

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/339245003>

Intelligence and consciousness in the machinic extensions of the human body

Conference Paper · October 2019

DOI: 10.1145/3359852.3359905

CITATIONS

0

READS

309

6 authors, including:



Hermes Hildebrand
University of Campinas

19 PUBLICATIONS 13 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Milton Sogabe
Universidade Anhembi Morumbi

21 PUBLICATIONS 14 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Fernando Fogliano
Senac São Paulo

29 PUBLICATIONS 22 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

A inteligência e a consciência nas extensões maquinicas do corpo humano

Intelligence and consciousness in the machinic extensions of the human body

SCIArts – Equipe
Interdisciplinar*

Fernando Luiz Fogliano[†]
SENAC
São Paulo/SP, Brasil

Hermes Renato Hildebrand[‡]
Universidade Estadual de Campinas –
UNICAMP

Campanas/SP, Brasil

Júlia Camille Blumenschein[§]
São Paulo/SP, Brasil

Milton Terumitsu Sogabe[¶]
Universidade Anhembi-Morumbi
São Paulo/SP, Brasil

Rosângela da Silva Leote^{||}
Universidade Estadual Paulista –
UNESP
São Paulo/SP, Brasil

*A autoria é do grupo SCIArts - Equipe interdisciplinar. Os nomes dos co-autores estão alocados em ordem alfabética. O SCIArts é uma equipe interdisciplinar criada em 1996, que atua com reflexão e produção de obras na confluência entre arte, ciência e tecnologia, formada por Fernando Fogliano, Júlia Blumenschein, Milton Sogabe, Renato Hildebrand e Rosângela Leote. Recebeu o Prêmio Sérgio Motta 2000 (Menção) e 2005 (Melhor obra).

[†]Fernando Luiz Fogliano é doutor e mestre em Comunicação e Semiótica pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Pós-doutor pelo Instituto de Artes da UNESP. É docente e ministra disciplinas relacionadas à Tecnologia e Fotografia Digital e Design de Interfaces Interativas. Desenvolve pesquisas que envolvem o uso e a compreensão das novas tecnologias da imagem em sua inserção na cultura e produção de conhecimento.

[‡]Hermes Renato Hildebrand é doutor em Comunicação e Semiótica pela PUC-SP. É professor da UNICAMP e PUC-SP e exerce o cargo de vice-coordenador da Pós-Graduação em Tecnologia da Inteligência e Design Digital, da PUC-SP. Tem experiência nas áreas de semiótica, educação, comunicação, artes, jogos eletrônicos com ênfase na produção de interfaces interativas utilizado as tecnologias e sistemas digitais. Estuda o potencial destas interfaces em suas interações e mediações.

[§]Júlia Camille Blumenschein é doutoranda em Artes na UNESP e mestre em Tecnologias da Inteligência e Design Digital pela PUC-SP. É designer e atua, principalmente, em design editorial. Venceu o Prêmio Abril de Jornalismo em duas categorias: Projeto gráfico e matéria completa (prêmios coletivos), e foi finalista em outras duas ocasiões: em 2012 pelo blog 'Tranqueiras' e em 2008 pelo jogo online 'Ciência contra o Crime'.

[¶]Milton Terumitsu Sogabe é doutor e mestre em Comunicação e Semiótica pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Pós-doutor em Portugal pela Universidade de Aveiro. Foi docente na Faculdade de Artes Plásticas da FAAP, no Instituto de Artes da Universidade Estadual Paulista – UNESP de 1994 a 2017 e, desde 2017, é docente na Universidade Anhembi Morumbi. Atuou como coordenador de graduação, coordenador de pós-graduação e vice-diretor na UNESP.

^{||}Rosângela da Silva Leote é Artista/pesquisadora com produção entre Arte, Ciência, Tecnologia (instalações multimídias interativas, tecnoperformances, esculturas sonoras, objetos interativos, vídeos e outros). É Pós-doutora na Universidade Aberta (Lisboa-PT – FAPESP); Doutora em Ciências da Comunicação (ECA/USP- CNPq). Coordenou o PPG em Artes (UNESP) por quatro anos. É Chefe do Departamento de Artes Plásticas do Instituto de Artes da UNESP. É autora do livro ARTECIÊNCIA (Editora UNESP – 2015).

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

ARTECH 2019, October 23–25, 2019, Braga, Portugal

© 2019 Association for Computing Machinery.

ACM ISBN 978-1-4503-7250-3/19/10...\$15.00

10.1145/3359852.3359905

ABSTRACT

The questioning about intelligence and consciousness in machines is discussed here, departing from the observation of the human body extensions used to amplify the human potential. Therefore, we approach types of machinic extensions, understood as muscular, sensory and cerebral, and going to the concepts of intelligence and artificial awareness. In this context, the use of such technologies in the creative construction of Art is presented, including Generative Art. It is intended that the debate about the possibility that, in the future, machines will be able to create and thus be considered conscious and intelligent.

RESUMO

O questionamento sobre inteligência e consciência em máquinas é discutido aqui partindo da observação de extensões corporais utilizadas para amplificar o potencial humano. Para tanto, são abordados tipos de extensões maquinicas, entendidas como musculares, sensoriais e cerebrais, seguindo para os conceitos sobre inteligência e consciência artificial. Neste contexto, são apresentadas as utilizações de tais tecnologias na construção criativa da Arte, incluindo Arte generativa. Propõe-se o debate acerca da possibilidade de, num futuro, máquinas serem capazes de criar e assim serem consideradas conscientes e inteligentes.

KEYWORDS

Artificial Intelligence, Consciousness, Body Extensions, Generative Art.

PALAVRAS-CHAVE

Inteligência Artificial, Consciência, Extensões Corporais, Arte generativa.

ACM Reference Format:

SCIArts – Equipe Interdisciplinar, Fernando Luiz Fogliano, Hermes Renato Hildebrand, Júlia Camille Blumenschein, Milton Terumitsu Sogabe, and Rosângela da Silva Leote. 2019. A inteligência e a consciência nas extensões maquinicas do corpo humano: Intelligence and consciousness in the machinic extensions of the human body. In *9th International Conference*

on Digital and Interactive Arts (ARTECH 2019), October 23–25, 2019, Braga, Portugal. ACM, Applied Computing → Arts and Humanities → Media Arts 10.1145/3359852.3359905

1 INTRODUÇÃO

A inteligência, a consciência e a emoção estarão presentes nas máquinas? Este questionamento surge num contexto onde o desenvolvimento exponencial da tecnologia e as transformações acontecem numa velocidade cada vez maior, onde em uma década vemos novas realidades jamais imaginadas. E a polémica entre humano e máquina está presente desde o surgimento destas. Para refletirmos esta questão, tomamos como ponto de vista pensar as máquinas como parte do processo transdutivo, naturalizante e materializador do pensamento humano. As primeiras imagens gravadas nas cavernas são consideradas como uma etapa da materialização do pensamento humano, através de processos e tecnologias criadas para essa necessidade que se colocou ali, naquele momento. Aquelas imagens que estavam na mente dos humanos daquela época, ganharam visibilidade no mundo externo. Ao longo da evolução, desenvolvemos várias tecnologias que viemos a considerar como extensões do nosso corpo. Estas tecnologias são a concretude dos nossos conhecimentos. Elas afetam nosso pensamento e vice-versa, nos permitindo dizer que ambos são estados de um mesmo elemento, como a água na transformação de seus estados físicos. A complexificação destes “estados” conferiu diferentes formas de ampliação de nosso pensamento, estreitando a aproximação do que partiu de extensões do corpo para imbricações com nosso organismo, que hoje são difíceis de distinguir. Quanto mais transformamos as máquinas, mais nos identificamos com elas a ponto de termos que nos perguntar: está na hora de revermos os conceitos de inteligência, consciência e emoção quando as analisamos? A construção do robô humanóide¹ “Sophia”², que parece ser uma máquina com inteligência, e muito mais as séries “Replee” e “Geminoid”³, que até nos iludem sobre a sua “artificialidade”, nos causa estranheza. Nos parece que esta estranheza, que se intensificou paulatinamente, teve sua origem fincada no medo representado pelas máquinas surgidas no século XVIII. Em 1969, Marshall McLuhan[18] declarou que toda tecnologia é uma extensão ou auto-amputação de nosso corpo. Vilém Flusser[8] disse que os instrumentos são mais eficientes, simulando e prolongando nossos órgãos. Então, nossas extensões maquinicas são amplificadas pela tecnologia no seu potencial. Em sintonia com estes pensamentos, Lucia Santaella[23, p. 34] apresentou três níveis de relação homem-máquina, sendo as máquinas musculares, sensoriais, e as cerebrais. Entendemos que esses três níveis não são etapas em desenvolvimento tão isoladas, mas apresentam um aspecto predominante em cada uma delas, de acordo com o grau de conhecimento científico e do desenvolvimento tecnológico em cada período no qual surgiram e coexistem na atualidade. Neste artigo partimos da classificação de Santaella para apontar o desenvolvimento histórico das extensões maquinicas, das quais destacamos aspectos específicos da anatomia humana, através da mecânica que

se relaciona mais com os movimentos e com a força física, da elétrica caracterizada pelos fluxos e transmissões, e do computacional, que trabalha com os processamentos de informações que simulam os processamentos cerebrais. Já há muitos anos a Inteligência Artificial é um fato, apesar da discussão não resolvida sobre o que seja a inteligência. De qualquer maneira, este momento parece ser o futuro e, ao mesmo tempo, uma pré-história do que está por vir. Fato que aponta para grandes avanços tecnológicos com o desenvolvimento da Inteligência Artificial, inclusive por seu progresso exponencial previsto através da Computação Quântica, num futuro muito próximo, fazendo crucial o debate sobre a possibilidade da consciência, da moral, da criatividade e da emoção que poderão estar presentes nas máquinas e suas consequências. Ao mesmo tempo, constatamos que esse desenvolvimento vem acompanhado de aperfeiçoamentos importantes para a vida, tais como as próteses para várias partes do corpo, que já se tornaram um lugar comum. Nesse contexto, batizado de pós-humano, a relação e o diálogo do corpo do ser humano com o corpo artificial das nossas extensões maquinicas acontece em diversos níveis, e a arte não se faz ausente desta realidade. Visado fazer uma visualização lógica histórica e contextualizada, optamos por sintetizar o desenvolvimento das máquinas - assunto que o leitor especializado já terá em seu repertório - antes de entrarmos no cerne das ideias que motivaram este texto, a consciência, criação e emoção, em máquinas, e que aparecem no item 4 – Extensões cerebrais.

2 EXTENSÕES MUSCULARES

Apesar de todas as classificações exigirem escolhas de recorte e, portanto, gerarem exclusões, apoiamo-nos na proposição dos tipos de máquinas, feita por Santaella (1997) e agregamos o pensamento de McLuhan (1969) para fazermos um apanhado histórico e identificatório do desenvolvimento de tecnologias que trouxeram o estado complexo da capacidade maquinica que vivenciamos hoje. Para isto, escolhemos apresentar as máquinas tipificadas como extensões, sendo elas as musculares, as sensoriais e as cerebrais. Na vida cotidiana, o ser humano encontra vários problemas, os quais vai solucionando criativamente. No contexto da pré-história, a força muscular era um fator predominante para a sobrevivência. Nesse sentido, as necessidades fizeram com que fossem desenvolvidas várias ferramentas e tecnologias para aumentar essa força. As ferramentas manuais são extensões que facilitam e amplificam as atividades onde usamos nossas mãos, as quais também vão se adaptando e expandindo suas habilidades. Em aproximação ao pensamento de McLuhan, Flusser[8] declara:

“Instrumentos são prolongações de órgãos do corpo: dentes, dedos, braços, mãos prolongados. Por serem prolongações, alcançam mais longe e fundo a natureza, são mais poderosos e eficientes. Os instrumentos simulam os órgãos que prolongam: a enxada, o dente; a flecha, o dedo; a martelo, o punho. Graças à revolução industrial, passam a recorrer a teorias científicas no curso da sua simulação de órgãos.” [8, p.39]

O machado de pedra lascada, uma das primeiras ferramentas que amplificaram o potencial da força da mão, foi essencial para a sobrevivência da espécie. A alavanca também é um sistema que amplifica a força muscular humana e, provavelmente, já existia na

¹ Este tipo de robô, que visualmente se assemelha ao ser humano, passou a ser chamado de actroide.

² Criada por David Hanson, em 2015 e comercializada por HansonRobotics: www.hansonrobotics.com/. Acesso em: 20 abr. de 2019.

³ Criado por Hiroshi Ishiguro, em 2005. Hoje a série Geminoid possui três formatos, incluindo uma mulher. É comercializada por Hiroshi Ishiguro Laboratories: www.geminoid.jp. Acesso em: 20 abr. de 2019.



(a) Autômato de Maillardet



(b) Desenho de um navio realizado por ele

Figura 1: Autômato de Maillardet e o desenho de um navio realizado por ele

pré-história. Sabemos que em 5.000 a.C. os egípcios a usavam, mas foi Arquimedes quem acabou por formular o princípio, em 260 a.C., sendo conhecida sua frase

“Dê-me uma alavanca suficientemente longa e um fulcro para apoiá-la e moverei o mundo”[2, p.114]

O guindaste foi outro recurso desenvolvido na antiguidade para levantar pesos que os braços jamais conseguiriam suspender, assim como outros sistemas utilizando polias. As tecnologias surgidas são altíssimas e “novas” em suas épocas. Tanto é que continuamos a usá-las em nossa contemporaneidade, seja para finalidades artísticas ou para qualquer outra aplicação no mundo em evolução. Não há engenharia civil ou naval sem guindastes, por exemplo. Isto reforça a ideia de que não existe nem nova, nem velha tecnologia. Sistemas mais complexos utilizando mecânica, hidráulica e/ou pneumática, fizeram surgir um corpo que se movimenta mimetizando um ser vivo. Conhecido como autômato, esse corpo mecânico não precisa de eletricidade e, desde a Antiga Grécia⁴ já era desenvolvido com o objetivo de desempenhar atividades físicas automaticamente. O detalhamento e reprodução dos movimentos mecânicos das articulações chegaram a um requinte tal que, em 1805, o relojoeiro suíço Henri Maillardet desenvolveu um autômato capaz de desenhar e escrever poemas⁵.

Os autômatos foram ganhando refinamento e adquirindo mais capacidades e complexidades, transformando-se no que atualmente denominamos de robôs. No contexto da tecnologia computacional, os robôs podem correr, subir escadas, dar cambalhotas, dançar, fazer exercícios físicos, falar e mover os músculos da face, imitando várias atividades humanas. O Jouhou System Kougaku Laboratory⁶, da Universidade de Tokyo, liderado pelo prof. Masayuki Inaba desenvolveu o robô humanóide “Kengoro”, que simula os movimentos articulares e musculares humanos, fazendo flexões com os braços, abdominais, torções com as costas e até imitando o suor, fazendo sair

⁴Heron de Alexandria desenvolveu autômatos desde o século I, e existem registros de que Ctesibius (285-222 a.C.) já fazia experimentações com princípios da pneumática para criação de autômatos. Disponível em: www.britannica.com. Acesso em: 20 abr. de 2019.

⁵Disponível em: <https://benthamopen.com/contents/pdf/TOAIJ/TOAIJ-2-21.pdf>. Acesso em: 20 abr. de 2019.

⁶Mais informações em <http://www.jsk.t.u-tokyo.ac.jp/>, Acessado em 20 de julho de 2019.)

vapor de sua estrutura para refrigerar o sistema, tal como acontece nos seres humanos[1]. Mas as extensões musculares não apenas ampliam, como também substituem partes corpóreas. Tal recurso instaurou o conceito de ciborgue. Em relação aos recursos utilizados para substituir partes de nosso corpo com próteses, a história retorna há quase 3 mil anos. A pesquisadora Jacky Finch[17], da Universidade de Manchester, acredita que uma múmia feminina egípcia pode ser considerada a primeira usuária de próteses. Ela foi encontrada com um dedo de madeira com fixadores de couro⁷ e, segundo os indícios, o dedo funcionava de fato e ajudava a pessoa a caminhar. Não era apenas um adorno para o além-morte para ter o corpo completo quando retornasse à vida, como era costume dos egípcios. Outra referência antiga de prótese, demonstrando a adaptação

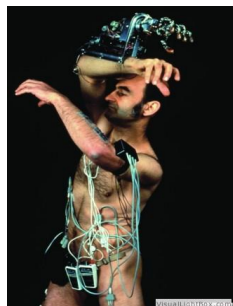


Figura 2: Prótese de um dedo atribuído à uma mulher egípcia que viveu há 3 mil anos

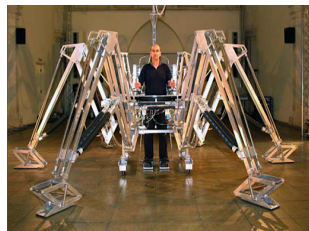
destas com as articulações do corpo humano, é a perna de Capua, encontrada numa tumba na Itália, feita de cobre e madeira, que data de 300 a.C.[2, p.105] Com o desenvolvimento tecnológico as próteses alcançaram uma sofisticação que se tornou igual ou superior à própria parte amputada, em termos de eficiência, criando polêmica relacionada à ética, como aconteceu com o velocista sul africano Oscar Pistorius com sua prótese de fibra de carbono. Apesar de ser deficiente, ele foi proibido de competir pois poderia levar vantagem sobre os não deficientes, o que foi considerado “tecnodoping”[20]. Na arte, a figura emblemática de Stelarc se destaca. Ele é um artista polêmico que tem o conceito de que o nosso corpo é obsoleto e por isso é preciso redesenhá-lo buscando diferentes filosofias, formas de pensamento e adaptação ao ambiente tecnológico que criamos. Sua obra “Third Hand”⁸(1980), apresenta um terceira mão que não é um elemento protético para substituir um mão, mas sim para amplificar o corpo temporariamente e com finalidades poéticas. Ele é controlado pelos sinais elétricos dos músculos. Com a “Muscle

⁷Disponível em: clinaecirurgiadope.com.br. Acesso em: 20 abr. 2019.

⁸Disponível no site oficial do artista: <https://stelarc.org/projects.php>. Acesso em 20 abr. 2019.



(a) "ThirdHand"



(b) "MuscleMachine"

Figura 3: "ThirdHand"(1980) e "MuscleMachine", de Stelarc

Machine"⁹ (2003) ele é controlado pelos sinais elétricos dos músculos. Esta performance é um aprimoramento de uma obra anterior a "Hexapod" (2003), um exoesqueleto com seis pernas. A nova estrutura utiliza atuadores fluidicos para os músculos e é controlada pelo artista, que se situa no centro da carenagem movimentando-se no espaço com as seis pernas. Estas obras representam uma amplificação da estrutura anatômica, que afetam os movimentos corporais e que têm como predecessores os exoesqueletos criados com finalidades bélicas para ampliar a força e os movimentos. Hoje eles são comercializados para fins diversos.

3 EXTENSÕES SENSORIAIS

Sabemos que os sentidos não são gerados apenas nos sensores naturais como olhos, ouvidos, nariz, língua e pele, mas fazem parte de um sistema conectado com nosso corpo inteiro (o que inclui cérebro e sistema nervoso periférico). Além disso, os estudos sobre os sentidos já dão conta de mais de doze tipos, o que vai muito além dos cinco mais conhecidos. Para as finalidades deste artigo, fazemos referência maior aos aparatos sensoriais do que a todo o processo perceptivo. As tecnologias sensórias desenvolveram-se de forma irregular. Primeiro tivemos as linguagem e equipamentos relativos à visão e à audição. Até antes da tecnologia digital, olfato, paladar e tato, não tinham dispositivos de captação, registro ou reprodução. Tal fato começa a se alterar com o nariz artificial, pele artificial sensível e paladar eletrônico. No contexto da medicina este tema é atual, pois a tecnologia permite corrigir vários problemas com nossos sensores biológicos, como os dispositivos auditivos e visuais, para que regularizem nossas capacidades naturais anteriores. A tecnologia da visualidade é a que mais se desenvolveu desde o surgimento das primeiras lentes que datam de 640 a.C., já com a função de ampliar nossa visão. Os aparelhos ópticos como microscópio e telescópio surgiram principalmente a partir do Renascimento. Estes equipamentos estenderam nossa capacidade de ver as coisas, tanto para o muito pequeno, quanto para o muito distante, assim como transformaram nossa visão de mundo[22]. A câmera obscura também é um equipamento óptico, com fenômeno semelhante ao nosso olho, que mudou o paradigma imagético e influenciou a arte. Nossa visão também foi expandida através dos Raios X, Infravermelho e outras faixas para além do espectro eletromagnético visível para o

humano. As câmeras e as sondas espaciais estenderam nossa visão para fora do planeta. Atualmente a computação visual é a ciência que estuda as "máquinas que enxergam" e, com os conhecimentos da neurobiologia, conseguimos construir dispositivos e sistemas que imitam esses aspectos. Geralmente não é só a parte física do "olho artificial", mas principalmente os programas computacionais que estão atuando com eles, que permitem essa diversidade de atividades[25]. A questão da amplificação da voz já estava presente no teatro grego, que chegava a ter platéias com mais de 50 mil pessoas. Ali, por melhor que fosse a acústica do teatro, a voz do ator não alcançava o espaço todo. Para resolver o problema, as máscaras tinham uma adaptação de um cone na área da boca que auxiliava o ator a projetar sua voz no espaço. Ali parece ter surgido um precursor do megafone, como um dispositivo para amplificar a voz humana[19, p.243]. O tato pode ser considerado um sentido que está presente na maioria dos sentidos exteriores, uma vez que diz respeito ao contato físico de um elemento com nosso corpo. Assim acontece com a luz nos olhos, o som no ouvido, o odor nas narinas, os alimentos na língua e tudo mais em contato com nosso corpo.

Na Universidade de Lund¹⁰, na Suécia, uma equipe desenvolve pesquisas sobre próteses de mãos, que possuem além dos movimentos, uma sensibilidade próxima a de uma mão natural. A mão é composta por motores e vários sensores conectados aos nervos dos braços, os quais enviam as informações para o cérebro e permitem que o sujeito sinta os músculos e dedos das mãos segurando um objeto, como se todos os músculos estivessem lá funcionando. O Dr. Goran Lundborg, pesquisador dessa equipe, continua desenvolvendo pesquisas a fim de avançar no conhecimento das conexões das mãos com o cérebro. A Neurotecnologia permitirá em breve a informação acontecer no caminho inverso, indo do cérebro para a mão artificial, declara Lundborg. Estas tecnologias que imitam nosso corpo, podem ser aplicadas, tanto agregadas à ele, tornando-nos o que se pode chamar de ciborgue¹¹, como em uma máquina humanóide. Neil Harbisson e Moon Ribas são artistas que têm um implante no corpo que permite-lhes uma percepção diferente do mundo. Harbisson possui acromatopsia, ou seja, enxerga tudo em branco e preto, mas hoje tem uma antena denominada "eyeborg"¹² implantada no seu crânio, que permite transformar as frequências de luz em frequências sonoras, codificando e permitindo que "ouça" as cores no mundo. Isto é, os sinais em cores, captados pela câmera são convertidos em sinais sonoros, simulando uma sinestesia¹³. O artista também é um ativista ciborgue, lutando pelos direitos dos ciborgues. Desenvolve arte explorando a relação da visão com o som. Junto com Moon Ribas, outra artista, iniciou em 2010 a "Fundação Ciborgue"¹⁴, para ajudar pessoas ciborgues, defenderem seus direitos e fazer arte. Moon Ribas é coreógrafa e dançarina. Em 2013 implantou um chip no seu pé, que é um sismógrafo digital, para

¹⁰Disponível em: exame.abril.com.br/ciencia/italiana-testa-com-sucesso-mao-bionica-sensivel-ao-toque/. Acesso em: 20 abr. 2019.

¹¹O tema ciborgue já tinha sido iniciado por Donna Haraway, em 1985, com seu Manifesto Ciborgue.

¹²Fotos por Lars Norgaard.

¹³Trabalhamos aqui a concepção de sinestesia conforme tratada pela neurociência, onde um sinesteta possui, de forma natural, a condição sinestésica sem que esta possa ser controlada por ele. O termo sinestesia, entretanto, é aplicado pelos artistas, inclusive Harbisson, de forma descompromissada com a sua aplicação científica. Este tema foi melhor abordado no livro *ArteCiênciaArte*[16]

¹⁴Site oficial da Cyborg Arts: www.cyborgarts.com/ e da Ciborg Foundation: www.ciborgfoundation.com. Acesso: 20 abr. 2019.

⁹Disponível no site oficial do artista: <https://stelarc.org/projects.php>. Acesso em 20 abr. 2019.



Figura 4: Neil Herbisson e o “eyeborg”

captar tremores da terra que vibram sua perna. Declara que sente duas pulsações, o batimento cardíaco do seu coração e o do planeta. Suas apresentações adaptam seus movimentos de acordo com as vibrações que sente em tempo real. As interfaces sensoriais são as que estão num limite muito próximo das cerebrais. Do modo como tomamos aqui, não é o input de dados do cérebro que qualifica a extensão cerebral, mas sim o processamento inteligente da máquina, conforme apresentamos a seguir.

4 EXTENSÕES CEREBRAIS

Os autômatos podiam desenhar ou escrever um verso, mas na época não havia a dúvida sobre se estavam fazendo arte ou não, pois eram apenas máquinas mecânicas repetindo gestos, e este era o objetivo. Há muitos casos de animais, como macacos e elefantes, pintores e que, de certa forma, passariam pelo Teste de Turing¹⁵, pois poderiam enganar críticos e público. Porém, os resultados destas experiências nunca foram considerados arte de fato.

No caso da Inteligência Artificial, a polêmica que se coloca no contexto artístico é se o computador pode, por si só, fazer arte. A máquina com inteligência correlata a humana deveria não só imitar nossos processamentos, mas sim realizar o pensamento, a percepção, a emoção, a criatividade e a consciência de estar fazendo arte. Entretanto, mesmo se isto for atingido, nós consideraríamos que a máquina faz arte? Embora possamos ver o contexto atual como uma etapa inicial, com grandes desenvolvimentos previstos nas próximas décadas, esse futuro vai depender da discussão atual, envolvendo cientistas, artistas e a humanidade como um todo.

As discussões sobre a imitação do corpo humano através da tecnologia encontram, pelo menos duas direções, que podem ser representadas por duas imagens paradigmáticas: a do andróide e a do ciborgue. Na primeira, o corpo humano é imitado e materializado na máquina: do corpo para a máquina; no segundo, dispositivos tecnológicos são implantados no corpo, da máquina para o corpo. Os dois aspectos parecem convergir com o desenvolvimento da tecnologia, mas aconteceram simultaneamente e dialogaram um como o outro. Essas tecnologias, ao mesmo tempo que estenderam nossos corpos em todas as direções, também amplificaram as capacidades humanas, tanto musculares quanto sensoriais ou mentais. Atualmente o foco está nos processos mentais, com os processamentos

¹⁵ Originalmente, o teste proposto pelo cientista britânico Alan Turing (1912 – 1954) consistia em promover uma ‘conversa’ entre um ser humano e uma máquina. Se os juízes não conseguissem distinguir entre os dois, a máquina poderia ser considerada inteligente.

de informações. Os computadores estão cada vez mais rápidos e é possível um grande salto com o desenvolvimento da inteligência artificial e da computação quântica¹⁶. Carros autônomos, que conseguem se movimentar nas ruas, seguindo rotas e percebendo o seu entorno, sem colisão, podem ser consideradas máquinas dotadas de inteligência. Estes carros já estão em fase de testes em algumas cidades, porém, após um acidente, surgiu a necessidade de examinar mais e tentar implementar nessas máquinas a questão moral. A situação hipotética do “dilema do bonde”, colocada por Philippa Foot em 1967, representa uma situação de risco, onde é preciso decidir se um bonde atropela cinco pessoas ou uma pessoa, colocando um problema ético[6]. Esta situação é trazida hoje para o contexto do carro autônomo. Outros pesquisadores, como Julian de Freitas, da Universidade de Oxford, apontam que este debate é um falso dilema, pois sequer os seres humanos sabem o que fazer numa situação inusitada, e que seria mais importante melhorar o sistema de freios, sensores, e recursos para evitar esses riscos[5]. Atualmente, a Startup Nectome¹⁷ está desenvolvendo uma técnica de preservação de cérebro para no futuro, ter uma possível transferência para uma máquina, atingindo a imortalidade. Porém, há que se fazer eutanásia antes. Para que isso aconteça, primeiro será preciso entender o funcionamento da mente, para depois conectá-la num sistema artificial semelhante. A Inteligência Artificial, assim como as demais tecnologias analógicas e digitais, pode ser utilizada nos processos criativos para dar concretude às narrativas engendradas na mente do artista, na forma de abstrações conceituais. Estas narrativas são construídas no universo da linguagem onde a metáfora constitui o mecanismo de conexão de conceitos, atribuindo-lhes sinergia narrativa[15, p.66]. A linguagem conecta-se ao pensamento e à experiência consciente. Esta, dotada de intencionalidade, permite que o indivíduo desenvolva ações levadas a cabo num dado espaço e tempo. A experiência consciente, resultante dos processos interativos constitui a “ideia fundamental da mente humana emergindo como parte componente da interação entre indivíduos e o mundo”[13, p.38]. Embora a tecnologia de Inteligência Artificial seja complexa, distingue-se das demais apenas por possuir uma mais ampla “margem de indeterminação”. Essa margem é um conceito simondoneano[24, p.13] que expressa a sensibilidade do dispositivo técnico em diálogo com o ser humano, alimentando o ciclo de abstração e concretização. Esse entendimento se alinha ao de [7] que vê nos dispositivos inteligentes a capacidade para fazer cada vez mais e melhor do que nós, ao processar grandes quantidades de dados e incrementando sua performance ao analisar seus próprios resultados como entrada para novas operações. Ele diz que a Inteligência artificial se relaciona apenas com computadores, que são máquinas de Turing. Mecanismos não são capazes de pensar e saber, logo, não podem ter consciência. “Fim da História”. Yuval Harari[10, p.327] lembra que a arte oferece o “último e definitivo

¹⁶ A Computação quântica procura aplicar os princípios da mecânica quântica – campo da física que estuda as menores escalas de energia da matéria (partículas subatômicas) – a fim de desenvolver o computador quântico. O computador quântico utiliza a unidade de informação q-bit e pode assumir, ao contrário da computação que conhecemos, os valores de 0 e 1 ao mesmo tempo, aumentando exponencialmente a capacidade de processamento de dados e, em teoria, resolver questões de Inteligência Artificial.

¹⁷ Site da empresa que desenvolve o projeto: <https://nectome.com> e crítica sobre o problema da necessidade da morte para que o backup seja feito <https://www.technologyreview.com/s/610456/a-startup-is-pitching-a-mind-uploading-service-that-is-100-percent-fatal/>. Acesso em: abr. 2019.

santuário” para a humanidade. O processo criativo é o refúgio onde humanos podem exercer a criatividade, uma capacidade que lhes é exclusiva, ainda que as máquinas executem algoritmos tão sofisticados e capazes de suscitar dúvidas sobre a exclusividade humana no campo da arte. Até o momento, máquinas não são capazes de realizar ações criativas porque não são conscientes, e a arte ainda não lhes oferece um campo de atuação. A pergunta que se pode fazer então é se máquinas inteligentes poderiam ser conscientes? É necessário, portanto, estabelecer a diferença entre inteligência consciente e a inteligência presente nas máquinas. Essa última pode ser definida como processamento de informações componentes subjacentes ao raciocínio complexo e à solução de problemas, e a produção de analogias e silogismos. Inteligência implica no processamento de informações e modelagem matemática (algoritmos) usados para decompor tarefas cognitivas em seus componentes elementares e estratégias[28]. Sob este aspecto não resta dúvidas de que fomos capazes de desenvolver tecnologias inteligentes. A questão da consciência implica em que os processos cognitivos sejam objeto de percepção de si próprio (self awareness), ou subjetividade, habilidade cognitiva que as máquinas não possuem no atual estágio tecnológico. Damásio[4] considera a consciência o mecanismo cognitivo subjacente aos processos sociais, vendo nela o aspecto que alavanca processos criativos presentes na cultura humana. As narrativas estão no cerne da cultura e são o caminho através do qual damos concretude aos dispositivos tecnológicos artísticos e científicos. Seguindo esta linha de raciocínio, o processo e construção de narrativas, que depende da consciência, é também inerentemente criativo. A subjetividade permite que o agente inteligente seja testemunha de seus atos[4]. Kak[12], quando considera humanos e máquinas, lembra que, embora estas possam realizar rapidamente processos cognitivos, não são capazes de construir uma percepção subjetiva e atribuir significados para o que fazem. O autor lembra que Alan Turing, em 1936, provou que não existe um algoritmo geral para resolver o que foi denominado “Problema da Parada”, o qual demonstra que, na presença de um determinado input, o programa deve encerrar sua atividade ou continuar a executá-la para sempre. No entanto, uma mente consciente consegue discernir entre parar ou continuar. Em outras palavras “consciência não é computável”. Por este motivo a criatividade somente poderia ocorrer em mentes conscientes.

Nossas tecnologias inteligentes não são conscientes e, portanto, são incapazes de criar. Contudo, essa perspectiva não tem completo respaldo na comunidade científica. Estudiosos que a consideram válida reúnem-se em torno da hipótese big-C¹⁸, segundo a qual a consciência constitui uma categoria separada da realidade física. Isto é, no campo quântico, onde não existe nem tempo nem espaço, estando fora daquilo que chamamos de realidade[12, p.5]. Por outro lado, há aqueles que consideram a mente a partir de fenômenos de emergência. Para eles, uma mente consciente emerge como resultado da complexidade estrutural do cérebro. Sob este aspecto,

que reúne os que se aproximam da hipótese little-c, a mente consciente, suportada por circuitos digitais, poderia emergir de uma complexidade análoga ao cérebro humano. Logo, uma máquina complexa poderia ser consciente e a inteligência artificial poderia, então, vir a ser, não somente inteligente, mas consciente, logo criativa! Raymond Kurzweil[14] trabalha suas argumentações nessa vertente teórica teórica (Little-c). O debate é complexo e longe de ser apaziguado pelo consenso. Afora isso, existe o fato de que as tecnologias disponíveis ainda não permitiram o desenvolvimento de dispositivos tecnológicos comparáveis à complexidade do cérebro capazes de suportar uma mente consciente baseada em transistores de silício. O que temos neste momento, no que se refere às tecnologias digitais e o emprego de IA, é uma situação crítica que aponta muitos gargalos éticos, morais e políticos na aplicação de tecnologias, com potenciais disruptivos que vão mudar certa e significativamente o panorama social em menos de uma década. Se existe um aspecto importante a se considerar aqui é o da criatividade. E este nos leva a considerar a perspectiva dada por Simondon[24], quando levanta a questão da “margem de indeterminação” e da “superabundância”.

Paul Thagard[26], considera importante esta-belecer pragmaticamente um caminho para perceber a relação entre a consciência, criatividade e outras importantes funções cognitivas como emoção e linguagem. Para ele a hipótese little-c parece mais promissora, ainda que considere big-C mais sedutora:

Não defendendo diretamente a hipótese da identidade, construo o cenário capaz de descrever os mecanismos-chave que podem explicar toda a gama de fenômenos mentais discutidos em capítulos posteriores, incluindo emoções, consciência, ação, linguagem e criatividade. Meu objetivo geral é mostrar que mente = cérebro fornece uma explicação melhor desses fenômenos do que alternativas disponíveis, incluindo a hipótese sedutora de que mente = alma [26].

Ainda que não se tenha um completo entendimento sobre o fenômeno da consciência, a linha de raciocínio aqui desenvolvida permite considerar que, embora não se possa discernir qual das duas hipóteses pode dar respostas finais para a questão, já temos fundamento suficiente para estabelecer a relação entre processos criativos e consciência. Esta fundamenta os mecanismos cognitivos nos processos criativos e para os quais certas tecnologias proporcionam recursos.

A arte e as demais atividades humanas que envolvem processos criativos promovem experiências que originam novas perspectivas para a consciência e a consequente expansão da percepção da realidade. Projetos como Magenta¹⁹ da equipe do Google Brain ou de artistas usando a tecnologia Watson da IBM, são exemplos de como a Inteligência Artificial pode colaborar com os artistas oferecendo informações e ajudando a gerar as obras. Alguns artistas usam a IA em suas obras como elementos constituintes. Esse tipo de prática insere-se num contexto mais de arte diferente, denominada generativa. Para Phillip Galanter (2003) essa modalidade de produção na arte refere-se a:

qualquer prática artística em que o artista usa um sistema, como um conjunto de regras de linguagem

¹⁸ A discussão sobre a questão da criatividade dá-se sob acalorados debates. Kak[11] argumenta que a diferença entre as ideias de consciência é mais semântica do que real, já que suas práticas de autocompreensão são praticamente idênticas. Mas as duas podem, de fato, ser distinguidas pois há aspectos para a hipótese big-C que não podem ser explicados por nenhuma interpretação generosa da hipótese little-C. Especificamente, pode-se falar do processo de criatividade e descoberta. Alguns aspectos presentes na big-C parecem requerer a postulação de uma entidade maior do que uma mente emergente proposta na little-C.

¹⁹ Site oficial: magenta.tensorflow.org. Acesso em: 20 abr. 2019.

natural, um programa de computador, uma máquina ou outra invenção processual, a que é acionada com algum grau de autonomia contribuindo ou resultando em uma obra de arte completa.[9]

A despeito do uso de computadores na produção artística o autor não perde de vista a centralidade da intervenção do artista. Para o autor artistas generativos expressam razões para manter a fé na nossa capacidade de compreender o nosso mundo. O artista generativo aponta para o fato de que o próprio universo é um sistema generativo. Nessa modalidade de produção artística, que muitas vezes utiliza-se de tecnologia computacional, artistas tentam “recuperar nosso senso de lugar e participação nesse universo”[9]. No contexto artístico se repete a mesma dificuldade de apreensão do conceito de Inteligência Artificial e consciência, uma vez que pode induzir a várias formas de utilização da máquina.

A maioria dos artistas que lida com estas tecnologias as tem usado dentro das possibilidades de autoaprendizagem da máquina. Um exemplo interessante é a exposição MachineDreams, realizada em Londres (2018), em um evento muito importante sobre inteligência artificial e emergência, o CogX Expo²⁰. Uma das obras da exposição, feita com o software GAN (Generative Adversarial Network), era da série “Portraits of Imaginary People”²¹, do artista/biotecnólogo inglês Mike Tika²², e consiste em retratos feitos a partir de fotos de pessoas coletadas no Flickr. Os resultados são imagens de faces impressas com características humanas, mesmo que às vezes bastante bizarras. Embora haja outros e também muitos programas

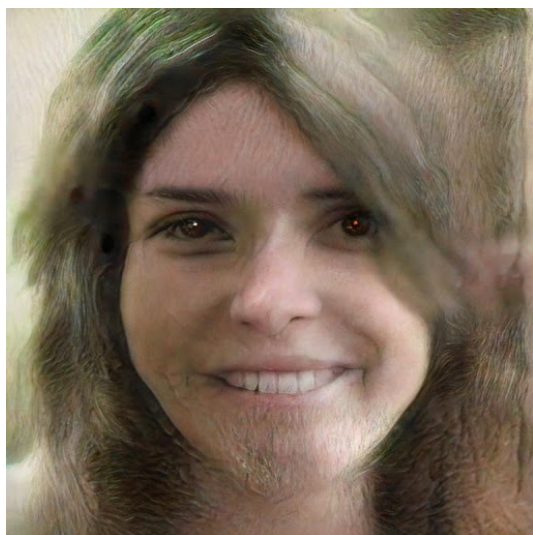


Figura 5: “evegreene88” – “PortraitsofImaginary People”, Mike Tika, 2017

independentes criados no conceito de aprendizado de máquina, é

provável que o software mais instigante atualmente seja o WATSON, da IBM²³. Com ele é possível criar uma interação que de fato constrói uma aproximação intelectual e cognitiva com o interator. Seu aprendizado cresce conforme aumenta a interação. Em 2017 ele foi instalado para fazer a mediação com os visitantes na Pinacoteca do Estado de São Paulo²⁴. As pessoas podiam fazer perguntas e o sistema tirava dúvidas e explicava tudo sobre as obras. A própria IBM patrocinou uma exposição, a “Art With Watson”²⁵(2017), onde artistas e empresas criaram as obras em conjunto. O resultado foi bastante variado, algumas obras eram mais comerciais e outras eram bastante representativas das possibilidades que o software tem para o uso artístico. Um exemplo é o trabalho dirigido pelo fotógrafo Craig Cutler²⁶, que partiu de dados que o Watson localizou sobre Nikola Tesla e os converteu em imagens de vídeo projetadas em uma espécie de instalação em forma de ogiva, que era vista apenas pelo lado de fora. Tais obras podem nos trazer muitas perguntas a respeito do movimento que a arte faz com as tecnologias.

Isto está diretamente ligado à noção que as pessoas têm sobre o que é a criatividade. Se a obra for uma composição original, de aspectos de estratégias não utilizadas antes, pode-se entender que qualquer processamento de algoritmos genéticos ou de aprendizado são criadores, e podem ser reconhecidos também como artistas. Nossa visão, entretanto, é de que deve haver mais consciência na máquina para que ela possa criar no sentido em que os seres humanos o fazem. Disto resulta que os trabalhos artísticos que conhecemos até o momento, ou seja, os que são possíveis de realizar pela máquina em nossa contemporaneidade, não são, stricto sensu, inteligentes, portanto não são conscientes. De toda forma, o conceito de arte com inteligência artificial já está instaurado²⁷.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como já mencionado, o processo de construção de ferramentas e máquinas como extensões do nosso corpo acontece com ênfase em alguns dos aspectos prolongados, de acordo com cada contexto sociocultural, científico e tecnológico. Quando prolongamos nossa mão com uma ferramenta, como o machado de pedra, afetamos todo nosso corpo, adaptando nossos músculos, percepções e pensamentos, sem mencionar a transformação que provocamos no meio ambiente, que também nos afeta simultaneamente. Com a criação do computador como máquina que processa informações, a comparação e a aproximação com nosso cérebro ficou mais evidente. Embora autores como Maturana e Varela (2001, p. 188), ou mesmo Morin (2003, p. 97), discordem da comparação entre computador e cérebro, nosso objetivo neste artigo não foi comprovar ou refutar. Foi apontar a discussão atual da busca pela inserção da inteligência e aspectos a ela relacionados (como consciência, emoção, moral e criatividade) em uma máquina. Dessa forma, pode-se antever

²³Site de comercialização do software na IBM: www.ibm.com/watson. Acesso em: abr. 2019.

²⁴Vídeo sobre a interação com o Watson na exposição: www.youtube.com/watch?v=1rOAgvCnZpw. Acesso em: 20 abr. 2019.

²⁵Mais sobre a exposição em www.denniskung.work/hiddenportraits, <https://stephcajooc.com/Nikola-Tesla-The-Artist-Inside>. <https://vimeo.com/224317141>. Acesso em: 20 abr. 2019.

²⁶Disponível em <https://vimeo.com/224317141> e <https://stephcajooc.com/Nikola-Tesla-The-Artist-Inside>. Acessados em julho de 2019

²⁷Como pode ser visto em páginas como estas: <https://aiartists.org/> e <https://news.artnet.com/market/9-artists-artificial-intelligence-1384207>. Acesso em: abr. 2019.

²⁰disponível em <https://cogx.co/>. Acessado em julho de 2019

²¹Esses e outros retratos podem ser vistos em <http://www.miketyka.com/?s=faces>. Acesso em: 20 abr. 2019.

²²Site do artista: www.miketyka.com Acesso em: abr. 2019.

ou localizar maneiras de produção artística que já caminham na direção da máquina inteligente consciente de forma artificial. Vimos anteriormente o quanto a tecnologia impacta e é impactada pela arte, contribuindo para a aceleração do ritmo dos avanços tecnológicos, que provocam reações diversas e levam a perspectivas binárias como utopia e distopia, sonho e pesadelo. Papacharissi[21] se pergunta se as tecnologias podem alterar a essência do que é ser humano, e conclui que isto apenas acontecerá se nós assim permitirmos.

As transformações tecno-socioambientais mudam profundamente a percepção da realidade, com resultados contraditórios e imprevisíveis. A ética ganha relevância e complexidade a cada passo evolutivo da tecnologia e, nesse sentido arte e ciência não podem apenas buscar novas possibilidades, mas devem antever as consequências éticas de suas propostas. É por este motivo que processos criativos na arte e na ciência devem se dar de forma compartilhada, transparente, acessível e diversa. No campo da arte essa demanda parece ser mais factível do que no universo da ciência, dominada por interesses corporativos e que, por este motivo, precisa ser desenvolvida sob ótica da tecnociência. Assim, a máquina inteligente e consciente, quando venha a existir, será implicada na arte e no artista, e certamente nos fará olhar para tal consciência de maneira que não imaginamos por hora. Também reforçará o entendimento da consciência que nos caracteriza como humanos, a qual será sempre diferente daquela possuída, e por nós inserida, na máquina.

Mas, será que podemos considerar que o desenvolvimento tecnológico e os conhecimentos científicos de várias áreas encontrou um obstáculo intransponível, sobre o funcionamento do cérebro? Ou será que, como nos outros aspectos, vai reproduzir a capacidade humana de pensar e amplificar a inteligência? Em todas essas etapas nos perguntamos se deveríamos ir em frente com essa necessidade ou se este é um projeto sem fim, onde redesenhamos o ser humano para superar todos os obstáculos que impeçam sua sobrevivência no planeta ou fora dele. O ciborgue já está perdendo a aparência de ser humano com dispositivos tecnológicos, pois as bioimpressoras estão perto de imprimir órgãos semelhantes aos naturais. Peles artificiais estão sendo impressas como experiência, seja a partir de um estoque de células ou células do próprio paciente[3]. Será que podemos afirmar que as máquinas já estão construindo partes dos seres humanos? Ou será que as máquinas poderão produzir seres humanos, invertendo essa produção? O termo máquina em relação ao corpo humano já não fará mais sentido, pois não encontraremos mais próteses com metais, circuitos ou qualquer dispositivo como conhecemos hoje. O desejo ou necessidade de construir um semelhante “artificialmente”, como os robôs atuais, encontrarão também o uso desses conhecimentos e recursos. A singularidade tecnológica que Von Neumann[27] e Kurzweil[14] mencionam não parece mais tão distante. Estamos vivendo numa era pós-humana onde o ser humano está se recriando e criando outro ser semelhante, caminhando para outra etapa da evolução, como um próximo passo da humanidade, como declara Harari[10], um Homo Deus. A criatividade humana parece ser a diferença que nos trouxe até este momento da humanidade. Esses semelhantes terão sonhos, projetos de vida? A resposta permanece no campo da incerteza, mas a probabilidade é a de que em curto prazo a tenhamos.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio à realização da viagem para o evento.

REFERÊNCIAS

- [1] Yuki Asano, Kei Okada, and Masayuki Inaba. Design principles of a human mimetic humanoid: Humanoid platform to study human intelligence and internal body system. *Science Robotics*, 2(13), 2017.
- [2] Jack Challoner, editor. *1001 Invenções que mudaram o mundo*. Sextante, Rio de Janeiro, 2014.
- [3] Nieves Cubo, Marta Garcia, Juan F del Cañizo, Diego Velasco, and Jose L Jorcano. 3d bioprinting of functional human skin: production and in vivo analysis. *Biofabrication*, 9(1), 2017.
- [4] António Damásio. *Self Comes to Mind: Constructing the Conscious Brain*. Vintage, London, 2010.
- [5] Julian De Freitas, Sam E Anthony, and George Alvarez. *Doubting driverless dilemmas. PerceptiveAutomata, Inc.*, 2019.
- [6] Guilherme Eler. A máquina moral. Disponível em: <https://super.abril.com.br/sociedade/a-maquina-moral/>. Acesso em 10 de junho de 2019., 2019.
- [7] Luciano Floridi. *Should we be afraid of AI*. Londres, 2016.
- [8] Vilém Flusser. *Filosofia da caixa preta: ensaios para uma futura filosofia da fotografia*. Annablume, São Paulo, 2011.
- [9] Philip Galanter. What is generative art? complexity theory as a context for art theory. In *In GA2003–6th Generative Art Conference*, Verona, 2003. Generative Art Conference.
- [10] Yuval Noah Harari. *Homo Deus: uma breve história do amanhã*. Editora Companhia das Letras, São Paulo, 2016.
- [11] Subhash Kak. The limits to machine consciousness. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1707.06257>. Acesso em: 20 abr. 2019., 2017.
- [12] Subhash Kak. Artificial intelligence, consciousness and the self. Disponível em: <https://medium.com/@subhashkak1/artificial-intelligence-and-consciousness-6b5ff2e5b5a>. Acesso em: 20 abr. 2019., 2019.
- [13] Bonnie A. Kaptein, Victor; Nardi. *Acting with technology: Activity theory and interaction design*. MIT press, Cambridge, 2006.
- [14] Ray Kurzweil. How to create a mind: The secret of human consciousness revealed. 2012.
- [15] George Lakoff and Mark Johnson. *Philosophy in the Flesh*, volume 4. Basic books, New York, 1999.
- [16] Rosângela LEOTE. *ArteCiênciaArte*. Editora UNESP, São Paulo, 2015.
- [17] University Manchester. Egyptian toes likely to be the world's oldest prosthetics. Disponível em: www.manchester.ac.uk/discover/news/egyptian-toes-likely-to-be-the-worlds-oldest-prosthetics/. Acesso em: 20 abr. 2019., outubro 2012.
- [18] Marshall McLuhan. *Os meios de comunicação: como extensões do homem*. Editora Cultrix, 1974.
- [19] Henry C Montgomery. Amplification and high fidelity in the greek theater. *The Classical Journal*, 54(6):242–245, 1959.
- [20] Bettina NESTLER, Stefan Nestler; RIFFEL. Atleta com pernas mecânicas gera polêmica ao se classificar para mundial de atletismo. Disponível em: <https://p.dw.com/p/120y5>. Acesso em: 20 abr. 2019., 2011.
- [21] Zizi Papacharissi. A networked self and human augmentics, artificial intelligence, sentience. 2019.
- [22] Paolo Rossi. *Os filósofos e as máquinas 1400-1700*. Companhia das Letras, São Paulo, 1989.
- [23] Lúcia Santaella. O homem e as máquinas. In Diana Domingues, editor, *A arte no século XXI: A humanização das tecnologias*, pages 33–44. Editora Unesp, São Paulo, 1997.
- [24] Gilbert Simondon. *On the mode of existence of technical objects*. University of Western Ontario, 1980., Londres, 1958.
- [25] Richard Szeliski. *Computer vision: algorithms and applications*. Springer, Berlin, 2010.
- [26] Paul Thagard. *Brain-Mind: From Neurons to Consciousness and Creativity*. Oxford University Press, Oxford, kindleedition edition, 2019.
- [27] John Von Neumann. *The computer and the brain*. Yale University Press, 2012.
- [28] Robert Andrew Wilson and Frank C Keil. *The MIT encyclopedia of the cognitive sciences*. MIT press, Cambridge, 1999.