de se conectar à internet, pudessem utilizar os computadores remotos para processar e armazenar grandes volumes de dados. Esse tipo de relação entre os dispositivos possibilita a rápida adoção da computação móvel, que para manter baixos os custos, eram oferecidos com capacidades de armazenamento de informação e processamento reduzidos. Entre os dispositivos móveis, temos os *smartphones*, dispositivos cuja principal função é sua conectividade sem fio que permite acesso a serviços *online*.

A era da computação distribuída, ou a era da computação ubíqua ou *Ubicomp*, definida por Weiser, em 1996, também como a quarta era da computação, permitiria que objetos fossem conectados em uma rede informacional, onde muitos computadores passariam a atender a cada usuário, estando presente em todos os lugares e em objetos do cotidiano, passando de vários usuários para um computador, para um usuário atendido por diversos sistemas computacionais.

Atualmente, vivemos um período da computação que pode ser chamado de a quarta onda, ou, a era da computação distribuída. Nesse período, temos a relação humano-máquina novamente modificada, chegando à relação de “um para muitos”, ou seja, o momento em que um usuário interage com diversos dispositivos computacionais. Vemos, então, nesse cenário, algo inverso do que foi proposto por Vilém Flusser sobre o que teria ocorrido com relação do homem com o aparelho, que se torna máquina, na passagem pela revolução industrial. “Antes da revolução industrial, os instrumentos cercavam os homens; depois, as máquinas eram por eles cercadas” (FLUSSER, 1985, p.14). Vemos nesse modelo proposto pela computação distribuída, que a relação humano-máquina novamente é alterada, após a visão de Flusser sobre homens rodeando as máquinas, vemos, assim, as máquinas rodeando o homem novamente.

Com a computação distribuída, sistemas computacionais presentes em objetos do cotidiano, a exigência de atenção exigida por esses dispositivos pode ser ampliada da mesma maneira que a quantidade de dispositivos computacionais aumenta. Para Amber Case (2016) e Weiser e Brown (1995), se os computadores estiverem presentes em todos os lugares, eles devem ser projetados para não ficar no caminho das tarefas do indivíduo, precisam oferecer interações que não exijam sua atenção de maneira constante.

A computação distribuída também é mencionada como “*ambient computing*” (McEWEN, 2014, p. 22), ou como também cunhado por Mark Weiser e John Seely Brown, como a “*calm technology*” (WEISER, 1991), em português, a Tecnologia Calma. O termo Tecnologia Calma refere-se a sistemas e ambientes que não tomam atenção do usuário de

maneira constante ao serem aplicados em ambientes.

O cenário proposto por Weiser é que a Tecnologia deveria ser “Calma”, ou seja, a relação entre humano e tecnologia deveria ser projetada para que a interação ocorra sem que a atenção do usuário seja constantemente exigida. As informações do ambiente e dos objetos conectados, que estariam ao redor do indivíduo, poderiam oferecer informações e ainda assim permanecerem em segundo plano, ou como o próprio Weiser denomina como a periferia da atenção. Para o autor, após o indivíduo ter se sintonizado com a informação oferecida pela tecnologia através de sua atenção periférica, a informação poderia ser movida para a atenção central do usuário, caso fosse necessário, mas, caso contrário, permaneceria calmamente na atenção periférica do usuário. Essa capacidade de oferecer informação sem que ela tome totalmente a atenção do indivíduo pode ser descrita como uma tecnologia “que informa, mas não exige nosso foco ou atenção”, como definido por Weiser e Brown (1995).

Desse modo, a computação distribuída, com a aplicação dos conceitos da Internet das Coisas, em uma Tecnologia Calma, é um desafio fundamental de como a interação com esses objetos conectados seria proposta. O conceito de Tecnologia Calma pode ser retratado como algo não intrusivo e que não exija constante atenção do usuário, assim como está integrada ao ambiente e ao contexto do usuário, podendo, assim, se tornar calma e desaparecer ao redor do indivíduo neste ambiente.

A intenção apresentada de fazer a tecnologia desaparecer está no sentido de não exigir a atenção a todo instante, como um relógio de parede, que pode ser utilizado como um exemplo de tecnologia que desaparece. O dispositivo é, de certa forma, ignorado, já que parece fazer parte do ambiente e não exige atenção até o momento em que o interesse em saber as horas faz o relógio se tornar relevante, focalizando a atenção para obter a informação das horas e, logo em seguida, a atenção é centralizada para a tarefa anterior ou para outro estímulo. O relógio está integrado ao ambiente; está de certa forma invisível no sentido de não exigir atenção, ou como proposto por Weiser, o objeto está calmo. O contrário poderia ser dito, caso esse mesmo relógio emitisse algum som ou luzes a cada minuto, nesse caso, teríamos um objeto ou uma tecnologia exaltada.

Weiser afirma que a necessidade de a tecnologia desaparecer é uma necessidade também de tornar essa ferramenta ainda mais útil, já que para o autor, uma ferramenta útil é uma ferramenta invisível. Invisível pode ser entendido como “uma ferramenta que não se intromete em sua consciência” (WEISER 1993), posto que nessa aplicação a concentração está focada na tarefa, não na ferramenta. O exemplo de uma ferramenta que não interfere na atenção,

mas sim, permite ao usuário focar na atividade, podem ser os óculos, onde quem utiliza essa ferramenta olha para o mundo, não para os óculos.

A visão de uma tecnologia não intrusiva, calma, pode não ser considerada algo novo, pois há séculos convivemos com algo que poderia ser percebido como uma Tecnologia Calma, a eletricidade. A ideia de considerar a eletricidade como uma Tecnologia Calma está somente no fato de que a eletricidade está ao nosso redor, em segundo plano, enquanto não exige nossa atenção. Essa relação da eletricidade com a Tecnologia Calma está presente somente em seu funcionamento, como foi dito, não com o tipo de informação que pode ser transmitida pela eletricidade.

Objetos embutidos de sensores e atuadores e conectados à internet exigem uma nova abordagem para a tecnologia, já que embora o número de alertas em disputa por nossa atenção tenha aumentado, a quantidade de atenção que temos permanece a mesma (CASE, 2016). As reflexões apresentadas pelos autores sobre a necessidade em integrar computadores de forma transparente ao ambiente do usuário são, em geral, antagônicas às tendências atuais de portabilidade e da alta oferta de produtos conectados através da Internet das Coisas. Tornar a computação integrada ao ambiente e contexto do usuário não significa apenas ter computadores que podem ser levados para outros lugares, mesmo com dispositivos portáteis com acesso à internet, esses dispositivos ainda focam a atenção em uma única caixa.

Uma boa ferramenta é uma ferramenta invisível. Por invisível, quero dizer que a ferramenta não se intromete em sua consciência; Você se concentra na tarefa, não na ferramenta. Óculos são uma boa ferramenta - você olha para o mundo, não para os óculos. O cego batendo na bengala sente a rua, não a bengala. É claro que as ferramentas não são invisíveis em si mesmas, mas como parte de um contexto de uso. Com bastante prática podemos fazer muitas coisas aparentemente difíceis desaparecer: meus dedos sabem os comandos de edição que minha mente consciente há muito esqueceu. Mas boas ferramentas aumentam a visibilidade do mundo. Mas boas ferramentas melhoram a invisibilidade (WEISER, 1993, tradução e adaptação do autor).¹

Pode-se entender como Tecnologia Calma, a tecnologia que permite aos usuários monitorar informações sem a dedicação total de sua atenção à fonte de informação, enquanto, ao mesmo tempo, a concentração pode ocorrer instantaneamente, se for desejada pelo usuário.

¹ A good tool is an invisible tool. By invisible, I mean that the tool does not intrude on your consciousness; you focus on the task, not the tool. Eyeglasses are a good tool -- you look at the world, not the eyeglasses. The blind man tapping the cane feels the street, not the cane. Of course, tools are not invisible in themselves, but as part of a context of use. With enough practice we can make many apparently difficult things disappear: my fingers know vi editing commands that my conscious mind has long forgotten. But good tools enhance invisibility (WEISER, 1993).

Esse tipo de estado de “alerta”, que é proposto com a Tecnologia Calma, muito se assemelha com o observador, apontado por Crary. Weiser defende que a tecnologia precisa ficar localizada na atenção periférica, ou seja, em um estado de vigília pelo indivíduo e, caso alguma informação lhe desperte o interesse, a sua atenção é movida para aquele estímulo.

Para traçar maiores relações entre o que é proposto por Weiser, frente aos problemas da atenção na modernidade, apontados por Crary, faz-se necessário abordar os conceitos de atenção central e periférica apresentados no artigo “*Designing Calm Technology*”, de Weiser, assim como os chamados sinais e princípios para a Tecnologia Calma, propostos por Amber Case nas páginas seguintes.

2.3.1 Atenção central e periférica

O uso do termo “periferia” ou atenção periférica, como adotado nesta pesquisa, é utilizado por Weiser para nomear o estado em que estamos sintonizados a uma fonte de informação sem explicitamente dedicar atenção somente a este estímulo, mas sim, a diversas outras, em conjunto. Brown e Weiser (1995) definem “*the periphery*” como o tipo de atenção que damos para atividades cotidianas onde nosso foco e atenção não são exigidos para sua execução. Ao dirigir um carro por uma estrada, por exemplo, a atenção do motorista está centrada na condução do veículo, ao mesmo tempo que seu estado de alerta permite perceber caso algum ruído incomum surja. Caso esse ruído, ou alguma outra informação de que algo está errado seja percebida pelo motorista, sua atenção central é direcionada para o ruído ou outro estímulo que tenha causado estranhamento.

Essa transição de uma informação para o foco de atenção do usuário evidencia que as informações ao redor estão sendo monitoradas pela atenção periférica, mostrando que estávamos sintonizados com as informações geradas ao seu redor. Para os autores, qualquer informação que está na periferia, que pode ser alguma informação não relevante para o usuário executar suas tarefas, pode se tornar o centro da atenção a qualquer instante, se tornando uma informação crucial para a tomada de decisão do usuário.

Do ponto de vista dos autores, a tecnologia se torna calma assim que seu estímulo é direcionado à atenção periférica e pode ser novamente direcionado para a atenção central.

Essa transição da informação entre a atenção central e periférica é um princípio fundamental para a Tecnologia Calma, defendido pelos autores, já que ao utilizar a atenção

periférica, o indivíduo poderia sintonizar muitas coisas, além do que poderia se tudo tivesse que estar no centro de sua atenção, posto que as informações localizadas na atenção periférica são sintonizadas pela grande parte do cérebro que é dedicada ao processamento periférico (sensorial), assim, a periferia estaria sendo informada sem sobrecarga do sistema cognitivo, como apresentado por Weiser e Brown (1995).

A possibilidade de aumentar o alcance do indivíduo à informação com a atenção periférica possibilitaria oferecer mais detalhes através dessa atenção, e isso seria um dos principais pontos da Tecnologia Calma. Dessa maneira, quando o alcance da atenção periférica fosse aumentado, o conhecimento e, assim, a habilidade de agir sem aumentar a sobrecarga de informação do indivíduo, seria também expandido.

Ao propor permitir mover facilmente informações da atenção periférica para a atenção central, para os autores, a capacidade de sintonizar mais mensagens seria ampliada, em comparação, se fosse necessário centralizar a atenção em todo tipo de informação. As Tecnologias Calmas deslocariam o foco de atenção para a atenção periférica, dessa maneira, diminuindo a carga cognitiva exigida durante a interação com a tecnologia.

Uma tecnologia seria calma quando essa passasse a oferecer percepções através da atenção periférica, o que pode aumentar as possibilidades em interagir com vários sistemas sem causar sobrecarga de informações. Esse tipo de interação apresentada propõe que o número de interações simultâneas com sistemas interativos seja aumentado, como forma de incremento de produtividade desses indivíduos. Como já abordado, o termo multitarefa é aplicado com a intenção de descrever sistemas capazes de executarem tarefas simultâneas, dessa maneira, sendo mais eficientes. Ao ser proposto que a atenção periférica seja utilizada para receber informações de mais sistemas interativos, ao mesmo tempo, a Tecnologia Calma, proposta por Weiser, busca aumentar o nível de produtividade de indivíduos, dado que esses poderiam interagir com mais sistemas computacionais.

A tenacidade que é a capacidade em dedicar a atenção voluntária em certo objeto ou estímulo sensorial, por determinado tempo, que também pode ser descrita como de concentração, apresenta-se como um problema para o modelo proposto por Weiser. A figura 17 mostra como um dispositivo captura a atenção do indivíduo médio durante um determinado período, após esse período, a atenção dedicada àquele dispositivo é reduzida, chegando ao ponto em que a atenção é exigida novamente.

Figura 17: Gráfico de atenção



Fonte: Case, 2016. (Tradução e adaptação livre do autor).

No gráfico de atenção apresentado, é demonstrado como a atenção do usuário é relativamente alta ao colocar uma chaleira no fogo, mas a mesma é esquecida ao se afastar. Quando a chaleira avisa sonoro, toda a atenção do usuário é direcionada para a chaleira, onde a tarefa necessária é tirá-la do fogo.

Apesar de um exemplo simples, o diagrama representa a relação entre a tenacidade e o foco da atenção, a chaleira não emite de forma constante algum estímulo para a atenção periférica, mas o próprio sistema emite um alerta caso seja necessária a atuação do indivíduo. Dessa maneira, não necessariamente alguma informação precisa ser informada para a atenção periférica do indivíduo como proposto por Weiser.

2.3.2 Sinais de Tecnologia Calma

Duas características são apresentadas por Weiser para evidenciar uma Tecnologia Calma. A primeira é uma interação que se move facilmente do centro para a periferia da atenção e de volta para a periferia. A segunda característica da Tecnologia Calma seria a capacidade de aumentar nosso alcance periférico, transferindo mais detalhes para a atenção periférica. Para Weiser, a tecnologia pode nos oferecer informações e nuances de outras formas, sem exigir a atenção constante.

Mesmo com a vantagem de não carregar a atenção do usuário, nem toda tecnologia precisa ser calma, como o caso de um jogo eletrônico que tem como proposta entreter e exigir a atenção constante do jogador. Porém, o design de aplicações, que exigem a atenção constante, precisa considerar o contexto de uso, assim é necessário que o design seja projetado

considerando o ambiente de uso onde o indivíduo irá interagir com a diversidade de objetos conectados em seu ambiente sem a exigência constante de sua atenção.

2.3.3 Exemplo de Tecnologia Calma: Dangling String / LiveWire

Dangling String / LiveWire (Figura 18) é um exemplo de Tecnologia Calma introduzido por Weiser, que o considerou uma representação importante por evidenciar o valor estético e capacidade de fornecer informação para a atenção periférica.

Figura 18: *Dangling String / LiveWire*: Exemplo de Tecnologia Calma. A câmera está posicionada perto do chão e está apontada para cima. A placa escrito “Caution” está na parede e o fio plástico preso no teto.



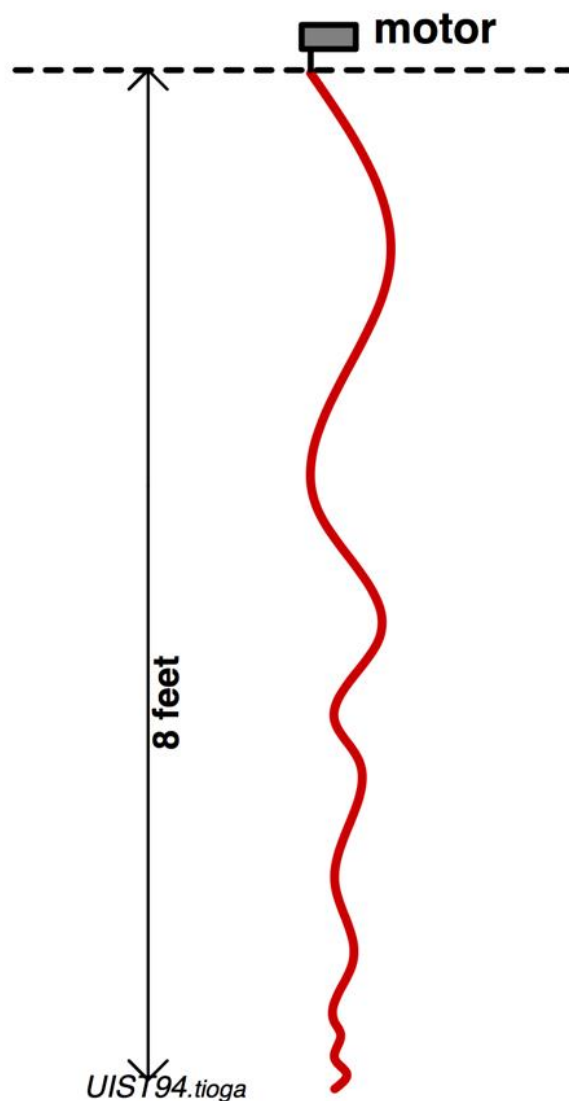
Fonte: Weiser; Brown, 1995.

A instalação “*Dangling String*”, da artista Natalie Jeremijenko, utiliza 2,5 metros de um fio plástico preso por um pequeno motor elétrico fixado no teto. O motor está conectado a um cabo *ethernet*, um tipo de cabo utilizado para a conexão de computadores em rede, de modo que cada bit de informação que transita pelo cabo reflete em uma pequena contração do motor. Se a rede tiver um grande fluxo de dados, o fio gira em uma velocidade alta, propiciando um ruído característico. Caso o fluxo de dados da rede seja menor, o motor gera pequenas vibrações que resulta em menores vibrações com maior intervalo de tempo.

Acompanhar o tráfego de uma rede é possível pelo uso de interfaces repletas de informações que exigem interpretação e atenção. A instalação de Jeremijenko permite o

alcance, através da atenção periférica, ao fluxo de dados de uma rede, antes acessado somente por interfaces específicas. Ao utilizar um objeto do mundo físico, o fio plástico, a interpretação de fluxos de bits de uma rede se torna mais acessível e exige menor esforço para a percepção de uma rede congestionada ou em estado de baixo trânsito de dados, já que transforma esse tráfego em uma representação visual animada e com um ruído específico.

Figura 19: Representação da instalação Dangling String / LiveWire de Natalie Jeremijenko



Fonte: Weiser; Brown, 1995.

A figura 19 é uma representação da “*Dangling String* / LiveWire de Natalie Jeremijenko, onde o motor responsável pela movimentação do fio está localizado no teto. Ao receber dados que passam pelo cabo de rede, o motor gira de acordo com a quantidade de energia que circula pela conexão, executando um movimento que é transmitido para o fio.

2.3.4 Princípios da Tecnologia Calma

O principal fundamento que pode ser extraído do conceito proposto por Weiser é a questão de oferecer informações que não atuem como sistemas em disputa pela atenção do indivíduo. Para oferecer interações para ambientes conectados, que possam ser consideradas calmas, Case (2016) apresenta princípios que podem ser destacados como fundamentos para a construção de interações com a tecnologia em ambientes conectados, contudo, esses princípios não são destacados como regras, assim como não se faz necessário o uso de todos os princípios em um mesmo projeto. A escolha de qual princípio ficará em evidência deve partir do objetivo do projeto e principalmente das necessidades do usuário e de seu contexto de uso. Assim como princípios de usabilidade, que serão abordados no próximo capítulo, ao projetar ou conectar objetos já existentes, através dos conceitos como Computação Ubíqua e Internet das Coisas, o designer responsável pode levar em consideração alguns princípios específicos para o desenvolvimento de ambientes conectados e interativos, como proposto neste trabalho, para oferecer interações calmas em ambientes conectados.

2.3.4.1 - A tecnologia deve exigir a menor atenção possível

De maneira ideal, a tecnologia deveria nos permitir trocar nosso foco de atenção brevemente, pegar a informação que precisamos, e trocar novamente a atenção, permitindo assistir e dar atenção para mais coisas em nosso ambiente sem sobrecarga de informação, possibilitando informar o usuário sem interromper ou distraí-lo de sua tarefa principal. Os dispositivos conectados com que interagimos, como televisores, *smartphones*, e objetos conectados, são projetados para oferecer interações que exigem do usuário focar toda sua atenção para receber alguma informação útil. A atenção ainda não é uma consideração generalizada no design, porque não era uma questão tão crucial na era da área de trabalho que

definia muito do que sabemos sobre a interação homem-computador. Em alguns casos, os objetos conectados podem informar de maneira calma, usando luzes ou outras formas de alertar o usuário. Em alguns momentos, um ruído ou um som podem ser usados como alertas, mas o ambiente onde este objeto será utilizado deve ser levado em consideração. A vibração também pode ser utilizada como alerta ao usuário caso o ambiente tenha ruídos elevados, e indicadores de som podem não ser notados pelo usuário. Da mesma maneira, a escolha do tipo de informação sonora deve ser considerada caso seja a melhor maneira de informar o usuário, mas que o ambiente de interação seja calmo.

2.3.4.2 - A tecnologia deve informar e criar a calma

A tecnologia pode criar calma ao informar de maneira clara ao usuário que o sistema está funcionando bem, mesmo sem a interação do usuário, e somente irá transmitir algum alerta quando for necessária a interação ou para simplesmente entregar uma informação importante para o usuário. A maioria das informações que vem de dispositivos pode ser apresentada de forma calma, essa maneira de apresentar a informação depende do design de interação do sistema. Também deve ser levado em consideração o contexto do usuário, se o ambiente será barulhento ou silencioso, se a informação é privada ou pública, com a intenção de informar e exigir a atenção do usuário somente quando for necessária sua interação ou recebimento de informação.

2.3.4.3 A tecnologia deve fazer uso da atenção periférica

Uma experiência calma ocorre quando o usuário está executando uma tarefa primária e um alerta aparece em sua periferia, como a luz do painel do carro, que indica que é necessário abastecê-lo. Esses mostradores são exemplos de como podemos receber informações além da tarefa principal que, como informa o exemplo, é dirigir, já que uma experiência calma não exige toda a sua atenção. A periferia de nossa atenção nos permite focar a atenção em diferentes fontes de informação de uma vez só, e através da chamada percepção de alta resolução, localizada em frente aos nossos rostos, diretamente na linha da visão. Quanto mais próxima da lateral da visão a informação estiver, menor será a resolução percebida pela visão. Ouvir sons,

ver formas e sentir objetos é possível sem precisar focar diretamente a atenção nesses objetos, que podem ser percebidos periféricamente.

2.3.4.4 A tecnologia deve amplificar a capacidade da tecnologia e da humanidade

Computação afetiva é um campo da informática que estuda a relação da tecnologia com a influência às emoções ou outros fenômenos afetivos pelos seus usuários. Esse ramo da computação utiliza conhecimentos em áreas como sociologia e inteligência artificial para construir sistemas que sejam capazes de oferecer interações de acordo com o estado emocional do usuário, com a intenção de oferecer experiências que sejam adaptadas ao estado emocional do usuário. Este princípio defende que a tecnologia deve amplificar as capacidades das partes envolvidas na interação homem-computador (HCI). A atividade principal de uma pessoa, ao interagir com um computador, deve ser atuar como um ser humano, e não atuar como um computador. Atuar como um humano, para Case, compreende as atividades como busca por alimento, diversão e conexões sociais, que pode ser entendido como melhorar o ambiente em que se vive, participar de sua comunidade, e conviver com amigos e família. Outro ponto apresentado pela autora é o reconhecimento de contextos, pois, para ela, humanos entendem o contexto em que estão inseridos, já computadores não podem fazer o mesmo, a menos que sejam programados por humanos para fazer isso. A maior dificuldade nesse entendimento do contexto que se está inserido é a dificuldade em um computador reconhecer objetos. Esse princípio apresentado tem como principal fundamento o fato de que interfaces computacionais não servem para conectar pessoas com a tecnologia, mas sim, conectar pessoas com outras pessoas. Portanto, o foco de interfaces e objetos conectados deve ser o de oferecer tecnologias que amplifiquem as tarefas que os humanos podem fazer melhor, e que os computadores não podem ser programados para fazer.

2.3.4.5 A tecnologia pode se comunicar, mas não precisa falar

Mesmo se tornando comum, o uso de voz como modelo de interação deve levar em consideração alguns pontos para que garanta que a tecnologia exija o menor esforço e atenção do usuário. Assim como as interfaces visuais, as interfaces baseadas em voz exigem alta atenção

por parte do usuário, tanto para receber informação, quanto para dar algum comando ao sistema. Como apresentado anteriormente, um dos fundamentos para uma Tecnologia Calma é exigir o menor esforço e atenção para o usuário. O reconhecimento de voz do usuário exige um ambiente silencioso para o usuário dar instruções ou pedir informação e o uso da voz como entrada de instrução deve ser utilizado somente quando for absolutamente necessário, já que exige alta atenção do usuário. O uso de voz como interação faz sentido em condições controladas, como em momentos em que as tarefas são simples e não é necessário o usuário transmitir muita informação, como por exemplo, sistemas de GPS, que usam a voz para dar instruções simples como em qual rua virar ou o tempo estimado para sua chegada. Alguns *smartphones* que usam interação por voz tomam vantagem de informações pré-informadas ao sistema, como o endereço da casa do usuário. Para receber informações de como chegar à casa, o usuário pode simplesmente dar o comando “como chegar em casa?”. Se o sistema já tem a informação do endereço da casa do usuário, essa interação será simples o bastante para exigir o menor esforço para o usuário interagir utilizando sua voz.

2.3.4.6 A tecnologia deve funcionar mesmo quando falha

Esse princípio defende que o sistema interativo deve oferecer caminhos paralelos e funções redundantes, para o caso de uma falha no sistema, para que ainda assim, o usuário consiga prosseguir com a tarefa e não tenha sua experiência impactada pela instabilidade de conexão com a internet. Dessa maneira, esse princípio busca atender às necessidades básicas que um sistema possa oferecer mesmo com limitações de conexão e eletricidade, oferecendo possíveis recursos, mesmo que limitados, ao usuário, para isso, questões técnicas como a existência de baterias de emergências, ou simplesmente, o sistema se recuperar de um erro e ainda resgatar as informações previamente oferecidas pelo usuário.

2.3.4.7 A quantidade ideal de tecnologia é o mínimo necessário para resolver o problema

Este princípio defende a busca pela simplicidade do sistema, utilizando somente a quantidade necessária de recursos tecnológicos, sendo o trabalho de um designer tornar uma interação simples através da remoção de funcionalidades desnecessárias até o ponto onde nada

mais possa ser retirado e ainda garantir uma boa experiência de uso. O princípio apresentado se apropria de conceitos já aplicados pelo Design, como a busca pela simplicidade na execução de um projeto. John Maeda, designer que atua na combinação entre design e tecnologia, assegura que “a maneira mais simples de alcançar a simplicidade é por meio de uma redução conscienciosa” (MAEDA, 2007, p.7). Essa redução conscienciosa apresentada, assim como o próprio princípio para uma tecnologia calma, se afirma em fundamentos do design como o proposto por Dieter Rams, que um bom design é o menor design possível.

2.3.4.8 A tecnologia deve respeitar as normas sociais

O desaparecimento de uma tecnologia no ambiente está ligado diretamente com as normas sociais do local onde as pessoas interagem com aquela tecnologia. Pode-se considerar que uma tecnologia, para ter sua aceitação social, pode levar tempos diferentes para cada tipo de tecnologia. O uso de *smartphones* em grandes cidades, como São Paulo, é algo comum e não desperta curiosidade ou como sendo algo incomum, porém, a atitude de ficar em espaços públicos tocando na tela de um telefone móvel era algo ainda não aceito há 10 anos. A aceitação de uma nova tecnologia, pelas pessoas, passa pela definição de algo trivial, algo comum para a maioria, essa aceitação pode levar tempos diferentes em um processo gradual. A interação com a tecnologia deve levar em consideração se a forma de interação já é algo aceito como normal pela sociedade que será aplicada à tecnologia, para que as pessoas possam aceitá-las como algo comum e assim tornarem parte do ambiente que estão aplicadas.

Ao propor sua visão de Tecnologia Calma, Weiser estava inserido em um contexto tecnológico diferente do que é vivido com a adoção da Internet das Coisas. No momento em que o autor escreveu sobre as maneiras que a tecnologia poderiam se comportar, o autor estava considerando apenas a distribuição da computação, não a conectividade presente nos objetos que constituem a Internet das Coisas, que já foi abordada neste trabalho de pesquisa. Atualmente, esse cenário se torna mais complexo com o uso de conexões sem fio aplicadas aos objetos, o que torna a relação entre indivíduo e esses aparelhos não somente presencial, mas existe agora a possibilidade desses objetos exigirem a atenção do indivíduo mesmo quando a distância.

A partir dos conceitos propostos por Weiser e Case, serão abordados fundamentos para a construção de sistemas interativos que ofereçam uma boa experiência de uso, para isso, alguns

autores como Donald Norman e Jakob Nielsen serão apresentados no capítulo a seguir, bem como os conceitos para a construção de sistemas interativos e objetos conectados.

CAPÍTULO 3 – EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

Neste capítulo serão apresentados os fundamentos do Design de Experiência do usuário, termo utilizado para descrever a abordagem em que os pontos de contato entre o usuário e um produto são projetados para oferecer a melhor experiência de uso. Para isso, será apresentada a definição do termo UX que foi estabelecido por Donald Norman e, na sequência, as disciplinas de Design de interação, Design visual e *Interusabilidade*, que serão descritas para uma análise da interação com a Tecnologia Calma, assim como os paradigmas dessa forma de interação. Outros conceitos propostos por Norman, como *affordance* e heurísticas de usabilidade, propostos por Nielsen, estão presentes no texto como parâmetros para análise da interação com tecnologias calmas que será realizada no quarto capítulo, onde aplicações serão analisadas com base nesses fundamentos.

Com o surgimento de novas ondas de desenvolvimento tecnológico, nos anos 90 – redes, computação móvel e sensores infravermelhos –, a criação de uma diversidade de aplicativos para todas as pessoas tornou-se uma possibilidade real e todas as atividades realizadas com computadores começaram a ser vistas como áreas que podiam ser melhoradas e ampliadas. O termo *User Experience* (UX) e *Design e Human-computer Interaction* (HCI) emergiram durante essa época em que os computadores pessoais se tornaram presentes na vida das pessoas. O termo UX foi definido por Donald Norman, enquanto era vice-presidente no *Advanced Technology Group* na Apple. Donald Norman é co-fundador do Nielsen Norman Group, um grupo focado na consultoria em usabilidade. Também faz parte desse grupo Jakob Nielsen, responsável pelas heurísticas que serão apresentadas nas páginas seguintes. Para Donald Norman, *User Experience* engloba todos os aspectos da interação do usuário final com a empresa, seus serviços e seus produtos.

Para Donald Norman, a experiência de uso de um produto vai muito além da interação direta com o produto, para ele, a experiência com um produto ocorre desde a compra em uma loja até o momento em que o usuário tenta retirar o produto da caixa ao chegar em sua casa. Norman define todo o contato do usuário com o produto relacionado a sua experiência de uso. Para Claire Rowland (2015), a experiência no uso de computadores mudou radicalmente nos últimos 10-15 anos, para a autora, muitas de nossas interações com sistemas computacionais ocorrem em telefones móveis, tablets, *e readers* e *smart TVs*, e essa interação ocorre de diferentes maneiras, de acordo com o dispositivo em uso. O primeiro requisito para uma experiência de usuário exemplar é atender às necessidades exatas do cliente, sem problemas ou incômodos. Em seguida vem a simplicidade e a elegância que produzem produtos que são uma

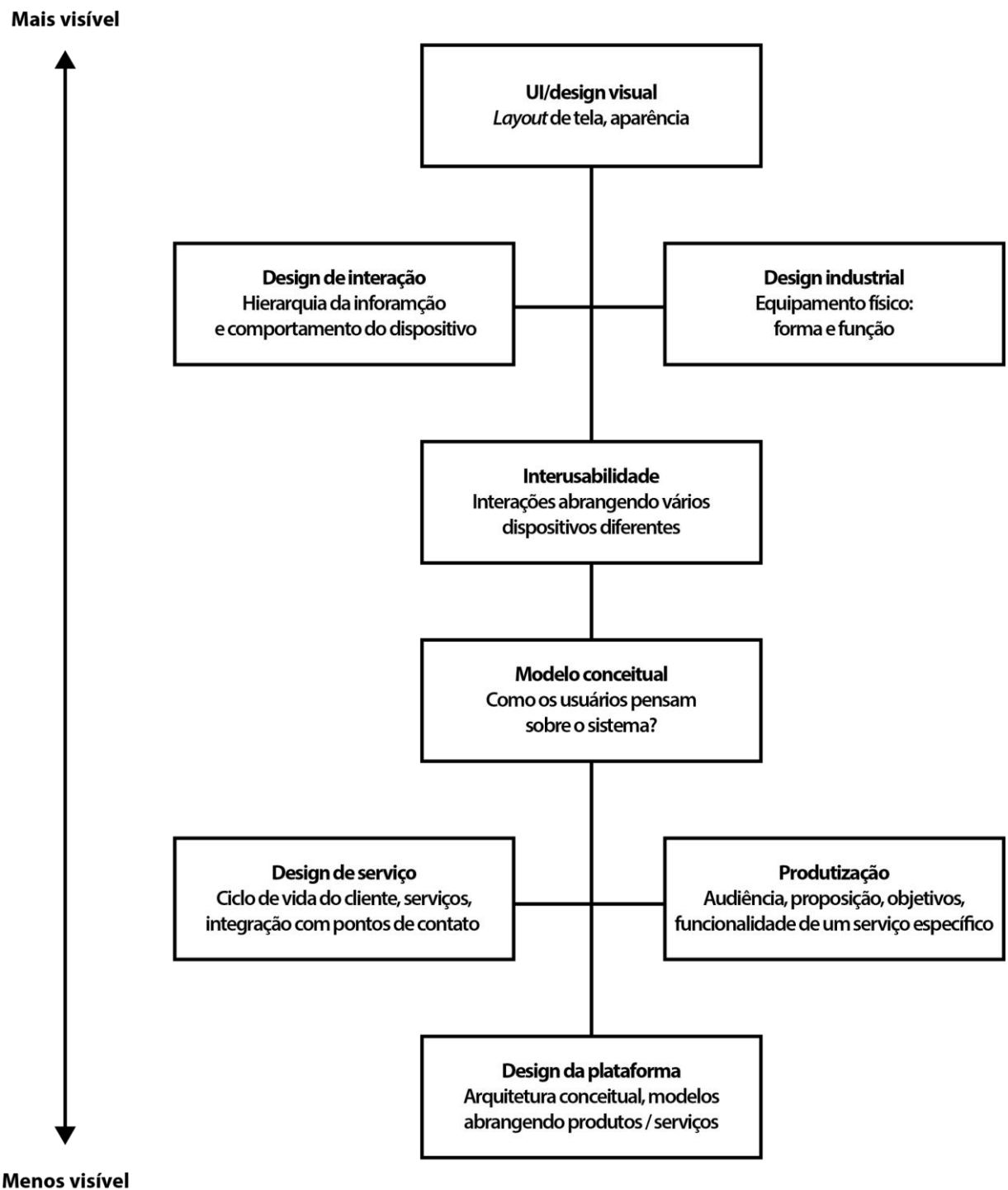
alegria para possuir, uma alegria para usar. A verdadeira experiência do usuário vai muito além de dar aos clientes o que eles dizem que querem, ou fornecer recursos de lista de verificação. Rowland (2015) define que: “UX é um termo holístico que se refere a uma ampla gama de disciplinas de design envolvidas na criação de sistemas que são úteis, utilizáveis e agradáveis de usar”.

Donald Norman define a diferença do termo UX e do termo UI que é referente à interface do usuário:

É importante distinguir a experiência total do usuário da interface do usuário (UI), mesmo que a interface do usuário seja obviamente uma parte extremamente importante do projeto. Como exemplo, considere um site com críticas de filmes. Mesmo se a interface do usuário para encontrar um filme é perfeita, o UX será ruim para um usuário que deseja informações sobre um pequeno lançamento independente se o banco de dados subjacente só contém filmes dos grandes estúdios. (NORMAN, 2016)

A definição de usabilidade pode ser entendida como um atributo de facilidade que a interface do usuário oferece, abrangendo se o sistema é fácil de aprender, eficiente de usar, agradável e assim por diante. Para oferecer uma boa experiência ao usuário, diferentes disciplinas do design são envolvidas, como pode ser visto na figura 20. Nesta pesquisa serão vistas as disciplinas de design de interação, design visual e *interusabilidade*, que serão abordadas no capítulo seguinte.

Figura 20: Disciplinas do design digital



Fonte: Claire Rowland et al. (Tradução e adaptação livre do autor).

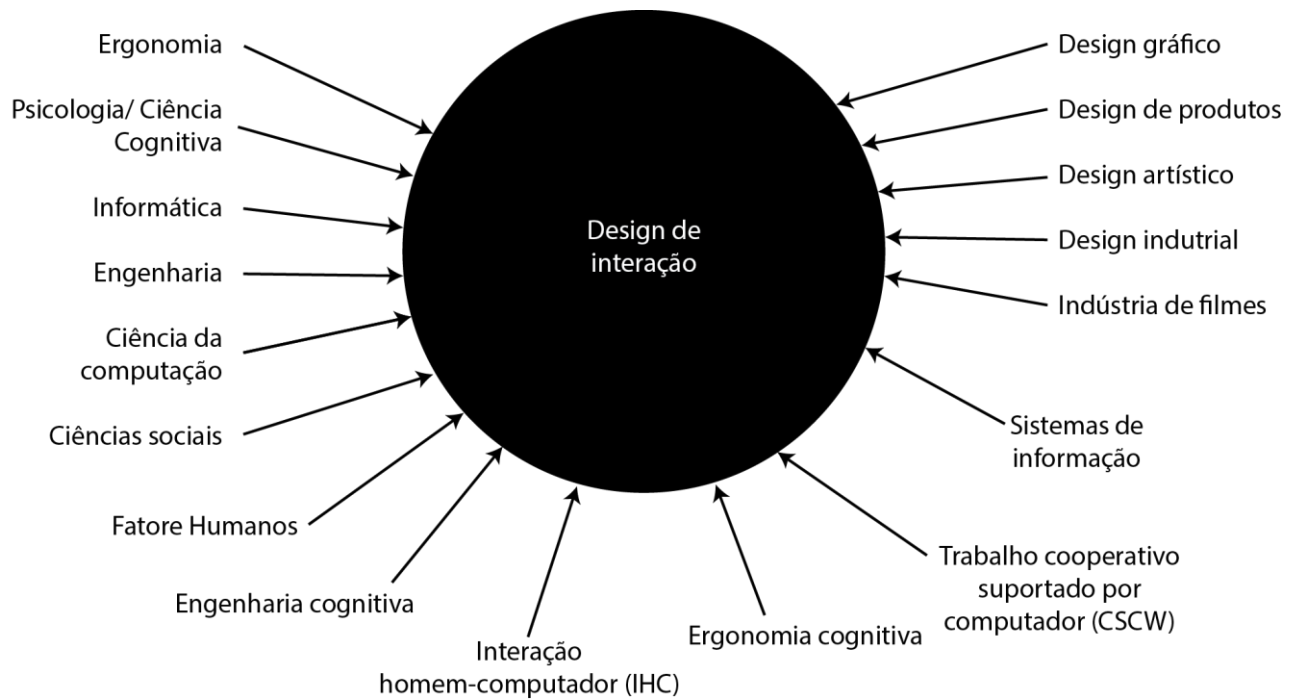
3.1 Design de interação

Segundo Jennifer Preece, Yvonne Rogers e Helen Sharp (2005), podemos definir design de interação como o ato de criar experiências que melhorem e estendam a maneira como as pessoas trabalham, se comunicam e interagem. Assim como o design de interação pode ser definido como a ação de projetar espaços para a comunicação e interação humana, Preece afirma que o objetivo do design de interação é encontrar maneiras de fornecer suporte às pessoas e, para isso, torna-se essencial o entendimento do usuário que irá interagir com o produto, para a compreensão das possíveis reações e ações do usuário em um ambiente interativo.

O design de Interação tem uma relação próxima como Design visual em projetos de produtos digitais, mas os designers de interação propõem as sequências entre o usuário e o dispositivo, determinando como organizar as funções dos dispositivos, como serão seus comportamentos e ações, com a intenção de oferecer a melhor experiência de uso. Já o designer responsável pela interface visual dedica seu trabalho às soluções estéticas do layout. Pelo fato de as duas disciplinas terem proximidades, em se tratando de projetos digitais, nesta pesquisa o design de interação será o objeto de estudo, além de abarcar sua relação com a Tecnologia Calma, mas alguns aspectos referentes ao design visual serão abordados quando fizer sentido para uma melhor compreensão do texto.

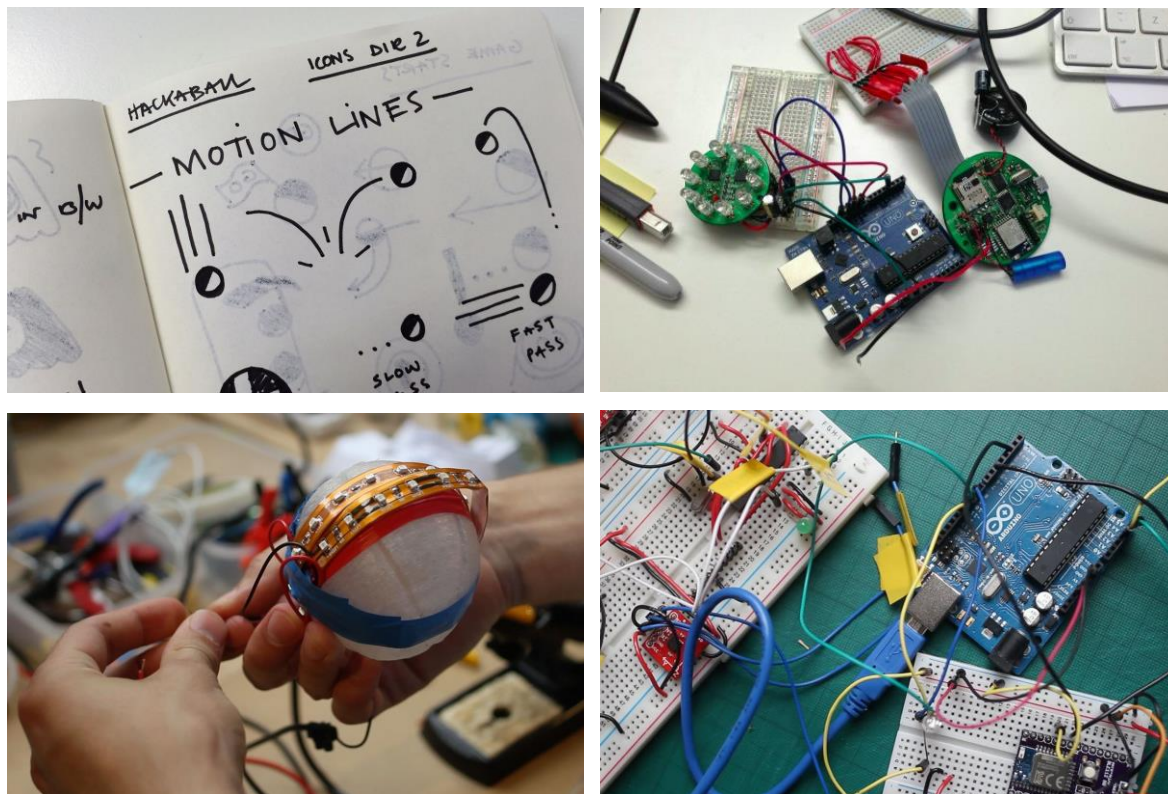
Durante a construção dos computadores, antes da interface gráfica (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005), os engenheiros projetavam sistemas de hardware para eles próprios, sendo assim, os comandos dos computadores eram relativamente diretos, reunindo vários painéis com chaves e mostradores que controlavam uma soma de instruções de processos internos do computador. Com o surgimento dos monitores e estações de trabalho no início dos anos 80, o design de interface passou a existir. A figura 21 representa áreas do conhecimento relacionadas ao design de interação.

Figura 21: Relação entre Design de interação e outras abordagens



Fonte: Preece; Rogers; Sharp, 2005.

Figura 22: Processo de design de interação da *Hackaball*, uma bola programável feita para crianças



Fonte: Disponível em: <<https://www.creativereview.co.uk/creative-coding-the-making-of-hackaball>>.

Durante a década de 1990, com a popularização dos computadores pessoais, novas possibilidades de interação entre o usuário e o computador surgiram como reconhecimento de voz, multimídia, visualização da informação e realidade virtual (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005), que possibilitaram um suporte maior às pessoas, principalmente usuários que não tinham alto conhecimento de tecnologia e linguagens utilizadas pelos computadores.

3.2 Usabilidade

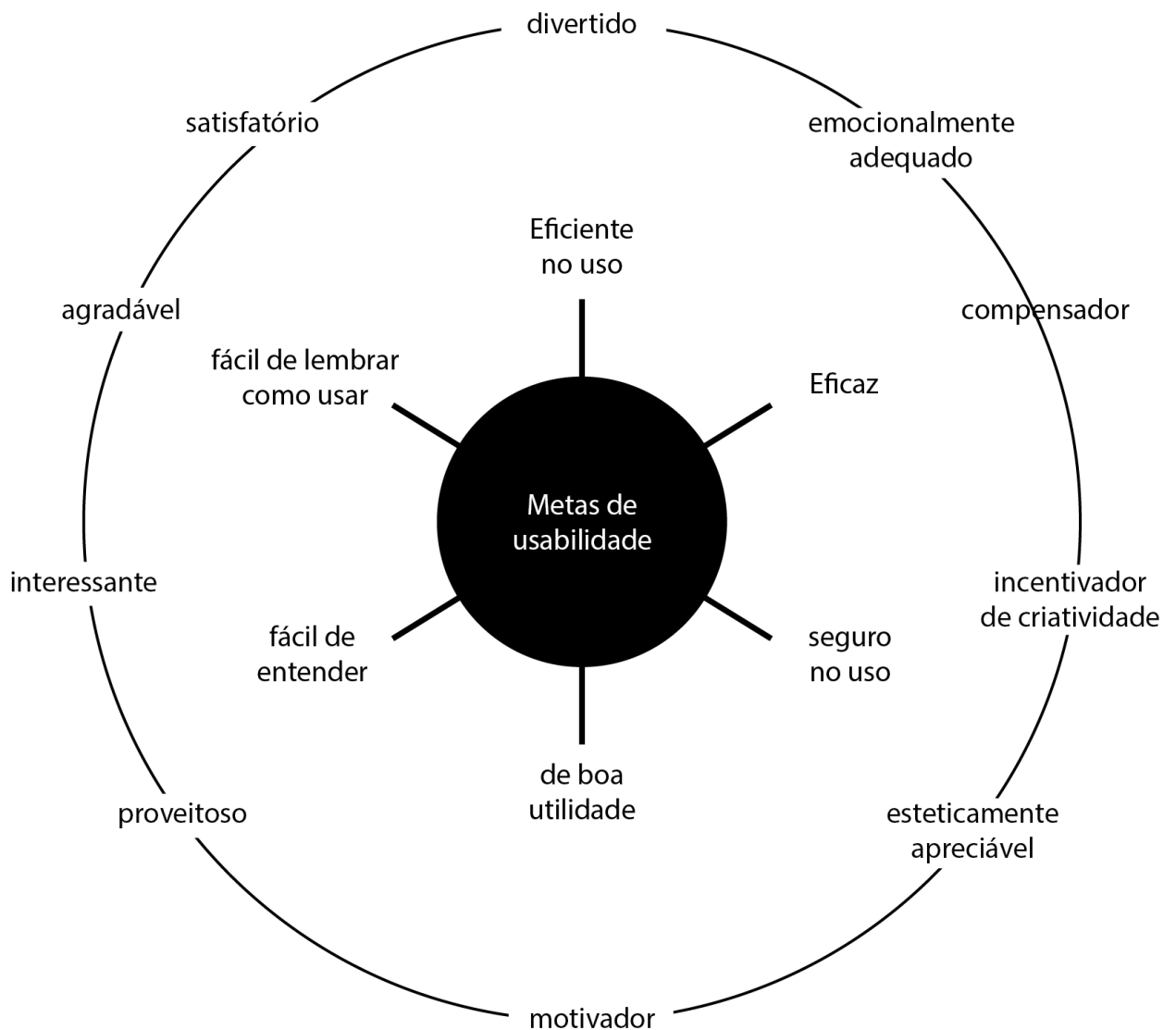
Usabilidade é geralmente considerada como o fator que assegura que os produtos são fáceis de usar, eficientes e agradáveis, pela perspectiva do usuário. Para um produto ser fácil de usar, é necessário otimizar as interações estabelecidas, para que permitam que as pessoas realizem suas atividades sem dificuldades. De forma mais específica, a usabilidade é dividida nas seguintes metas: - ser eficaz no uso (eficácia); - ser eficiente no uso (eficiência); - ser segura no uso (segurança); - ser de boa utilidade (utilidade); ser fácil de aprender (*learnability*) e ser

fácil de lembrar como se usa (*memorability*) (PREECE; ROGERS; SHARP; 2005). Além de focar principalmente na melhoria da eficiência e da produtividade no trabalho, o design de interação está cada vez mais preocupado com a criação de sistemas que sejam: -satisfatórios; -agradáveis; -divertidos; -interessantes; -úteis; -motivadores; -esteticamente apreciáveis; -incentivadores de criatividade; -compensadores; -emocionalmente adequados.

O objetivo de desenvolver produtos interativos agradáveis, divertidos, esteticamente agradáveis etc. está principalmente na experiência que estes proporcionarão ao usuário, isto é, como o usuário se sentirá na interação com o sistema (PREECE; ROGERS; SHARP; 2005, p. 41).

As chamadas metas de usabilidade são fundamentos a serem utilizados no design de interação de produtos digitais. Na figura 23 vemos uma representação das metas de usabilidade proposta por Preece, Rogers e Sharp (2005, p. 41).

Figura 23: Quadro sobre as metas de usabilidade e metas da experiência do usuário



Fonte: Design de Interação – Preece; Rogers; Sharp (2005).

O equilíbrio na aplicação dessas metas deve ser buscado e nem todas elas se aplicam a todo produto interativo de desenvolvimento, já que algumas combinações irão também ser incompatíveis, como por exemplo, projetar um sistema de controle de processos que seja ao mesmo tempo seguro e divertido, pode se mostrar como algo incompatível. O termo usabilidade pode ser conceitualizado através de princípios de design, abstrações que são destinadas a orientar os designers a pensar sobre aspectos diferentes de seus designs. Esses princípios referem-se a como determinar o que os usuários devem ver e fazer quando realizam tarefas utilizando um produto interativo. Don Norman (1988) definiu alguns princípios de design como: Visibilidade, *Feedback*, Restrições, Mapeamento, Consistência e *Affordance*.

3.2.1 Heurísticas de usabilidade

As aplicações práticas dos princípios do design recebem o nome de heurísticas (PREECE, 2005) e enfatizam que algo deve ser feito com esses princípios quando aplicados a um dado problema. Assim como os princípios de design, os princípios de usabilidade também recebem a definição de heurísticas, porém, são utilizados, sobretudo, como base para avaliação de protótipos e sistemas existentes. Jacob Nielsen (2001, p. 68) define os dez princípios fundamentais de usabilidade, também conhecidos como heurísticas de usabilidade:

- a. **Visibilidade do status do sistema** – o sistema mantém os usuários sempre informados sobre o que está acontecendo, fornecendo um *feedback* adequado, dentro de um tempo razoável;
- b. **Compatibilidade do sistema com o mundo real** – o sistema fala a linguagem do usuário utilizando palavras, frases e conceitos familiares a ele, em vez de termos orientados ao sistema;
- c. **Controle do usuário e liberdade** – fornece maneiras de permitir que os usuários saiam facilmente dos lugares inesperados em que se encontram, utilizando “saídas de emergências” claramente identificadas;
- d. **Consistência e padrões** – evita fazer com que os usuários tenham que pensar se palavras, situações ou ações diferentes significam a mesma coisa;
- e. **Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros** – utiliza linguagem simples para descrever a natureza do problema e sugere uma maneira de resolvê-lo;
- f. **Prevenção de erros** – onde possível, impede a ocorrência de erros;
- g. **Reconhecimento em vez de memorização** – tornar objetos, ações e opções visíveis;
- h. **Flexibilidade e eficiência de uso** – fornece aceleradores invisíveis aos usuários inexperientes, os quais, no entanto, permitem aos mais experientes realizar tarefas com mais rapidez;

- i. **Estética e design minimalista** – evita o uso de informações irrelevantes ou raramente necessárias;
- j. **Ajuda e documentação** – fornece informações que podem ser facilmente encontradas e ajuda mediante uma série de passos concretos que podem ser facilmente seguidos.

3.3 Affordance

Donald Norman aplicou o termo *affordance* em tecnologia como o termo referente à maneira que algo pode ser percebido e entendido pelo usuário, que pode identificar sua funcionalidade sem que alguma instrução seja dada. O entendimento da funcionalidade de um objeto, sem prévia explicação, pode ocorrer pela experiência anterior do usuário ou por formas que induzam o funcionamento de um objeto, como o formato de uma maçaneta que leva o usuário a deduzir qual é o movimento necessário para seu funcionamento. O termo *affordance* foi empregado por Norman para a definição de funcionamento e interação presente no próprio objeto. O conceito foi amplamente utilizado em sistemas digitais para incentivar a interação do usuário pela forma dos elementos em uma interface. Para Donald Norman, os mundos virtuais de software são mundos de cognição, ideias e conceitos, apresentados sem substância física, por outro lado, os objetos físicos envolvem o mundo da emoção, onde é possível que o usuário experimente essas emoções. O entendimento e a aplicação dos conceitos de *affordance* fazem-se necessários para a compreensão de suas particularidades em ambientes físicos e digitais, já que o designer de tecnologias calmas deve atentar-se aos limites e particularidades de ambientes físicos e digitais aplicados em um mesmo objeto conectado à internet. Martin Charlier (2015) afirma que existem poucas convenções ou arquétipos sobre a aplicação desse conceito em objetos conectados, o que torna um dispositivo identificável como tendo uma determinada função ou propósito. Assim, em muitos aspectos, o design de interação de objetos físicos e conectados precisa levar em consideração tantos os aspectos emocionais de seu uso, como as convenções já estabelecidas, e que fazem parte do repertório do usuário de sistemas digitais, durante a interação com essa tecnologia. Como exemplo dessa relação entre *affordances* para a Tecnologia Calma, um sensor de movimento precisa informar para o usuário pistas sobre o campo de visão do sensor e como deve ser feita sua instalação.

3.4 Interface

As disciplinas de design de interface do usuário, conhecidas pela sigla UI, em inglês *user interface* e *interusabilidade* são importantes aspectos para o projeto de tecnologias calmas, mas, neste trabalho de pesquisa, esses campos de atuação do design serão brevemente descritos com a intenção de esclarecer a atuação de um designer de interação, para que no próximo capítulo seja possível apresentar os modelos de interação baseados nos fundamentos e conceitos da Tecnologia Calma, abordados em capítulos anteriores. Interface do usuário e design visual referem-se, muitas vezes, ao layout da tela, estilo visual e aparência em um dispositivo e aos elementos visuais que o compõe. Esta é a disciplina responsável pela forma que uma interface é concebida, a relação entre os elementos, pesos e hierarquias visuais. O trabalho de um designer de interface normalmente compreende maquetes de tela, esquema de aplicação de cores e iconografia. Vale ressaltar que nem todas as UIs são visuais, para uma interface gestual ou de áudio, a função equivalente é a definição do tipo de gesto ou as escolhas dos efeitos sonoros utilizados para informar erros e atualizações do sistema. Os dispositivos digitais como *smartphones*, computadores, *smart TVs* e *smart watches* têm em comum o uso de telas como o principal meio de comunicação entre o usuário e o sistema. A definição de uma interface pode ser como algo que está entre um sistema e outro, ou mais precisamente, como definido por Adriana de Souza e Silva, interface é algo que faz uma conexão entre duas partes, mas também se torna parte desse sistema, influenciando como eles interagem uns com os outros. Ao conectar os dois sistemas, a interface integra o sistema gerado e influencia diretamente como as duas partes irão interagir entre si.

Composto pelo prefixo latino *Inter*, [entre, no meio de] e pelo radical latino *face*, [superfície, face] o termo *interface*, tomado pela sua origem etimológica, diz daquilo que está entre duas faces, duas superfícies. Ela é, neste contexto, um terceiro elemento que se coloca entre dois outros, sem qualquer relação de pertencimento a uma ou outra extremidade, mas de mediação. Metaforicamente é uma ponte que conecta, liga duas margens. A ponte não pertence a um lado nem a outro, ela é um terceiro elemento (ROCHA, 2009a, p. 6).

O pesquisador Steven Johnson (XXX), sobre a utilização do termo *interface*, considera que “a palavra se refere a softwares que dão forma à interação entre usuário e computador. A interface atua como uma espécie de tradutor, mediando entre as duas partes, tornando uma sensível para a outra”. Para Lúcia Santaella, “interfaces são as zonas fronteiriças sensíveis de negociação entre o humano e o maquínico, assim como o pivô de um novo conjunto emergente

de relações homem-máquina” (SANTAELLA, 2003, p. 92). A ideia de interface não deve ser limitada às técnicas de comunicação contemporâneas. Para Lévy (1998), a impressão de um livro constitui-se em uma interface padronizada que contém elementos que fornecem estrutura para a informação, sendo eles a página de título, cabeçalhos, numeração regular, sumários, notas, referências cruzadas. Esses elementos que estruturam a informação de um livro são dispositivos lógicos, classificatórios e espaciais, sustentam-se uns aos outros no interior de uma estrutura admiravelmente sistemática. Segundo Lévy, estamos hoje tão habituados com esta interface que não notamos sua existência. Para o autor, no momento em que foi inventada, possibilitou uma relação com o texto e com a escrita totalmente diferente do que era até então constituída. A nova forma de estruturação da informação presente no livro, permite um exame rápido do conteúdo, uma leitura não linear e seletiva do texto, uma segmentação do saber em módulos, de conexões múltiplas a uma infinidade de outros livros graças às notas de pé de página e as bibliografias.

O termo “interface” começa a ser difundido no uso computacional por volta dos anos 1960 e começa a ficar em evidência também em outras esferas sociais, mas sua maior disseminação ocorre na década de 1980, com a chegada da Interface Gráfica do Usuário, *graphical user interface* (GUI), presente nos computadores Macintosh e, posteriormente, Windows, que levou o termo interface para um domínio popular. A interface gráfica, como a conhecemos, teve seu desenvolvimento iniciado pela equipe PARC, liderada por Alan Kay e Larry Tessler, que trabalhavam no desenvolvimento de uma interface informática que iria simular o ambiente do escritório na tela do computador. O ambiente gráfico continha representações de pastas e outros elementos comumente encontrados em escritórios, em formas de ícones que poderiam ser acessados por cliques do novo dispositivo introduzido, o *mouse*, responsável por converter movimentos realizados na superfície de uma mesa em comandos que alteravam a posição de um cursor presente na interface.

Em vez de ser obrigado a digitar, no teclado, códigos de comandos que precisavam ser decorados, bastava que o usuário consultasse os "menus" e selecionasse, através do mouse, as ações desejadas. O usuário tinha sempre à vista os diferentes planos nos quais se desenvolvia seu trabalho, bastando abrir ou fechar as "janelas" visíveis na tela para passar de uma atividade a outra. (LÉVY, 1998, p. 29)

A interface gráfica, desenvolvida pela PARC, e adotada pela Apple, em seus computadores Macintosh, pode ser definida de maneira simples como a responsável em representar ou traduzir o código binário do computador em linguagem visual que pode ser

entendida por usuários não especializados em computação. Com a interface gráfica que começara a ser desenvolvida, adicionaram-se novas possibilidades de representação e com o uso de ícones e imagens. O surgimento da interface gráfica, adotada pela Apple em seu Macintosh, em 1984, acelerou a adoção dos computadores por usuários que não eram especialistas em computação e permitiu a generalização do hipertexto e da multimídia interativa.

3.5 Interusabilidade

A interusabilidade ou interoperabilidade é um termo relativamente novo e é descrito como a capacidade de conceber interações que utilizam vários dispositivos em conjunto. O objetivo é fazer com que a experiência geral seja de um serviço coerente, mesmo quando os dispositivos envolvidos tenham diferentes formas de interação. A interusabilidade pode ser considerada como um conjunto extra de considerações a serem abordadas em conjunto com a interação e o design da interface do usuário para objetos conectados, que oferecem a capacidade de conexão entre outros objetos domésticos. A capacidade desses sistemas informacionais de se comunicarem entre si e entre o indivíduo, que interage com ambos os sistemas, simultaneamente ou não, é um aspecto que se torna comum com a adoção de objetos e sistemas conectados, que podem oferecer maneiras e nomenclaturas distintas mesmo quando inseridos em um mesmo contexto.

3.6 O contexto da experiência

O contexto de uso tem um importante papel no design de produtos e sistemas interativos, para Rowland (2015), o contexto pode ser classificado como os fatores externos, a um produto, que são relevantes para a interação entre o dispositivo e o usuário. Charlier (2015, p. 305) expõe que a oportunidade de interação sensível ao contexto é permitir que os produtos se comportem de maneira que se encaixem melhor na rotina e nos comportamentos do usuário. Interfaces sensíveis ao contexto podem exigir menos atenção do usuário e exigir menos interação, já que um dispositivo poderia tomar certas ações para o usuário, ou adaptar a experiência do usuário de acordo com seu ambiente e contexto. Da mesma maneira, a tomada de decisão feita por um sistema deve ser equilibrada com o objetivo de agir em nome do usuário, mas, ao mesmo tempo, e manter o usuário no controle.

3.6.1 Contexto operacional

Contexto operacional são os tipos de circunstâncias que fazem referência ao mundo físico onde os sistemas estão instalados. Nesse contexto, as condições ambientais como calor, frio, umidade e poeira, além de características espaciais como estruturas arquitetônicas, ou tamanhos de roupas são algumas das relações a serem consideradas durante o projeto de sistemas, para que seu uso seja planejado para o enquadramento ao ambiente que estará inserido.

3.6.2 Contexto comportamental

O contexto comportamental está relacionado ao tempo e lugar, proximidade ou visibilidade de objetos, pessoas, animais, elementos tangíveis e sensíveis pelo usuário de um determinado evento ou atividade. Esse contexto envolve relações de tempo e espaço, já que a rotina do usuário deve ser levada em consideração, assim como suas atividades privadas e limitações nas capacidades de ouvir, enxergar ou memorização de padrões e senhas.

Preece (2005) afirma que, ao interagir com um sistema, o usuário provavelmente estará envolvido em quatro principais atividades, que podem ser descritas como modelo conceitual: 1. Instrução; 2. Conversação; 3. Manipulação e navegação; 4. Exploração e pesquisa (*browsing*). Para o autor, essas atividades não se excluem umas às outras, já que elas podem ser realizadas simultaneamente. Cada uma dessas atividades tem propriedades diferentes e sugerem maneiras diferentes de desenvolver interfaces para elas.

a. Instrução

Este tipo de modelo de atividade refere-se como o usuário realiza suas tarefas, instruindo o sistema sobre o que fazer. Um dos principais benefícios de um modelo conceitual baseado em instrução é sustentar uma interação rápida e eficiente. Ele é adequado principalmente para as ações repetitivas realizadas com objetos múltiplos. Como exemplo, temos as ações de salvar, deletar e organizar mensagens eletrônicas ou arquivos.

b. Conversação

Baseado na ideia de conversação entre uma pessoa e o sistema, em que este atua como

um parceiro em um diálogo, o sistema é projetado para responder da mesma forma que um ser humano responderia ao conversar com alguém. Esse tipo de modelo conceitual tem sido considerado mais útil em aplicações em que o usuário precise encontrar tipos específicos de informação ou que queira discutir alguma questão. Um dos principais benefícios de um modelo conceitual baseado em uma conversação é possibilitar às pessoas, principalmente, os iniciantes, interagir com um sistema de uma maneira com a qual já estão familiarizados. Exemplos desse modelo são as centrais de serviços telefônicos e agentes animados, que através de diversos personagens atuam como parceiros na conversação como sistema.

c. Manipulação e navegação

Manipulação e navegação estão relacionadas à atividade de manipular objetos e navegar por espaços virtuais explorando o conhecimento que os usuários têm de como fazer isto no mundo físico. Por exemplo, objetos virtuais podem ser manipulados, podendo movê-los em espaços virtuais. Enquanto a manipulação direta e os ambientes virtuais oferecem um modo bastante versátil de interação, apresentam também algumas desvantagens, como algumas pessoas esperarem que certas coisas aconteçam na interface da maneira como aconteceriam no mundo físico.

d. Exploração e pesquisa

Este modelo conceitual é baseado na ideia de possibilitar às pessoas explorar e pesquisar informações valendo-se de sua experiência em realizar essas tarefas com mídias já existentes, como livros, revistas e panfletos. CD-ROMs, páginas web, portais e sites de comércio eletrônico, são aplicações baseadas nesse tipo de modelo conceitual.

3.6.3 Contexto ecológico

O contexto ecológico refere-se ao que é chamado de produto ecossistema, ou seja, as redes de relações econômicas e organizacionais em que o indivíduo se relaciona no ambiente em que está inserido.

3.6.4 Contexto sociocultural

O contexto sociocultural está associado ao modo como os grupos percebem significados semelhantes em objetos e fenômenos, e como esses significados compartilhados podem variar entre diferentes grupos de pessoas.

3.7 Paradigmas da interação

Ao interagir com um computador pessoal, a atenção do usuário está dedicada à tela enquanto usa o sistema. A maneira de projetar interações para computadores é diferente para dispositivos móveis que, por sua vez, pode apresentar diferenças nas interações com dispositivos conectados. Como já apresentado, passamos da era de uma pessoa para um dispositivo para a era de uma pessoa para muitos dispositivos e, junto com o aumento destes, aumenta também a exigência de atenção feita por esses objetos conectados. O design de objetos conectados traz novos desafios aos designers de interação. Os objetos conectados oferecem uma grande variedade de formato e de maneiras, que recebem e transmitem informações, como telas, LEDs ou sons, que são utilizados como comunicação com o usuário. Rowland (2015) observa que a mudança do desktop para a computação móvel significa que agora usamos computadores em uma grande variedade de situações, conseqüentemente, o design para dispositivos móveis requer uma grande ênfase em entender as necessidades do usuário em um contexto de uso específico.

A Tecnologia Calma defende que se expanda ainda mais o espectro dessa atuação, já que mais objetos do cotidiano estão sendo conectados à internet e passam também a oferecer interatividade com os usuários do ambiente onde estão inseridos, sendo fundamental uma nova abordagem para o desenvolvimento de Tecnologias Calmas. O termo paradigma de interação, que é abordado nesta pesquisa, refere-se a uma maneira particular de pensar o projeto de interação, que é destinado a orientar os designers no projeto de sistemas interativos, como definido por Preece, Rogers e Sharp (2005, p. 81). Os paradigmas da interação que os designers seguem atualmente são os baseados no contexto de um usuário com sua atenção dedicada à tela de um computador; interage com um mouse e teclado através de interfaces gráficas baseadas em janelas e ícones. Os paradigmas que vão além do usuário, dedicando sua atenção a uma tela de computador, têm sido impulsionados, principalmente, “pelo aumento expressivo no uso de dispositivos móveis, onde há uma nova abordagem para o projeto de interação” (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005). Alan Kay, da Apple, denomina esse momento como o Terceiro paradigma da computação.

Projetos de interação para objetos conectados exigem que o designer se depare com alguns desafios extras, além da complexidade que não se encontraria em um modelo convencional, como um site para ser acessado por um computador pessoal. Para Charlier (2015, p. 313), adicionar interatividade a um objeto é uma questão de usabilidade. Os designers precisam encontrar um equilíbrio entre dispositivos fáceis de usar e aqueles com muitos

recursos e funções. Para o autor, os designers podem criar interações que exigem menos atenção, considerando a quantidade cada vez maior de informações que nos rodeiam, isso se tornará cada vez mais importante. Dispositivos conectados que apenas detectam o ambiente, ou atuando como *inputs*, que não necessitam de alguma interação humana ao seu redor para funcionar não apresentam maiores problemas de interação, eles funcionarão como esperado na coleta de informação e armazenamento em algum repositório online para processamento e análise.

Quando esses dispositivos oferecem interação com pessoas, o projeto se torna exponencialmente mais complexo. Com a proliferação desses dispositivos computacionais, surgem novos desafios para o projeto desses objetos, como configuração, uso de energia e conexão à internet para todos esses objetos, como eles se comunicam entre si e como os usuários irão interagir com eles. Oferecer energia e conectividade são desafios técnicos, porém, a maneira que a interação será projetada envolve os maiores problemas a serem enfrentados. A partir dessas observações, alguns produtos oferecidos no mercado serão analisados levando em consideração sua aplicação doméstica e sua contribuição para a criação de um ambiente calmo e ao mesmo tempo conectado.

CAPÍTULO 4 – EXEMPLOS DE TECNOLOGIA CALMA: OBJETOS INTELIGENTES OU CONECTADOS?

Nos capítulos anteriores houve uma ênfase maior na discussão de textos e autores que definem o estado atual das pesquisas sobre atenção, tecnologia e experiência do usuário, neste capítulo o foco será em exemplos de objetos conectados que aplicam os conceitos de internet das coisas e dos fundamentos de Tecnologia Calma pesquisados neste trabalho. Para seleção destes exemplos, foi levado em conta os casos de objetos projetados para uso em ambiente doméstico, onde os conceitos de computação ubíqua são aplicados com a intenção de oferecer automação para as atividades domésticas.

Flusser (1985) aponta que os objetos produzidos são trazidos da natureza para perto do homem, e que esses podem ser categorizados em objetos para serem consumidos, ou bens de consumo, e objetos para produzirem outros bens de consumo, que são os instrumentos. O papel dos instrumentos é arrancar outros objetos da natureza para aproximá-los do homem. Os instrumentos, para Flusser, são como prolongações de órgãos do corpo, assim como a enxada é para o dente, a flecha para o dedo e o martelo para o punho. São prolongações no sentido de permitirem ao indivíduo alcançar mais longe.

Os objetos conectados aqui apresentados, poderiam ser classificados como os instrumentos demonstrados por Flusser, mas presentes na era da computação distribuída, já que permitem ao indivíduo alcançar informações armazenadas em locais onde a distância não se torna impedimento, agora através de objetos comuns, não somente com o uso de computadores convencionais, que oferecem uma forma interação concentrada em uma única tela em conjunto com teclado e *mouse*. Os objetos conectados, se entendidos como prolongações do alcance do indivíduo às informações, são instrumentos que permitem o fluxo de dados entre o ambiente no qual está instalado e o centro de processamento, para então, essas informações serem novamente devolvidas e exibidas ao usuário através do mesmo ou outros objetos.

A aplicação de capacidades computacionais aos objetos do cotidiano como guarda-chuvas, lâmpadas e até mesmo os televisores, chamados de televisores inteligentes por oferecem conexão com a internet, e junto com isso, a possibilidade de assistir vídeos sob demanda, é algo possível pela pulverização e miniaturização de circuitos eletrônicos, que pelo seu custo reduzido para fabricação, possibilitou que indústrias produzissem os mesmos objetos, mas dessa vez, oferecendo como atrativo comercial, a “inteligência” embutida nesses objetos e coisas conectados à internet. A palavra inteligência que é atribuída comercialmente aos objetos

conectados, ou, a suposta faculdade de entender, pensar, raciocinar e interpretar, se olharmos o significado literal da palavra, é o que comercialmente faz um relógio de ponteiros ser menos atrativo em comparação um *smart watch*, ou, um relógio inteligente.

O Pebble, um relógio inteligente que foi apresentado anteriormente, tem a capacidade tecnológica de transmitir dados capturados pelos seus sensores, receber outros pela conexão sem fio e transformá-los em informação para o usuário através de seus atuadores, como motores que vibram ou tela que exibe textos e números. Esses objetos que recebem o “*smart*” como apelo comercial, na verdade, são dispositivos que receberam em seu projeto sensores, atuadores e conexão sem fio com outros dispositivos próximos ou remotos através da internet.

Já que esses objetos apresentam baixa capacidade de processamento e alta capacidade de conexão e transferência de dados, o ato de processar esses dados não ocorre diretamente nos objetos conectados, mas sim, em sistemas distantes tanto do usuário como dos próprios aparelhos, em sistemas de processamento dos dados através da computação em nuvem.

Ao considerarmos os objetos conectados como instrumentos que permitem o acesso às informações processadas em centros remotos tanto do indivíduo quanto do próprio objeto, o papel das ‘coisas da internet’ passa a ser mais de um *hardware* ou objeto duro feito de plástico e aço, como definido por Flusser, do que de *software*, ou a coisa mole e impalpável responsável em conferir valor aos instrumentos do mundo pós-industrial. Claro que os objetos que serão aqui apresentados, possuem uma quantidade, mesmo que reduzida, de *software* e processamento dos dados captados pelos seus sensores, mas a “inteligência” de um sistema da internet das coisas, ou seja, seu armazenamento e correlação com outros dados, ocorre em computadores remotos, não diretamente nos dispositivos.

Os objetos aqui apresentados serão descritos como objetos conectados, não como objetos inteligentes ou qualquer outra junção que utilize a palavra *smart*, já que a intenção é a analisar as características de receber e emitir informações para o usuário, como já descrito, através de sensores e atuadores, sendo que o processamento dos dados que foram transmitidos a centros de processamento remotos não será abordado. A partir dos conceitos apresentados sobre experiência de uso, a interação com estes objetos será apresentada e discutida com a intenção de analisar as possibilidades destes instrumentos oferecerem o acesso a informações sem o uso constante da atenção do indivíduo.

4.1 Análise: Amazon Echo

A escolha do exemplo a ser analisado levou em consideração objetos que tenham sido projetados com a intenção de oferecer possibilidades tecnológicas da Internet das Coisas. O objeto que apresenta esses atributos e o exemplo mais citado atualmente referente a dispositivos responsáveis pela conexão e automação doméstica, é o assistente comandado pela voz desenvolvido pela Amazon, o Amazon Echo. Como apresentado nos capítulos anteriores, as aplicações da Internet das Coisas utilizam um objeto físico que possui sensores e atuadores e conexão com a Internet utilizada tanto para o envio quanto para o recebimento de informações transmitidas por outros computadores ou objetos. Através de sensores, o dispositivo é capaz de captar comandos realizados pela voz e com o uso de seus atuadores, informa o usuário também com mensagens de voz sintetizada, além de luzes instaladas no dispositivo utilizadas para indicar seu funcionamento ao usuário.

Figura 24: Amazon Echo



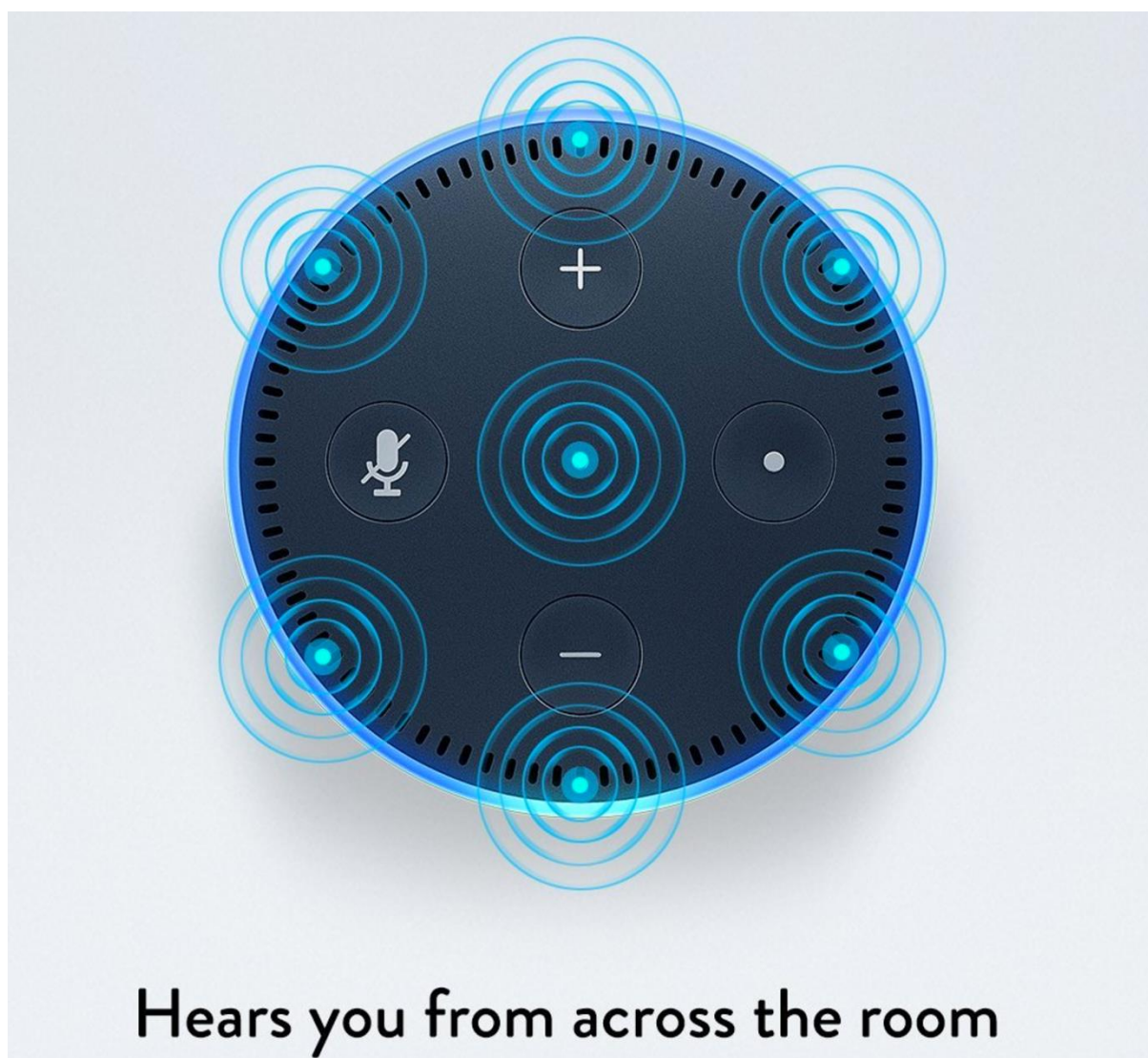
Fonte: Disponível em: <<https://www.amazon.com>>.

O objeto em si, ou o *hardware*, de forma resumida, é uma caixa preta com sensores que captam de forma constante os sons do ambiente, possui atuadores capazes de transmitir informações através de uma voz sintetizada e luzes que informam seu estado de funcionamento. Para transmissão dos dados recebidos, utiliza conexão sem fio, que utiliza a rede doméstica para trabalhar em conjunto com outros objetos conectados ou com computadores remotos responsáveis pelo processamento dos dados extraídos do ambiente.

Se o objeto se encaixa na definição de Flusser, como sendo um objeto duro feito de plástico e aço, já a parte responsável pela interpretação dos comandos recebidos e armazenamento de informações é realizado pelo *software*, como já discutido, não é processado no objeto, mas sim, em computadores remotos e conectados com o dispositivo através da

conexão com a internet. O *software* ou a coisa mole e impalpável (FLUSSER, 1985), responsável em extrair comandos contidos nas falas do indivíduo, é chamado de *Alexa Voice Service*, principal característica do funcionamento do objeto, já que permite receber comando por voz e responder da mesma maneira.

Figura 25: Visão superior do Amazon Echo



Fonte: Disponível em: <<https://www.amazon.com>>.

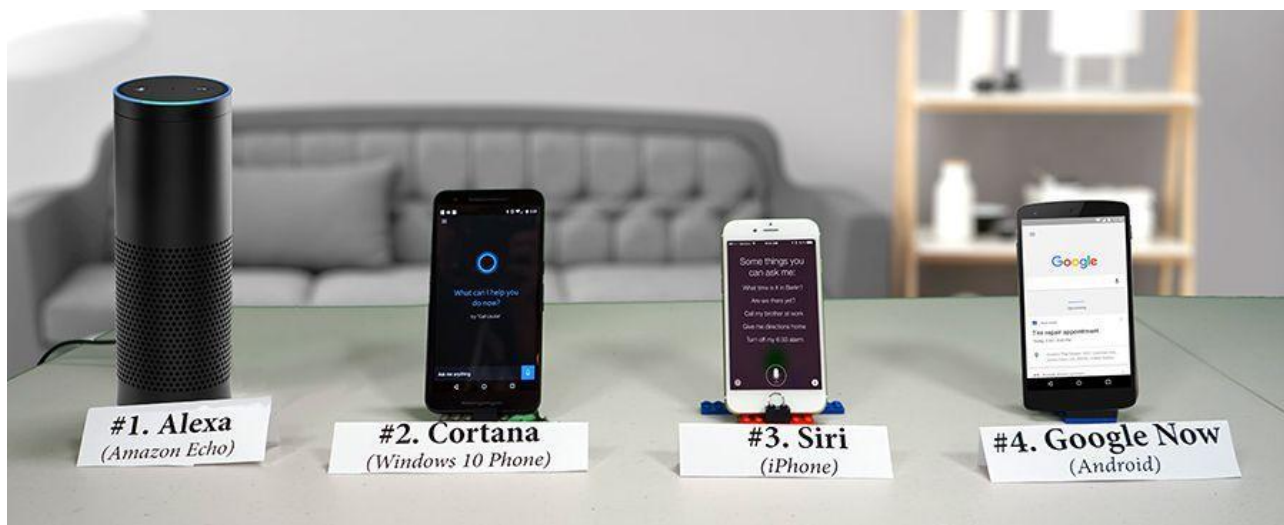
A figura 25, publicada em material de divulgação, apresenta a frase “*Hears you from across the room*”, em tradução livre, “Te ouve do outro lado da sala”, sobre a capacidade de o dispositivo captar de maneira constante os sons e vozes dos ambientes da casa, através dos diversos microfones instalados ao redor da estrutura do objeto.

O *Alexa Voice Service* ou somente Alexa, como é divulgado pela empresa, é o sistema de controle de voz propriamente dito. De maneira simplificada, ele é o serviço, executado em computadores remotos, responsável por extrair sentidos dos comandos de voz feitos pelo usuário, buscar pela informação percebida em bancos de dados na internet e devolver a informação de volta ao objeto.

A interação com o Amazon Echo é feita principalmente por comandos de voz e a resposta emitida pelo dispositivo é feita em sua maioria por avisos e mensagens sonoras. Apesar do reconhecimento de voz estar disponível na maioria dos *smartphones* atuais, o reconhecimento da fala ainda não é totalmente confiável o que pode causar erros de reconhecimento, que exijam o usuário a repetir o comando ou o dispositivo pode interpretar e oferecer uma resposta fora do que o usuário desejava. Esse tipo de interação, como apresentado anteriormente, assim como as interfaces visuais, exigem alta dedicação da atenção por parte do usuário além de um esforço cognitivo elevado em comparação com interfaces que recebem comandos por toque. Além disso, para um bom funcionamento do sistema de reconhecimento de voz, é necessário um ambiente com baixo nível de ruído no momento de executar instruções, caso contrário, pode ser necessário que o indivíduo repita a ação com mais intensidade em sua voz.

O uso de uma interface baseada em comandos de voz, apesar de ser apresentada como uma solução que simplifica a interação com sistemas computacionais, exigem um esforço maior ao usuário. Um dos problemas desse tipo de interação é descrito em uma das Heurísticas de Usabilidade, já discutida anteriormente, onde a consistência e padrões, deve ser aplicada para evitar fazer com que os usuários tenham que pensar se palavras, situações ou ações diferentes que significam a mesma coisa. Já que não oferece padrões, este modelo de interação por voz força os usuários a pensarem em palavras específicas, ou frases, que expressem sua necessidade para a máquina. Como apresentado por Case (2016), a tecnologia pode se comunicar, mas não precisa falar. O uso da voz como entrada de instrução, deve ser utilizado somente quando for absolutamente necessário, já que exige a atenção dedicada pelo usuário. O uso de voz como interação faz sentido em condições controladas, como em momentos que as tarefas são simples e não é necessário o usuário transmitir muita informação.

Figura 26: Dispositivos que usam o reconhecimento de voz como forma de interação



Fonte: Disponível em: <<https://www.yahoo.com/tech/battle-of-the-voice-assistants-siri-cortana-211625975.html>>.

A figura 26 apresenta outros serviços de reconhecimento de voz que utilizam smartphones, em comparação com o Amazon Echo, que é um dispositivo desenvolvido exclusivamente para esse tipo de interação.

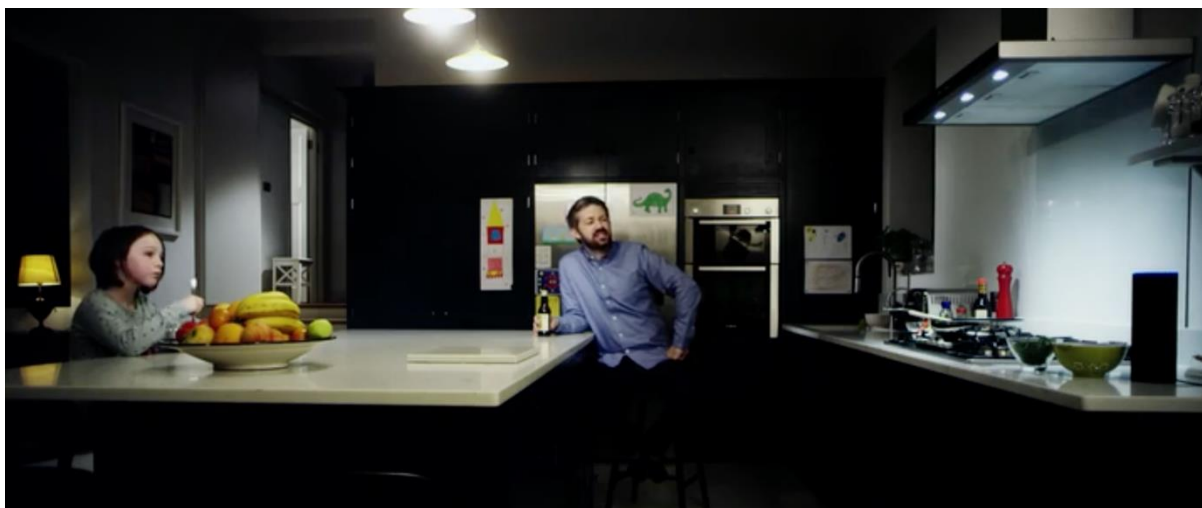
A interpretação dos comandos de voz depende de uma conexão rápida e estável com a internet, o que pode ser uma limitação de uso em alguns momentos ou lugares onde o acesso à internet não esteja presente da maneira necessária para seu funcionamento. Outra limitação desse tipo de interface entre o sistema e o usuário, é a limitação de idiomas suportados pelo serviço, o que pode restringir seu uso somente em algumas regiões geográficas. Por outro lado, o uso de interfaces de voz permite a entrada ou saída de informações complexas de maneiras mais simples de serem interpretadas e executadas pelo usuário.

Alguns comandos podem ser executados de maneiras mais simples através de um comando de voz, em comparação se fosse necessária uma interface gráfica para o mesmo, como por exemplo, pedir ao sistema que informe a condição climática da região, claramente mais rápido e simples em comparação com a necessidade de abrir uma página ou aplicativo para recebimento da mesma informação.

O estudo apresentado sobre as Tecnologias Calmas, feito por Weiser, buscava defender que a tecnologia não deveria exigir a atenção central do indivíduo ao oferecer interações e informações que pudessem ser acessadas de maneira menos intrusiva, através da atenção periférica, ou seja, o indivíduo poderia ser notificado sem que sua atenção fosse totalmente

desviada para aquele sistema. Com base nisso, o serviço Amazon Echo demonstra na verdade ser um sistema que exige a concentração constante ao interagir com ele, já que o uso de comandos de voz exige que o usuário, em muitos casos, interrompa sua atividade para executar comandos aos sistemas ou ao ouvir alguma notificação emitida pela voz sintetizada.

Figura 27: Fragmento extraído de vídeo de divulgação



Fonte: Amazon.com

Em vídeo de divulgação do serviço, é apresentado o uso doméstico do sistema, onde os comandos de voz são executados com volume de voz elevado, assim como as notificações emitidas pelo sistema, interrompem a conversa entre um pai e a sua filha, que simulam a interação em um contexto doméstico. Na figura 27, vemos um quadro extraído do vídeo em questão, onde o dispositivo localizado em cima de uma bancada, ao lado direito do enquadramento, se torna o foco da atenção dos dois personagens em cena. Pelo quadro, é possível notar de o design de interação do sistema, é focado oferecer interações onde a atenção dos indivíduos do ambiente seja direcionada para o dispositivo.

Assim como apresentado, as interfaces sonoras podem exigir a atenção constante dos indivíduos ao seu redor, mas esse tipo de atenção dedicada já ocorre na interação com outros sistemas como computadores e *smartphones*. Porém, como foi apresentado, a quantidade de dispositivos conectados nos ambientes doméstico aumenta tanto pela capacidade tecnológica em embutir sensores e atuadores em objetos comuns, quanto pela capacidade de conexão sem fio desses ambientes. Diante disso, as interfaces sonoras podem ser divididas em comandos de voz executados pelo usuário e sinalizações sonoras emitidas pelo dispositivo, que podem ser alertas sonoros e vozes sintetizadas, como no caso do Amazon Echo.

Com base nos fundamentos sobre experiência do usuário e design de interação, podemos listar alguns usos mais indicados para interfaces baseadas em comando de voz e avisos sonoros:

- a. Fornecer informações complexas - Por exemplo, avisar que sinal de fumaça foi detectado na casa e informar onde exatamente pode estar o foco de incêndio.
- b. Executar comandos complexos – Por exemplo, ajustar o despertador para um horário e dia específico da semana, pode ser simplificado pelo comando de voz.
- c. Permitir outras atividades – Por exemplo, enquanto o usuário executa alguma tarefa manual, pode receber informações sonoras.
- d. Utilizar menos recursos físicos como botões e outros tipos de controle.

Podemos listar também algumas aplicações que podem não oferecer uma boa experiência de uso ao interagir com interfaces de voz:

- a. Ambientes com alto nível de ruído podem dificultar a compreensão dos comandos e exigir um esforço maior do usuário.
- b. Locais onde a internet não seja estável o bastante, pode causar interrupções na experiência de uso, já que os comandos são interpretados por sistemas remotos
- c. Apesar de permitir a execução de comandos complexos de maneira mais simples, termos e palavras de difícil pronúncia podem causar problemas de reconhecimento e exigir a repetição do comando pelo usuário ou o seu não entendimento pelo sistema.
- d. Restrições geográficas caso o sistema de reconhecimento não seja adaptado para o idioma local.

A utilização de sons pode não ser uma maneira sutil de informar, já que ela acaba por desviar a atenção do usuário para a informação sonora, tendo sua melhor aplicação para informações de caráter urgente. Outro problema de informações sonoras é sua intrusão, pois pode sobrepor a outras informações caso o usuário não tenha pedido acesso à informação fornecida, podendo interromper uma conversa ou desviar a atenção de um filme, por exemplo. Para Martin Charlier (2015), o áudio tem um caráter emocional maior e carrega qualidades emocionais, sendo que o uso de avisos sonoros, não necessariamente, precisa utilizar vozes sintetizadas, mas sim, tons específicos e padrões sonoros que podem transmitir o recebimento de uma mensagem, pelo uso do mesmo som para esse alerta.

Mesmo tomado algumas dessas precauções, o uso constante de avisos sonoros pode tornar-se rapidamente irritante e cansativo aos usuários. No lugar de avisos sonoros, os dispositivos podem também oferecer vozes sintetizadas como a utilizada pelo Amazon Echo, que da mesma maneira, podem ser intrusivas e causar cansaço ao usuário se utilizada de maneira constante para informar. O uso constante de avisos sonoros pode tornar o ambiente ruidoso e por serem intrusivos, os sons podem cansar o usuário pela sua repetição e exigência de atenção. Porém, alguns dos usos mais indicados para avisos sonoros são para informar alertas urgentes, já que rapidamente tomam a atenção do usuário, pelo seu caráter intrusivo.

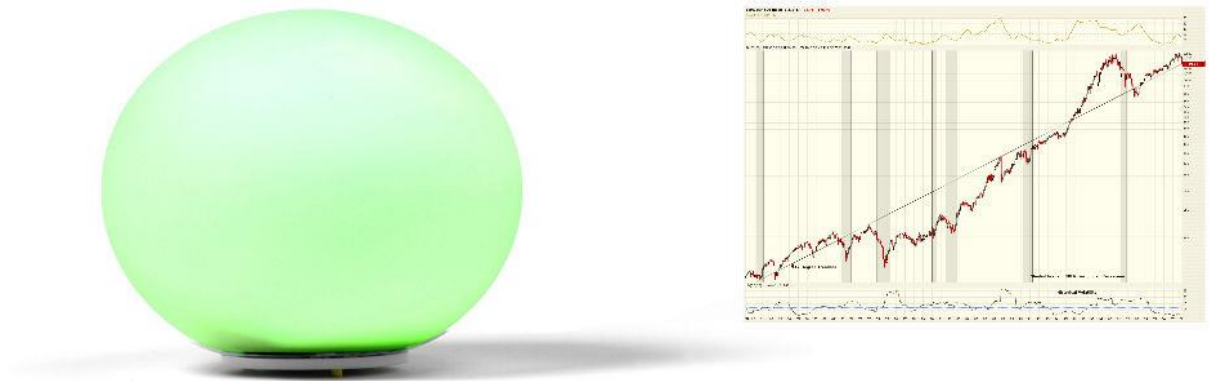
Dispositivos que utilizam de capacidades de captar constantemente os sons do ambiente, fazem surgir questões relacionadas à privacidade, já que não é claro o limite entre o que o dispositivo pode captar do ambiente onde está instalado. O sistema da Amazon, executa os comandos feitos após a palavra de ativação, nesse caso, a palavra “Alexa” deve ser dita para que o dispositivo seja colocado em modo de prontidão.

Apesar de oferecer uma das mais completas ferramentas para a conexão de um ambiente doméstico, o produto oferecido pela Amazon utiliza alertas sonoros para informar e comandos de voz devem ser executados pelo usuário. Como apresentado, o som é uma maneira intrusiva de informar, algo que pode ser uma boa opção para casos de emergência, mas seu uso para informações constantes pode tornar o ambiente inquieto.

Tornar a Tecnologia Calma exige, como apresentado anteriormente, oferecer maneiras de informar, sem que a atenção do usuário seja constantemente requisitada e que permita ser acessada pela atenção periférica. Além de produtos que atendem a comandos de voz e fornecem informações sonoras, a experiência de uso da tecnologia em ambientes conectados pode oferecer maneiras menos perturbadoras para informar em conjunto com interfaces sonoras. Tipos de dispositivos que informam de maneira calma, são os que utilizam a luz que pode ser mais sutil do que um aviso sonoro que toma a atenção dos usuários do ambiente.

O Ambient Orb é um dispositivo em formato de esfera feito vidro fosco que brilha cores diferentes. As cores exibidas podem ser relacionadas ao mercado de ações em tempo real, congestionamento de trânsito, previsões do tempo ou qualquer outra fonte de informação vinda da internet. A aplicação inicial do dispositivo é mostrar o desempenho da bolsa de valores Dow Jones, quando os valores de ações negociadas estiverem em queda o dispositivo se torna vermelho, no caso contrário, o Ambient Orb se torna verde.

Figura 28: Ambient Orb



Fonte: Disponível em: <<https://ambientdevices.com/about/consumer-devices>>.

Com possibilidade rastrear qualquer informação dinâmica baseada na Internet, e não apenas informações financeiras, o Ambient Orb utiliza conexão sem fio com a internet por onde os dados são atualizados constantemente, sem a necessidade de conexão a um computador ou *smartphone*. Qualquer tipo de informação pode ser exibido de maneira sutil pela mudança de cor do objeto.

Figura 29: David Rose, criador do Ambient Orb



Fonte: Disponível em: <<https://ambientdevices.com/about/consumer-devices>>.

A utilização de luzes pode ser uma maneira criar uma saída de informação menos invasiva, mas o uso de luzes apresenta limitações, como tratar as informações com poucas variações de valores, como no exemplo Ambient Orb, uma visão simplificada do desempenho da bolsa é resumida em algumas variações de cores entre o vermelho, laranja e verde.

A utilização de luzes em dispositivos conectados, em comparação com interfaces sonoras, tem como principais benefícios:

- a. Informar de maneira não intrusiva.
- b. Permite informar e não exigir a atenção do usuário, já que o mesmo pode receber a informação de maneira instantânea ao olhar para o dispositivo
- c. Transmitir informações simples de maneira instantânea

Algumas aplicações podem não ser recomendadas para oferecer uma boa experiência:

- a. Transmitir informações complexas
- b. Algumas variações podem causar erro na interpretação, já que o usuário precisa se

lembrar o que cada tom de luz significa

- c. Para mensagens urgentes, já que é necessário o usuário olhar para o dispositivo para ser informado

De uma maneira semelhante ao Ambient Orb, o Ambient Umbrella usa luzes para comunicar informações recebidas por sistemas de previsão de chuva. Caso exista alta probabilidade de chuva, segundo algum serviço meteorológico online, na região do usuário, o guarda-chuva exibe um aviso através de LEDs localizados em seu cabo que se acendem.

Figura 30: Ambient Umbrella. Com LEDs integrados que piscam caso a previsão seja de chuva na região do usuário



Fonte: Disponível em: <<https://ambientdevices.com/about/consumer-devices>>.

Figura 31: Detalhe do cabo do *Ambient Umbrella*



Fonte: Disponível em: <<https://ambientdevices.com/about/consumer-devices>>.

O Ambient Umbrella possui bateria interna e conexão sem fio à internet através da rede *wi-fi* doméstica, onde se conecta com serviços de previsão do tempo. Dessa maneira, o usuário do guarda-chuva não precisa, todos os dias, antes de sair de casa, consultar sobre a probabilidade de chuva, já que o dispositivo antecipa essa informação sem a necessidade de interação e de maneira não intrusiva.

Dentre os exemplos apresentados, as lâmpadas da Philips estão entre os produtos conectados mais adotados. O sistema de iluminação Philips Hue permite mudar para qualquer cor a iluminação do ambiente através da escolha do usuário ou pelo trabalho em conjunto com outros dispositivos como o Amazon Echo. Além da aplicação de cores à iluminação, o sistema permite maior economia de energia elétrica. O produto é vendido com duas ou três lâmpadas e uma ponte, que funciona como um roteador para controlar até 50 lâmpadas, além do aplicativo oferecido *iOS* ou *Android*. A ponte pode ser utilizada para controlar suas lâmpadas remotamente ou vinculá-las a sites da Web, feeds de notícias e caixa de emails, assim como o Ambient Orb, as cores das luzes podem mudar de acordo com a informação recebida por algum serviço online.

Figura 32: Philips Hue



Fonte: Disponível em: <<http://www2.meethue.com/pt-br>>.

Figura 33: Nest



Fonte: Disponível em: <<https://nest.com/>>.

O termostato Nest já foi apresentado nesta pesquisa como um exemplo de dispositivo equipado de sensores e atuadores, porém, é a aplicação do Nest que o destaca como uma aplicação de Tecnologia Calma. Através de seus sensores e sua conexão com a Internet, o Nest identifica padrões na rotina das pessoas do ambiente e faz ajustes na temperatura com base em quando as pessoas estiverem presentes ou ausentes da casa, oferecendo a temperatura que agrada aos moradores sem a necessidade da atuação por parte do usuário. O dispositivo acaba sendo utilizado como uma maneira de economizar energia, já que seu consumo é reduzido quando não é detectada a presença de pessoas nos ambientes. O sistema ainda permite ajustes manuais pela interface do dispositivo ou pelo aplicativo para *smartphone* fornecido pela

fabricante. Além do ajuste de temperatura, o dispositivo ainda pode trabalhar em conjunto com outros aparelhos para combinar a intensidade de luz e até mesmo ser comandado pela voz, caso trabalhe em conjunto com dispositivos similares ao Philips Hue e Amazon Echo.

Os exemplos apresentados possuem modelos de interação que confirmam a necessidade do desenvolvimento de tecnologias calmas, onde a informação pode ser acessada de maneira instantânea se a necessidade de execução de algum comando complexo. Outros exemplos apresentam modelos de interação que podem ser perturbadores. O uso da voz pode simplificar a execução de comandos, porém, exige esforço cognitivo para elaboração de frases claras para o recebimento do sistema.

Mesmo com alguns exemplos que oferecem maneiras de interação que foram projetadas para o contexto de uso em ambientes conectados, uma abordagem mais ampla se faz necessária, o uso entre dispositivos em um mesmo ambiente. Como foi apresentado, o número de objetos conectados aumenta com seus preços se tornando mais acessíveis, a necessidade em pensar na experiência inter-dispositivos, se apresenta como um desafio no trabalho do designer de interação. Esses desafios não foram abordados de maneira profunda nesta pesquisa, mas certamente se faz necessária sua investigação, assim como, a abordagem e análise de objetos que chegarão ao mercado em um curto espaço de tempo. Certamente outros paradigmas de interação surgirão, assim como foi a mudança dos modelos adotados em computadores de mesa para os telefones móveis.

Nesta pesquisa foi adotado o termo ambiente conectado para apresentar a adoção da computação distribuída em ambientes domésticos. Assim como os termos que utilizam do adjetivo “inteligente”, a Internet das Coisas está sendo aplicada de maneira que leva em conta somente a capacidade tecnológica, ou seja, porque se pode fazer do ponto de vista tecnológico, objetos estão sendo conectados à internet e vendidos como objetos inteligentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho constituiu-se na abordagem de questões tecnológicas que oferecem a capacidade de conectar objetos com a internet, propondo, assim, capacidades interativas com esses objetos, porém, a relação do indivíduo que interage com esses objetos conectados utiliza fundamentos do design, que são propostos para a construção de experiências de uso na interação entre o homem e a máquina. Para isso, foi necessário apresentar um panorama tecnológico e suas implicações na exigência da atenção dos usuários durante a interação com esses sistemas.

Ao questionar as capacidades tecnológicas com a finalidade de tornar objetos do cotidiano em pequenos computadores, com capacidade de trocar informações entre si e com poderosos sistemas de processamento de dados, localizados remotamente, este trabalho buscou refletir sobre o problema da atenção em indivíduos expostos a ambientes onde esses objetos conectados se tornam mais presentes e espera-se, com isso, ter sido demonstrado a necessidade de um olhar centrado no ser humano ao propor interações com objetos conectados e interativos, do mesmo modo que foi necessária a reflexão dos fundamentos a serem explorados nas primeiras interfaces gráficas utilizadas em computadores pessoais.

Se para Flusser aparelhos são caixas pretas que brincam de pensar, seriam, então, os objetos aqui apresentados caixas pretas inteligentes? O termo “inteligente”, aplicado aos objetos como televisores e ambientes, respectivamente, *smart TVs* e *smart homes*, tornou-se algo comum para destacar alguns bens de consumo. Ao observar esses objetos, constata-se que o valor computacional das aplicações da Internet das Coisas, o *software*, ou a coisa impalpável, responsável por conferir valor aos instrumentos do mundo pós-industrial, como apresentado por Flusser, não está contido nesses objetos. Esse *software* é executado por outras máquinas e, desse modo, o resultado de suas equações é entregue para o objeto inteligente, ou como foi adotado neste trabalho, para o objeto conectado.

Podemos, então, dizer que os objetos conectados são pontes entre o indivíduo e a máquina, que já se tornam invisíveis aos olhos, distante, na chamada computação em nuvem. Para Weiser, a tecnologia deveria ser calma no sentido de desaparecer. Contudo, contrapondo a visão de que a tecnologia deve ser cada vez mais invisível, um dos possíveis caminhos apontados neste trabalho seria a necessidade de se pensar em interações calmas, ao invés de buscar deixar a tecnologia cada vez mais invisível, ou longe. A tecnologia computacional está presente e a preocupação deve ser tornar a interação com ela calma. Sobre essas interações

calmas, queremos levar o ponto de discussão com mais intensidade para o indivíduo que irá interagir com os objetos conectados, não somente propor aplicações tecnológicas que se utilizem das possibilidades que a redução do tamanho e do custo de componentes eletrônicos possibilitam. Tecnologia invisível ou não, no que tange à experiência de uso dessas tecnologias, o ser humano deve ser colocado no centro dessa relação.

Notamos, assim, a necessidade de ser levado em consideração o problema da atenção ao propor essas interações, em que propostas que utilizam a voz como principal meio de entrada de comandos, conforme analisado anteriormente, não se apresentam como o modelo indicado para ambientes onde a computação distribuída se torna cada vez mais presente. Weiser defendia que a tecnologia deveria ser calma, no entanto, como apresentado neste trabalho, o problema da atenção que surge como discussão na modernidade, por Crary, novamente se manifesta na distribuição das máquinas computacionais, não somente na ocultação das máquinas. Todos esses pontos apresentados apontam para a necessidade de ser considerado por designers responsáveis pelo projeto de sistemas interativos, principalmente de objetos conectados, o questionamento dos paradigmas de interação que foram amplamente aplicados em sistemas em que o usuário estava com sua atenção focada em uma tela, como, por exemplo, ao interagir com computadores ou dispositivos móveis. Com isso, esperamos ter demonstrado essa necessidade de um olhar mais focado no ser humano e não somente na capacidade tecnológica de conectar de maneira aleatória objetos à internet.

O que se conclui neste trabalho, então, é que assim como os paradigmas da interação homem-máquina foram discutidos no momento em que a adoção da computação móvel fez os modelos de interação da era *desktop* serem repensados, a forma como são propostas as interações entre indivíduos e objetos conectados necessitam, da mesma forma, de uma abordagem que leve em consideração a exigência da atenção que não está mais direcionada para uma tela, mas para dezenas de outras interfaces visuais e sonoras espalhadas pelo ambiente. Desse modo, esperamos ter contribuído para uma discussão sobre o design centrado no ser humano em um momento em que as máquinas computacionais se espalham no lar, ambiente antes dedicado ao descanso, que pode se tornar um local perturbador com sinais emitidos constantemente por máquinas que buscam capturar a atenção do indivíduo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHTON, Kevin. *That 'internet of Things' Thing*, 2009. Disponível em: <<http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>>. Acesso em: 03 out. 2015.

BAMBOZZI, Lucas; BASTOS, Marcus; MINELLI, Rodrigo. *Mediações, tecnologia e espaço público: panorama crítico da arte em mídias móveis*. São Paulo: Conrad, 2010.

BEIGUELMAN, Giselle; LA FERLA, Jorge. *Nomadismos Tecnológicos*. São Paulo: Senac, 2011.

BEIGUELMAN, Giselle. Entre Hiatos e Intervalos: a estética da transmissão no âmbito da cultura da mobilidade. In: ARAÚJO, Denize Correa. (Org.). *Imagem (ir)realidade: comunicação e cibermídia*. Porto Alegre: Sulinas, 2006, p. 152-162.

_____. Admirável mundo cívico. In: BRASIL, André et. al. (Org.). *Cultura em Fluxo (novas mediações em rede)*. Belo Horizonte: PUCMinas, 2004, p. 264-282. Disponível em: < www.pucsp.br/~gb/texts/cibridismo.pdf >. Acesso em: 30 out. 2015.

BRETON, David Le. *O Homem-Máquina: a ciência manipula o corpo – adeus ao corpo*. São Paulo: Companhia das Letras, 2003.

CARDOSO, Rafael. *Design para um mundo complexo*. São Paulo: Cosac Naify, 2013.

CASE, Amber. *Calm Technology*. California, USA: O'Reilly Media, Inc. 2016.

DANIELS, Dieter. *Strategies of Interactivity*. 2008. Disponível em: <https://www.hgb-leipzig.de/daniels/vom-readymade-zum-cyberspace/strategies_of_interactivity.html>. Acesso em: 29 out. 2015.

DARWIN, Charles Robert. *The descent of man, and selection in relation to sex*. 1981. Disponível em: <<https://teoriaevolutiva.files.wordpress.com/2014/02/darwin-c-the-descent-of-man-and-selection-in-relation-to-sex.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2017.

DELGAUDIO, Michael. *The internet of Things: keeping it human*. 2013. Disponível em: < <http://designmind.frogdesign.com/2013/12/internet-things-keeping-human-2> >. Acesso em: 25 mar. 2017.

DOURISH, Paul. *Re-space-ing place: 'place' and 'space' ten years on*. 2006. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.88.1408&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 16 out. 2015.

DOURISH, Paul. et al. *Culture mobilities: diversity and agency in urban computing*. 2007. Disponível em: <<http://www.dourish.com/publications/2007/cultural-mobilities-interact.pdf>> Acesso em: 30 out. 2015.

DUNNE, Anthony. *Hertzian Tales: electronic products, aesthetic experience, and critical design*. Cambridge MA: MIT Press, 2008.

FLUSSER, Vilém. *Filosofia da caixa preta: ensaios para uma futura filosofia da fotografia*. São Paulo: Hucitec, 1985

FOTH, Marcus. *Street Computing: urban informatics and city interfaces*. Abingdon UK: Routledge, 2014.

GAZZALEY, Adam; ROSEN, Larry. *The Distracted Mind - Ancient Brains in a High-Tech World*. Cambridge, MA: MIT Press, 2016

GREENGARD, Samuel. *The internet of Things*. Cambridge, MA: MIT Press, 2015.

GROSSMANN, Martin. *Do ponto de vista à dimensionalidade*. 2006. Disponível em: <<http://www.companhiadoscursos.com.br/pdf/aqi024/grossmann.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2015.

KRANENBURG, Rob Van. *The internet of Things: a critique of ambient technology and the all-seeing network of RFID*. Amsterdam: Colophon, 2008.

LADLY, Martha; BEESLEY, Philip. *Mobile Nation: creating methodologies for mobile platforms*. Riverside, 2008.

LEÃO, Lúcia. *O Labirinto da Hiperímia: arquitetura e navegação no ciberespaço*. São Paulo: Iluminuras, 1999.

LEMO, André. *Mídia Locativa e Território Informacional*. 2007. Disponível em: <http://geografias.net.br/pdf/Midia_Locativa_e_Territorios_Informacionais.pdf>. Acesso em: 03 out 2015.

_____. *Cibercultura*. 2. ed. Porto Alegre: Sulinas, 2004.

_____. *Cidade Digital: portais, inclusão e redes no Brasil*. Salvador: UFBA, 2007.

_____. *Cibercultura e Mobilidade: a era da conexão*. 2008. Disponível em: <<http://www.razonypalabra.org.mx/anteriores/n41/alemos.html>>. Acesso em: 03 out. 2015.

_____. *Comunicação e práticas sociais no espaço urbano: as características dos dispositivos híbridos móveis de conexão multirredes (DHMCM)*. Disponível em: <<http://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/andrelemos/DHMCM.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2015.

_____. *Cultura da Mobilidade*. *Revista FAMECOS*, Porto Alegre, n. 40, dez., 2009. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistafamecos/article/viewFile/6314/4589>>. Acesso em: 03 out. 2015.

_____. *Jogos móveis locativos: cibercultura, espaço urbano e mídia locativa*. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/viewFile/13813/15631>>. Acesso em: 6 dez. 2015.

- LENZ, Ronald. *Locativa media*. 2007. Disponível em: <<http://spresearch.waag.org/images/LocativeMedia.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2015.
- LEVIN, Vladimir. *Evaluating Unattended Technology, a Subset of Calm Technology*. 2008. Disponível em: < <https://uwspace.uwaterloo.ca/handle/10012/4065> >. Acesso em: 19 fev. 2017.
- LÉVY, PIERRE. *As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na Era da Informática*. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1998.
- MAEDA, John. *As leis da simplicidade: design, tecnologia, negócios, vida*. MIT Press, 2007.
- MCEWEN, Adrian; CASSIMALLY, Hakim. *Designing the internet of Things*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2014.
- MOURA, Mônica. *O design de hipermídia*. 2003. Tese. 3 v. (Doutorado em Comunicação e Semiótica) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003.
- MOUSA, Assem Abdel Hamed. *Ubiquitous/Pervasive Computing*. 2013. Disponível em: < <http://www.itu.int/en/Lists/consultation2015/Attachments/41/45.3104.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2017.
- MURRAY, Janet. *Hamlet no Holodeck: o futuro da narrativa no ciberespaço*. São Paulo: Editora Unesp, 2003.
- NARDI, Antonio Egidio; QUEVEDO, João; SILVA, Antônio Geraldo. *Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: teoria e clínica*. Porto Alegre: ARTMED, 2015.
- NORMAN, Donald Arthur. *The Design of Everyday Things*. London: The MIT Press, 2000. (Original: NORMAN, Donald A. *The Psychology of Everyday Things*). New York: Basic Books, 1988.
- _____. *Memory and attention: an introduction to human information processing*. New York: Wiley, 1975.
- NOVAES, Adauto. *O homem-máquina: a ciência manipula o corpo*. São Paulo: Companhia das Letras, 2003.
- PARENTE, André. *Imagem Máquina: a Era das Tecnologias do Virtual*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.
- PENNA, Antônio Gomes. *Introdução à Psicologia Cognitiva*. São Paulo: EPU, 1984.
- PREECE, Jennifer; ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen. *Design de interação: além da interação homem-computador*. Porto Alegre: RS: Bookman, 2005.
- ROCHA, Cleomar. *Pontes, janelas e peles: compreensão e experiência com interfaces Computacionais*. 2009a. Disponível em: <http://conferencias.ulusofona.pt/index.php/sopcom_iberico/sopcom_iberico09/paper/viewFile/295/272>. Acesso em: 22 jan. 2017.

_____. Pontes, janelas e peles: contexto e perspectivas taxionômicas das interfaces computacionais. *Relatório de estágio pós-doutoral em Tecnologias da Inteligência e Design Digital*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009b.

ROSE, Karen; ELDRIDGE, Scott; CHAPIN, Lyman. *The internet of Things: An Overview: Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World*. 2015. Disponível em: <https://www.internetsociety.org/sites/default/files/ISOC-IoT-Overview-20151014_0.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2017.

ROWLAND, Claire; GOODMAN, Elizabeth; CHARLIER, Martin; LIGHT, Ann; LUI, Alfred. *Designing Connected Products: UX for the Consumer internet of Things*. Califórnia, USA: O'Reilly Media, Inc., 2015.

ROYO, Javier. *Design Digital*. São Paulo: Editora Rosari, 2008.

SANTAELLA, Lúcia. *Culturas e artes do pós-humano: da cultura das mídias à cibercultura*. São Paulo: Paulus, 2003.

_____. *A Percepção: uma teoria semiótica*. São Paulo: Experimento, 1993.

_____. *A ecologia pluralista das mídias locativas*. 2008. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistafamecos/article/view/4795/3599>>. Acesso em: 6 dez. 2015.

_____. *Mídias locativas: a internet móvel de lugares e coisas*. 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.univerciencia.org/index.php/famecos/article/viewArticle/5371>>. Acesso em: 4 out. 2015.

SHEPARD, Mark. *Locative Media as Critical Urbanism*. 2007. Disponível em: <<http://www.spatialturn.de/Abstracts/Shepard.pdf>>. Acesso em: 4 out. 2015.

SONSINO, Alexandra Deschamps. *I make things: mapping the creative industries*. 2012. Disponível em: <<http://designswarm.com/blog/2012/01/i-make-things-mapping-the-creative-industries/>>. Acesso em: 19 fev. 2017.

SOUZA E SILVA, Adriana; FRITH, Jordan. *Mobile interfaces in public spaces: Locational Privacy, Control, and Urban Sociability*. New York, NY: Routledge, 2012.

SOUZA E SILVA, Adriana; SELLER, Mimi. *Mobility and Locative Media: mobile communication in hybrid spaces*. New York, NY: Routledge, 2014.

SOUZA E SILVA, Adriana. Do ciber ao híbrido: tecnologias móveis como interfaces de espaços híbridos. In: ARAUJO, Denize Correa (Org.). *Imagem (ir)realidade: comunicação e cibermídia*. Porto Alegre: Sulina, 2006.

TUGUI, Alexandru. *Designing Calm Technology*. 2004. Disponível em: <<http://ubiquity.acm.org/article.cfm?id=985617>>. Acesso em: 19 fev. 2017.

VELLOSO, Ricardo Viana. *O ciberespaço como ágora eletrônica na sociedade contemporânea*. Brasília: Ciência da Informação, 2008.

WEISER, Mark. The computer for the 21st Century. *Scientific American*, v. 3, n. 265, p. 94-104, 1991.

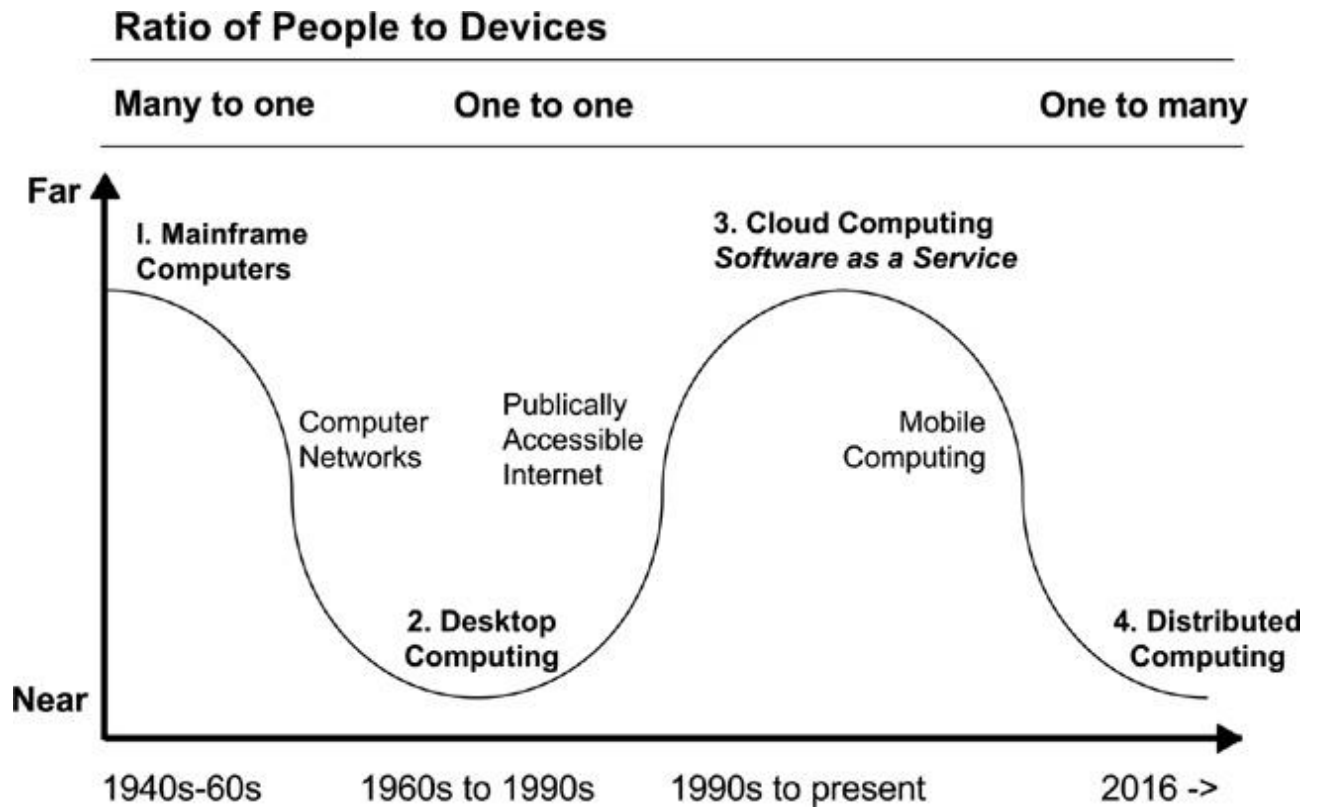
WEISER, Mark. *Ubiquitous Computing*. 1996. Disponível em: <<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

WEISER, Mark; BROWN, John Seely. *The coming age of calm technology*. 1996. Disponível em: <<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/acmfuture2endnote.htm>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

WEISER, Mark; BROWN, John Seely. *Designing Calm Technology*. 1995. Disponível em: <<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/calmtech/calmtech.htm>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

ANEXOS

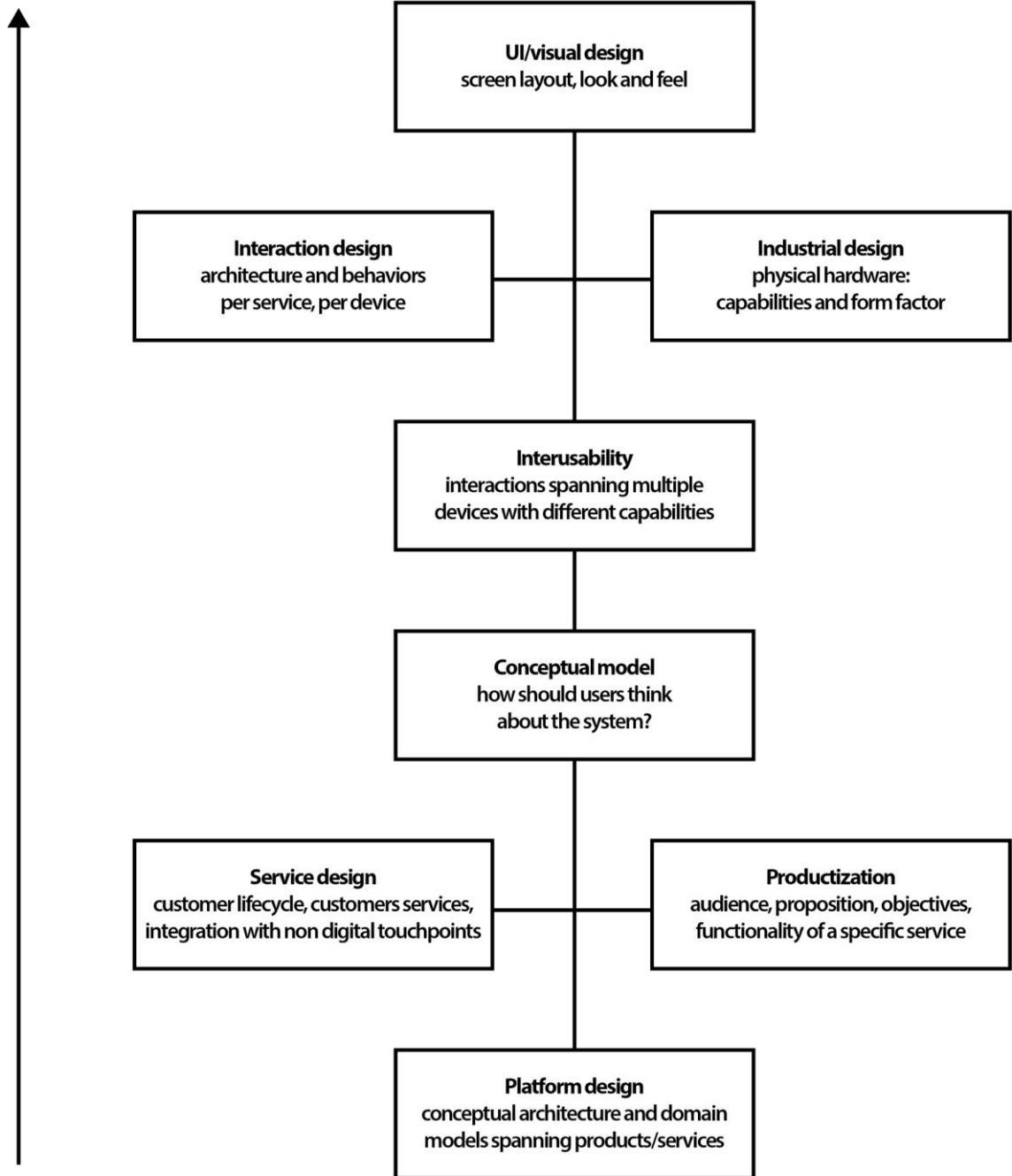
Comparativo entre as eras computacionais



Fonte: Amber Case, Calm Technology, 2016.

Disciplinas do design

Most visible



Least visible

Fonte: Claire Rowland et al - Tradução e adaptação livre do autor.