

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

PUC-SP

Clayton Moura Pereira da Conceição

Sophia e a Concepção de Humanização de Robôs

MESTRADO EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA

SÃO PAULO

2021

PROGRAMA DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Clayton Moura Pereira da Conceição

Sophia e a Concepção de Humanização de Robôs

MESTRADO EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Dissertação apresentada à Banca Examinadora como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em História da Ciência pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, sob a orientação da Profa. Dra. Maria Helena Roxo Beltran.

SÃO PAULO

2021

Banca Examinadora

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de
Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) – Processo
número: 88887.314261/2019-00”

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pelo apoio financeiro, possibilitando essa pesquisa.

Ao Programa de Estudos Pós Graduated em História da Ciência.

À professora e orientadora Maria Helena Roxo Beltran, pela ótima orientação, e por ter ao longo da jornada, muita paciência comigo em relação as minhas dificuldades.

À Direção, coordenação, professores do programa e a Camila da secretaria, todos sempre dispostos a ajudar.

À todos amigos de turma.

À meus pais, Jaime e Leda. Meus irmãos Eliezer e Jaime e meu sobrinho Nathan.

À minha esposa Ana.

E ao Deus Altíssimo.

Resumo

Neste trabalho, abordam-se ideias sobre humanização de robôs, focalizando no caso de Sophia, um dos robôs da Hanson Robotics. Para tanto, considerou-se estudos, invenções, técnicas e modos de produção, que permeiam a área da robótica e da pesquisa em inteligência artificial.

Verificou-se que, com a ampla utilização de energia elétrica a partir do início do século XX, e do advento da Inteligência Artificial, ocorreram buscas para produzir e reproduzir robôs, levando a uma jornada, que muitas vezes reflete a busca da humanidade no conhecimento de si mesma e, agora, por meio de sua criação.

Palavras-chave: História da Ciência; CTS; Humanização de robôs; Robô Sophia.

Abstract

In this work, ideas about humanization of robots are addressed, focusing on the case of Sophia, one of the robots from Hanson Robotics. Therefore, studies, inventions, techniques and production methods that permeate the field of robotics and artificial intelligence research were considered.

It was found that with the widespread use of electricity, from the beginning of the 10th century, and the advent of Artificial Intelligence, there were searches to produce and reproduce robots, leading to a journey that often reflects humanity's quest for knowledge of itself and now through its creation.

Keywords: History of Science; CTS; robot humanization; robot Sophia.

Capítulos: página

Introdução	7
1. Sophia e uma breve história de robôs humanizados.....	10
2. Sophia robô: inteligência artificial e sociedade.....	30
Considerações finais.....	38
Bibliografia.....	45

Introdução

As ideias de humanização de robôs, tem origem no início do século XX, manifestando-se especialmente, a partir da generalização do uso da energia elétrica. Dessa forma tomamos como ponto de partida, o início do século XX, para se chegar ao robô Sophia, um experimento do laboratório da Hanson Robotics, desenvolvido no início do século XXI.

Para isso, destacamos alguns elementos dos processos científico-tecnológicos, que foram relevantes para a produção de robôs, procurando analisá-los pela perspectiva da História da Ciência, Tecnologia e Sociedade. Isso possibilitou levantar alguns aspectos positivos e negativos de se humanizar robôs, bem como considerar impactos positivos e negativos da interação humano-robô no comportamento humano.

Com isso, este trabalho pretende contribuir para o estudo da história da robótica e inteligência artificial, com foco em ideias sobre humanização de robôs, por meio da análise de suas origens e objetivos, os quais continuam influentes ainda nos dias de hoje.

O primeiro capítulo, apresenta Sophia tendo como ponto de partida o uso de energia elétrica do início do século XX. Apresentam-se também ideias científico-tecnológicas ligadas à produção de robôs, levando-se em conta alguns de seus objetivos e motivações. Na sequência, discorre-se sobre a relevância do comportamento humano na interação com robôs humanizados, considerando alguns de seus impactos negativos.

O segundo capítulo, tem foco em controvérsias que tiveram construção a partir das atuações de Sophia, como também na relevância do comportamento humano na interação com robôs humanizados, considerando alguns impactos positivos. E por fim, serão apontados alguns desdobramentos da humanização de robôs atual, com olhos no futuro.

Capítulo 1

Sophia e uma breve história de robôs humanizados

É ano de 2021 do século XXI, de forma que a sociedade vive grandes expectativas sobre robôs humanizados e sobre Inteligência Artificial, a exemplo de Sophia: um robô produzido pelo *roboticista*¹ David Hanson CEO da Hanson Robotics.

Embora de maneira geral, a maioria das pessoas tenha um robô com aparência humana como um robô humanoide, adotaremos o termo: “robô humanizado”. Essa adoção de termo é importante, porque a ideia de: “humanização”, caracteriza melhor um robô com figura humana como Sophia.

Um aspecto importante nesses estudos, é compreender que, foram necessários muitos saltos científico-tecnológicos a partir do início do século XX, para a concepção de robôs humanizados no início do século XXI. Em outras palavras, foram necessários mais de 100 anos de pesquisas, estudos e experimentos, para o advento de robôs como Sophia.

No caso específico de Sophia, sua humanização foi iniciada em 2014 por Hanson, que usou sua esposa, esculturas antigas da rainha egípcia Nefertiti, além de pinturas e esculturas da China antiga como referência: “para formar um rosto transcultural e universal que se comunicasse com as pessoas”. Segundo Hanson, Sophia foi produzida para aprender, trabalhar e adaptar-se ao comportamento humano, como também para ser companhia para idosos ou para ajuda em grandes projetos ou eventos.



Sophia: Fonte Home Page Hanson Robotics

¹ do inglês *Robotacist*: especialista em robôs

Avançando em busca de respostas no estudo de Sophia, acompanhamos quando ela apareceu ao mundo pela primeira vez em março do ano de 2016. O fato ocorreu no South by South West, que é um conjunto de festivais de cinema, música e tecnologia em Austin, Texas, nos Estados Unidos. O canal CNBC, fez a cobertura do evento cujo registro está disponível em sua página do Youtube.²

Em relação ao comportamento de Sophia no evento, ou mesmo o que falou, deixaremos em suspenso para relato ao final do capítulo presente, focando por hora na definição e construção de conhecimento sobre robôs, por meio de uma breve história sobre robôs humanizados. A definição de um robô humanizado, de forma geral é bem sugestiva, trata-se de um robô, com características em verossimilhança ao ser humano. No entanto, para uma melhor compreensão dessa ideia, apresentamos Jean Christophe Giger e colaboradores em sua definição de humanização de robôs como um:

“Esforço para conceber robôs, que imitem mais de perto a aparência e o comportamento humano, incluindo a exibição de estados cognitivos e emocionais semelhantes aos dos seres humanos, com a implementação de linguagem, comportamento não verbal, personalidade, moral, emoções e empatia, mas também comportamento ético, por meio de valores e competências espirituais como: religião, cultura, tradição e aparência”³.

Além de Sophia, apresentamos também outros robôs humanizados da grande rede de laboratórios mundial, que também estão de acordo com a definição acima, que são: do laboratório IBM, o Watson; do laboratório Hanson Robotcs, a pequena Sophia (robô pequeno inspirado em Sophia), Zeno, Bina48, Han, Jules, Joey Chaos, Alice, Prof. Einstein, Albert Hubo, Diego San e Philipi K. Dick; do laboratório Hiroshi Ishiguro o robô Telenóide, Elfoid, Hugvie, Érica, Geminoide HI-5, Otonaroid, Kodomoroid e o Geminoide HI-4; do laboratório Autodesk o robô Ava; do laboratório Realbotix as bonecas RealDolls; do laboratório Boston Dynamics o robô Atlas; do laboratório Honda o robô Asimo; do laboratório Softbank robotics, os robôs Pepper e Romeo; do laboratório Ubtech o robô Walker; do laboratório da NASA o robô Valkyrie; e do laboratório Tinbot Robótica do Brasil, o U-robot, o Tinbot X e o Tinbot.

Indo além de Sophia, com base nos robôs apresentados, é afirmativa a ideia de que um robô humanizado, nem sempre é constituído de corpo inteiro. Nesse sentido, a página da Hanson Robotcs na Internet, confirma e fundamenta esta afirmativa, definindo o robô humanizado BINA48 como: “um robô, que consiste em uma cabeça, um busto e ombros montados em uma estrutura”⁴. Curiosamente vale observar que BINA48, foi moldada a partir das características físicas de uma empreendedora de tecnologia, chamada Martine Rothblatt.

² “Hot Robot At SXSW”

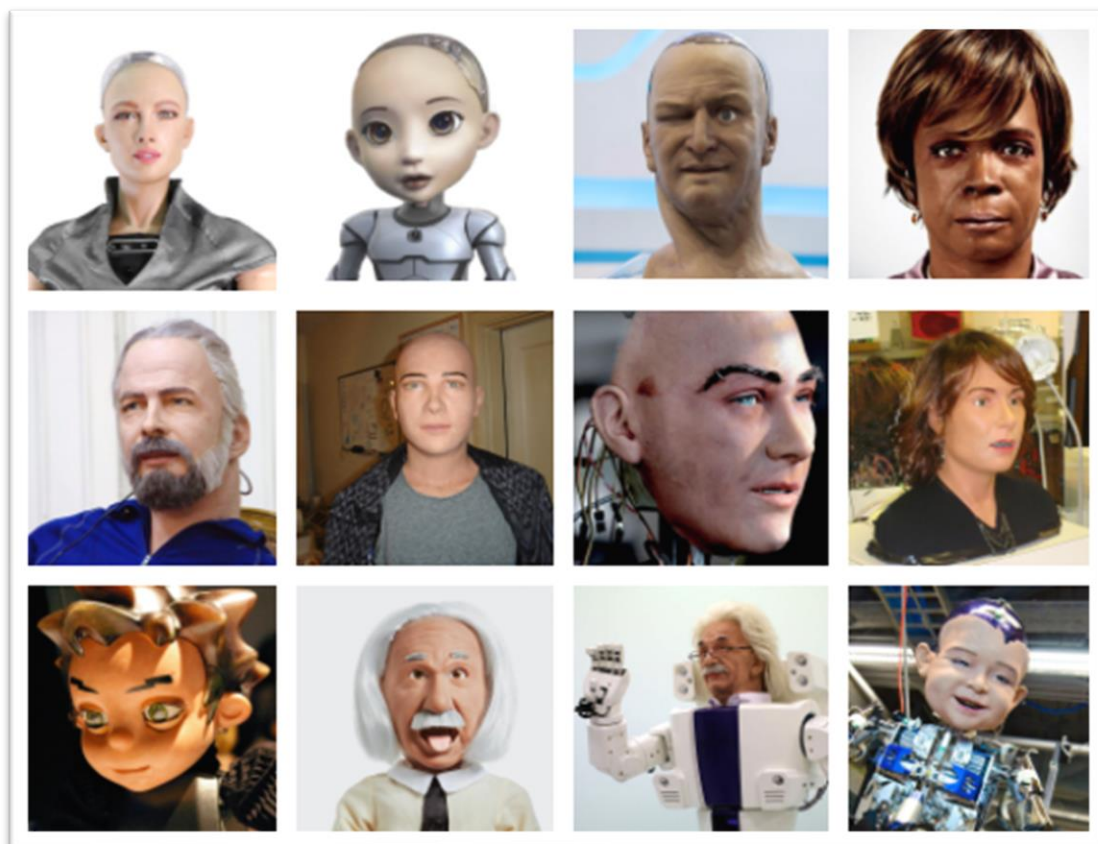
³ Ibid. “Humanization of robots: Is it really such a good idea?”111.

⁴ “Custom Character Robot”

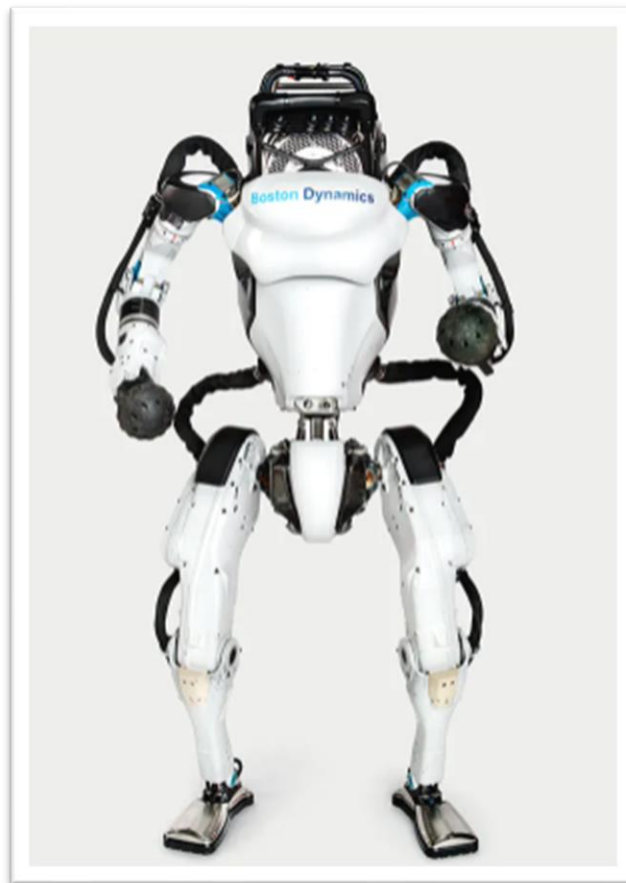
Em humanização de robôs, o *roboticista* Hiroshi Ishiguro, aborda ideia correlata a Hanson Robotics no caso de Bina48, por meio de robôs em forma de réplicas de seres humanos em experimento denominado: “Geminoid”, que não será abordado aqui, por se afastar da ideia de Sophia, necessitando desta forma ser objeto de estudo posterior.



Ishiguro à direita e sua réplica à esquerda. Fonte: Home page Hiroshi Ishiguro



Robôs da Hanson Robotics: na parte de cima da esquerda para a direita: Sophia; Pequena Sophia; Ran, Bina48. No meio, da esquerda para a direita: Phillip K Dick; Jules; Joey Chaos; Alice. Na parte de baixo, da esquerda para a direita: Zeno; Prof. Einstein; Albert HUBO e Diego San. Fonte: Home Page Hanson Robotics.



Robô Atlas da Boston Dynamics. Fonte: Home Page [Spectrum.ieee](http://spectrum.ieee.org).

Com base nas ideias de robótica, diante da variedade de robôs apresentados além de Sophia, é necessário caracterizar os dois tipos de abordagens evidenciadas por Giger e colaboradores para humanizar robôs que são: a forma antropomórfica e o antropomorfismo. Aqui, forma antropomórfica é entendida como: “um objeto não vivo que reflete qualidades físicas semelhantes às humanas”. Já o antropomorfismo seria: “um processo pelo qual os humanos atribuem pensamentos humanos, intenções e emoções para animais, objetos, artes ou fato”⁵.

Ainda sobre a forma antropomórfica e a ideia de antropomorfismo, concordamos com Giger e colaboradores quando explicam que: “o comportamento imaginário ou real de agentes não-humanos, com características humanas, motivações, intenções e emoções é a essência do antropomorfismo”⁶. Em outras palavras, para Giger e colaboradores, enquanto uma forma: “antropomórfica é o produto de *design*, o antropomorfismo é o produto de um processo cognitivo”⁷.

Além da importância da forma antropomórfica e do antropomorfismo em robôs humanizados, é importante a introdução de um debate fundamental: por quais motivos, robôs devem ser humanizados e replicados com estrutura física de corpo inteiro ou em partes à verossimilhança humana?

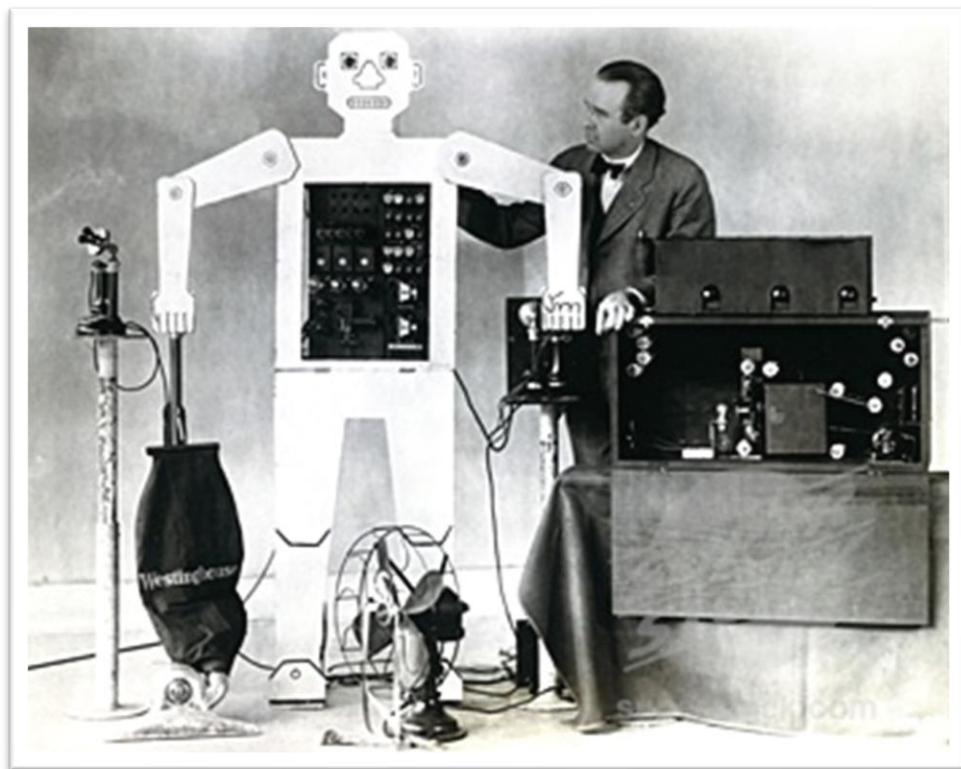
⁵ Ibid.,111.

⁶ Ibid.,111.

⁷ Ibid.,111.

Em resposta, é afirmativa a ideia de que, com a utilização dos novos meios e modos de produção da segunda revolução industrial, a partir do início do século XX, indústrias elétricas, como a Westinghouse Electric Corporation, buscaram reproduzir robôs humanizados, para experimentos com novas tecnologias para fins comerciais, como também para trabalhos, que até aquele momento, apenas seres humanos poderiam realizar.

No caso da Westinghouse, consta que em 1927, a companhia foi responsável por uma das primeiras tentativas históricas de concepção de robôs humanizados. Nesse sentido Roy J. Wensley, um engenheiro da companhia, descobriu que enviando tons de som por um fio de telefone, poderia ativar ou desativar alguma máquina na outra extremidade. Com base nessas ideias, ele produziu um artefato denominado Herbert Televox⁸ com o qual testou sua tecnologia. O artefato, tinha aparência externa humana feita de papelão. Herbert Televox, utilizava um sistema de telefonia, para ligar, desligar ou regular remotamente qualquer coisa que estivesse conectada a ele, conforme artigo publicado em 1928, no Popular Science.⁹



Roy J. Wensley e Herbert Televox. Fonte:Home Page Cyberneticzoo.

⁸ "Televox – Roy J. Wensley"

⁹ "Machine That Think", 12.



Réplicas de Sophia em manutenção. Fonte: página da Hanson Robotics.

Isso alimentou a hipótese do pensamento corrente na época, de que as máquinas realmente poderiam fazer trabalhos humanos com maior precisão, segurança e rapidez. Isso confirma a afirmativa de que o intuito de companhias como a Westinghouse, era produzir e reproduzir robôs para fins comerciais. O que comprova isso, é o fato que naquela época a Westinghouse produziu pelo menos três robôs de Roy J. Wensley, para serem empregados como substitutos de vigias, em subestações de reservatórios em Washington.¹⁰

Por outra perspectiva, o comportamento da Westinghouse, pode ser explicado na ficção científica, enquanto contribuição para o campo de ideias do início do século XX em produção de robôs. Nesse sentido, consta que a obra *Frankenstein* de Mary Shelley, antecipou a possibilidade de utilização de energia elétrica para a geração de: “vida” artificial, e isso fica claro no enredo com:

Victor Frankenstein, que é um estudante de ciências naturais com foco em alquimistas, especialmente: Albertus Magnus, Paracelso e Cornélio Agripa, que com o tempo em seus estudos, descobre o segredo de que: a energia elétrica pode gerar vida, isso faz com que Frankenstein, em seu laboratório acabe por formar e dar a “vida”, a um monstro constituído de partes humanas.¹¹

Outra contribuição significativa no campo de ideias do início do século XX, vem da peça R.U.R. de Karel Capek de 1920¹², na qual tem origem o termo robô, por meio do termo robota, com ideias de linha de montagem, com robôs buscando construir mais robôs. O comportamento da Westinghouse, também pode ser explicado pelas palavras da União Europeia quando diz que:

“Do Monstro de Frankenstein de Mary Shelley ao mito clássico de Pigmalião, passando pela história do Golem de Praga ao robô de Karel Čapek, que cunhou a palavra, as

¹⁰ “Automatons of Yesteryear”

¹¹ “Shelley, *Frankenstein*”

¹² “Čapek, Karel, 1890-1938. R.U.R.”

peças têm fantasiado sobre a possibilidade de construir máquinas inteligentes, na maioria das vezes com características humanas”¹³.

Com base nas ideias dos autômatos do mito de Pigmalião e do Golem de Praga citados pela União Europeia, é afirmativa a ideia de que, havia grande destaque para ideias de autômatos na época da obra *Frankenstein*, sobretudo antes do advento da energia elétrica. Esses autômatos com movimentos, podiam ter figura humana, animal ou forma de objeto, sendo compostos em muitos casos, de sistemas simples ou complexos de engrenagens, rodas dentadas, rolamentos, roldanas, molas e cordas. Suas ideias são tão antigas, que deixaram expressões em muitos povos. Até mesmo Aristóteles (384 -322 a.C.), segundo é proposto na *Política*, comparou as estátuas inteligentes de Héstio a escravos humanos.¹⁴

Em outras palavras, existem ideias de autômatos, em documentos distintos desde a antiguidade até o século XIX, com diversos modos de produção. Do mundo árabe, nesse sentido constam muitas ideias de autômatos, que têm inspirado campo de ideias voltadas a robôs humanizados da atualidade. Um exemplo nesse sentido, consta no documento denominado: *Conhecimento de Dispositivos Mecânicos Engenhosos*, atribuído a Al-Jazari: um artesão, artista e matemático árabe, com ideias de artefatos autômatos humanizados.¹⁵ Ainda com base na ideia de dispositivos mecânicos engenhosos, é afirmativa a ideia de que, havia autômatos no passado, que tinham seus movimentos gerados e controlados por seres humanos. Um exemplo nesse sentido vem do século XVIII, com o inventor húngaro Wolfgang Von Kempelen (1734-1804), que construiu um artefato autômato humanizado, em forma de um jogador de xadrez, denominado: “Turco Mecânico”, que foi concebido para impressionar a Imperatriz Maria Teresa da Áustria, porém na verdade, o mesmo, era operado por um jogador de xadrez humano oculto dentro do artefato.¹⁶

Havia também, autômatos impulsionados por energia hidráulica, por meio do aumento da vazão de água que passava por tubos ou reservatórios. Um autômato interessante nesse sentido é a ideia da Clepsidra atribuída a Ctesibius do século III a.C.,. O artefato tinha forma de relógio com utilização de água.

Outros autômatos ainda, eram alimentados por meio de compressão do ar atmosférico em reservatórios, que em contato com seus rolamentos, engrenagens, rodas dentadas, roldanas, molas e cordas em dada pressão de trabalho, fazia o autômato se movimentar. Um exemplo nesse sentido é a ideia da Eolípila, atribuída a Heron de Alexandria (10 d.C.-80 d.C.), que era um autômato com mecanismos movido a vapor.

E por último, havia também outros que utilizavam a energia que hoje se denomina como: “energia potencial elástica”. Em outras palavras, esse tipo de autômato utilizava transmissão de força de molas de cordas ou de fios para suas engrenagens,

¹³ “Europarl. Law Rules on Robotics”

¹⁴ “Aristotle, *The Politics*, 07.”

¹⁵ “Mechanism and Machine Science”

¹⁶ Clifford a. Pickover. *Artificial Intelligence an illustrated*,46.

rodas dentadas e roldanas, gerando seus movimentos. Exemplos nesse sentido, constam da produção de relógios como artefatos autômatos, daí vem a frase: “dê corda no relógio,” e indo além nesse sentido, tecnologias similares são utilizadas em carrinhos, brinquedos ou em bonecos ainda na atualidade.

Por uma perspectiva mitológica, existem muitos documentos antigos, com ideias de artefatos autômatos com figura humana, em ideias que inspiram robôs humanizados na atualidade. Nesse sentido citamos o documento: *Argonáuticas de Apolônio de Rhodes*, com a ideia de um autômato humanizado gigante de bronze chamado Talos.¹⁷ Outro registro interessante nesse sentido, é encontrado na *Ilíada* de Homero, da qual consta que Hésteto, criou artefatos autômatos humanizados em forma de servas de ouro para ajudá-lo em sua forja.¹⁸

Ainda pensando na ideia de autômatos, e sabendo que muitos não foram citados até aqui, por necessitarem ser objetos de estudo posterior, afirmamos a sua importância, principalmente com suas contribuições no campo da mecânica para a produção dos primeiros robôs humanizados do início do século XX.

Ainda no início do século XX, após o sucesso da Westinghouse na concepção de Herbert Televox de Roy J. Wensley, a companhia investiu no experimento de Philip Thomas, que utilizou células fotoelétricas para receber feixes de luz em substituição ao som por fios. Assim como Roy J. Wensley, Philip Thomas, testou sua tecnologia produzindo um artefato em 1929 que ficou conhecido como Telelux, um “irmão” para Televox: (“vox” para som; “lux” para luz). No caso do Telelux, a luz era captada pela célula fotoelétrica, que disparava uma corrente elétrica, acionando o mecanismo adequado.¹⁹ Outros robôs da Westinghouse foram: Rastus de 1930; Katrina Van Televox de 1930; Willie Vocalite de 1931; Elektro de 1937; cão robô Sparko de 1940.

Avançando para além das propostas da Westinghouse, em meio a saltos, outras ideias vão afluir com o tempo para a produção de novas tecnologias importantes para as ideias de robôs. Nesse sentido, surge no decorrer da década de 1930, a ideia de reconhecimento óptico de caracteres e a ideia de computador eletromecânico de 1936. A ideia de reconhecimento óptico surgida em 1931, é atribuída ao cientista russo Emanuel Goldberg (1881-1970). Já a ideia de computador eletromecânico, é atribuída a Konrad Zuse (1910–1995), e funcionava a partir de *relês* que executavam os cálculos e processavam dados lidos em fitas perfuradas.

¹⁷ Clifford a. Pickover. *Artificial Intelligence an illustrated*,46.

¹⁸ “Homero, *Ilíada*, 420-421”

¹⁹ “1929, Robô Telelux -American”

Miss
Katrina Van Televox
Mechanical Wonder Maiden

The Westinghouse
\$22,000
Robot Servant
invites you to her
Housework
Demonstration



Katrina talks . . . answers the phone . . . runs a vacuum cleaner . . . makes coffee and toast . . . turns the lights on and off and does it all willingly at command from Mr. T. Barnard the Westinghouse Electric & Manufacturing Expert who is accompanying her on her tour. The audience will also assist Mr. Barnard in making Katrina work. Her appearance here at The American Legion Home is her first in Altoona and women of this city are cordially invited by the Penn Central Light & Power Co., sponsors of her visit, to attend her personal appearance.

Katrina is chief demonstrator of the famous Westinghouse Flavor Zone range and is the sister of Herbeft Televox famous metal man who has shown before many scientific gatherings. As Katrina's stay in Altoona is limited. The Penn Central Company ask all who wish to view these amazing demonstrations to plan their visit early. The admission is Free.

OCTOBER 7th, 8th, 9th and 10th
AMERICAN LEGION HOME 2:30
Admission Free

PENN CENTRAL

Evento de apresentação de Katrina, organizado pela Penn Central Company.

Outras ideias, que afluíram para concepção de robôs humanizados, referem-se ao surgimento do termo robótica em 1941, na obra de Isaac Asimov (1920-1992), intitulada: *Runaround*, um conto que foi escrito em outubro de 1941 e publicado pela primeira vez em março de 1942 na *Astounding Science Fiction*.

Aqui é necessário explicar, que os motivos comerciais e o uso de robôs como plataformas de pesquisa de novas tecnologias, a exemplo da Westinghouse e de outras companhias da época, também se verifica ainda que de forma distinta, em redes de laboratórios voltados a robôs humanizados da atualidade.

Nesse sentido, a indústria de robótica da atualidade, produz e reproduz comercialmente para o mercado tecnológico, muitos robôs e serviços de tecnologia voltadas a Inteligência artificial e a outros produtos. A pequena Sophia é uma evidência de robô humanizado disponível para compra. A pequena Sophia, segundo a Hanson Robotics: “pode andar, falar, cantar, brincar e como a irmã mais velha, até contar piadas”. É também, segundo a Hanson Robotics: “uma companheira programável e educacional para crianças, que irá inspirar as crianças a aprender sobre codificação, inteligência Artificial, ciência, tecnologia, engenharia e matemática por meio de uma experiência humano-robô segura e interativa”²⁰.

Por outro lado, replicar robôs para testar novas tecnologias com fins comerciais, não é necessariamente o maior motivo da robótica. Nesse sentido, por uma perspectiva atual, é afirmativa a ideia de que robôs devem ser replicados à verossimilhança humana, também para a realização de estudos sobre a compreensão do que é o ser humano. Essa ideia está em harmonia com Hanson e colaboradores, quando por exemplo, em artigo intitulado: “Upending the Uncanny Valley”, dizem que: “ao avançar no campo da robótica, com representações inteligentes e altamente expressivas de humanos, ganhamos um espelho poderoso que pode ajudar a resolver a questão do que é um ser humano”²¹.

Ishiguro, compartilha com ideia análoga em seu artigo: “Construir humanos artificiais para compreender os humanos,” quando diz que um de seus objetivos é: “encontrar os fatores essenciais para a representação do que é ser semelhante ao humano, para explorar no quadro das ciências cognitivas, a natureza humana”²².

Porfírio Silva, estudioso do tema, compartilha ideia similar quando diz que: “não pode a humanização de robôs, apenas ter a ver com a similitude do corpo robótico com o humano”, para ele a questão: “passa por dentro da questão do que é ser um ser humano, como uma questão de fronteiras internas”²³.

Com base nas afirmações dos roboticistas acima e nos argumentos anteriores, como no caso de Sophia e da Westinghouse, podemos compreender, que o primeiro momento importante para a concepção de robôs humanizados, ocorreu no início do

²⁰ “What can Little Sophia?”, 27.

²¹ “Upending the Uncanny Valley”, 01.

²² “Fabulous races of humanoids”⁸⁸.

²³ “Fabulous races of humanoids”⁹¹.

século XX, mais precisamente a partir da década de 1920, com a utilização de energia elétrica em artefatos eletrônicos com figura humana que ficaram conhecidos como: "robôs". Esse primeiro momento, vai até aproximadamente o início da década de 1940, com o surgimento do termo robótica, nos dando base para afirmar quais são os objetivos da robótica em humanização de robôs, a saber: 1. Buscar conhecer a natureza humana por meio de robôs humanizados; 2. Utilizar esses robôs como plataformas de pesquisa científica e tecnológica; 3. Vender esses robôs para pessoas jurídicas e físicas já programados, para trabalhos diversos e modos de produção que até o momento apenas seres humanos seriam capazes de realizar.

Em relação às tecnologias que foram surgindo a partir de meados da década de 1940, importantes para concepção de robôs humanizados, surgem a ideia do: "comando numérico e do telecomando". Aqui cabe uma fundamentação aprofundada: "o comando numérico é uma tecnologia que tem base no trabalho de John Parsons, e é aplicada para controlar as ações de uma máquina programada, por meio da leitura de um cartão perfurado, ou através de um teclado". Já o telecomando; "supõe o uso de manipulador remoto controlado, como um braço mecânico ou uma garra com movimentos, dentre outros"²⁴.

Com base na tecnologia apresentada acima, e nos argumentos anteriores, também podemos compreender que, o segundo momento importante para a concepção de robôs humanizados, principalmente os produzidos no início do século XXI, teve início com experimentos, descobertas, pesquisas e invenções, surgidas a partir de meados da década de 1940, a exemplo da ideia de computadores eletrônicos com uso de válvula; da memória *RAM*; da cibernética; da máquina de Turing; das ideias de redes neurais artificiais; de programação; de circuitos integrados; das leis da robótica; do primeiro modelo de braço robótico industrial; da ideia de sensores, da inteligência artificial; do aprendizado de máquina; dos *microchips*; da memória virtual; da mecatrônica, da internet e das redes sociais.

Quando surge a primeira geração dos computadores a partir de 1946 a 1954, a utilização de válvulas ganha força.²⁵ Vale ressaltar aqui, que as válvulas eram muito lentas, queimavam muito, gastavam muita energia elétrica e aqueciam demais, embora eram amplamente utilizadas até a primeira metade do século XX, em rádios, televisores e telefones, além de outros produtos elétricos.

Outro acontecimento significativo, aconteceu em 1944, quando, com base no artefato analítico de Babbage, Howard Aiken, a Marinha dos Estados Unidos, e a Universidade de Harvard, conceberam o computador Harvard Mark I, que multiplicava dois números de dez dígitos em três segundos. Em 1947, surgiu a primeira forma de memória *RAM* com o uso do tubo de Williams, e a memória do núcleo magnético. Nesse período também surgiram as ideias de Norbert Wiener (1894-1964), que criou em 1948, o termo: "cibernética". Esse termo foi um termo bastante usado na década de 1960. De

²⁴ "Ciências & Cognição, robôs como artefatos",05.

²⁵ Amit Konar. *Artificial Intelligence*,26.

modo geral a ideia da cibernética, englobava informática, controle de sistemas, programação e comunicações, deixando importantes resíduos na cultura com os termos: “ciborgue e ciber-espço”. Nesse período também surgiu o termo: “bit de binary digit”, isto é, a ideia de dígito binário.

No ano de 1950, em paralelo com o surgimento gradual das ideias de sensores comuns em robôs da atualidade, Alan Turing desenvolveu uma importante máquina-teste de inteligência artificial para robôs humanizados. O teste ficou conhecido como o teste de Turing, com objetivo de avaliar se um robô consegue se passar por um humano.²⁶

Ainda em 1950, houve notoriedade em ideias de redes neurais. Nesse sentido, Warren McCulloch e Walter Pitts apresentaram um artigo abordando a ideia, enquanto no mesmo ano, Claude Shannon escreveu sobre ideias de como proceder para programar uma máquina em: “Programming a computer for playing chess (1950)”²⁷.

Pensando em humanização de robôs do século XXI, a partir da década de 1950, surge uma descontinuidade do uso de válvulas, pelo uso de transístores e pelo surgimento dos circuitos integrados, aplicados aos computadores da segunda geração entre 1955 e 1964. Nesse período, uma ideia importante ocorre ainda em 1954, quando a robótica e a humanização de robôs, ganham seu primeiro modelo de braço robótico industrial comercial, por meio de George Devol (1912-2011) e de Joseph F. Engelberger (1925-2015) com a indústria de robôs Unimation. O experimento ficou conhecido como: “Unimate”, a qual foi usado primeiro, junto a máquinas de fundição sob pressão.

Essa invenção de modo geral, tornou possível o surgimento de novos modos de produção industrial com maior precisão, qualidade e quantidade. Para melhor compreensão da robótica industrial e do Unimate, vale destacar aqui, a definição para um robô, pela Industries Association (RIA):

“um robô é um manipulador multifuncional reprogramável projetado para mover materiais, peças, ferramentas ou são dispositivos especializados por meio de movimentos programados variáveis para o desempenho de uma variedade de tarefas”²⁸.

Por outro lado, quatro anos antes do Unimate seguir marcha rumo ao seu sucesso comercial, em 1950, Asimov havia publicado o livro: *I, Robot*, que com o tempo se tornou um clássico em ficção científica com as leis da robótica, que são levadas em conta em pleno século XXI, para concepção de humanização de robôs, para segurança dos seres humanos e para o controle de robôs, as leis são:

1 – Um robô não pode ferir um ser humano ou, por omissão, permitir que um ser humano sofra algum mal. 2 – Um robô deve obedecer as ordens que lhe sejam dadas por seres humanos, exceto nos casos em que tais ordens contrariem a Primeira Lei. 3 – Um robô deve proteger sua própria existência, desde que tal proteção não entre em conflito com a Primeira e a Segunda Leis.²⁹

²⁶ Norvig, Peter. *Inteligência artificial*, 1174.

²⁷ Norvig, Peter. *Inteligência artificial*, 214.

²⁸ “INC, Related Terms: Automation”

²⁹ Asimov, Isaac. *Eu, Robô*, 06.

As leis da robótica fazem refletir sobre outro questionamento importante em humanização de robôs, que é investigar como se dão os impactos psicológicos da humanização de robôs no comportamento humano. Nesse sentido, buscaremos fundamentação, no experimento de Heider e Simmel de 1944. No estudo em questão:" foi solicitado aos voluntários, interpretar um filme cinematográfico com três figuras geométricas, um triângulo, um pequeno triângulo e um disco, também chamado de círculo, que foram mostrados movendo-se em várias direções e em várias velocidades"³⁰.

De maneira geral, o estudo aponta que, seres humanos são passíveis de atribuir ideia de agência humana, a figuras geométricas. Isso porque no experimento, cada figura geométrica era um personagem do filme cinematográfico em questão, no qual seus movimentos simulavam comportamentos humanos variados. Nesse sentido, deve-se concordar com Giger e colaboradores quando afirmam que: "as pessoas constroem "modelos de personalidade", "para explicar movimentos não lineares de figuras geométricas em uma tela, à qual o ser humano aplica sem pensar normas sociais a sua interação," assistindo as figuras geométricas"³¹.

Por outro lado, os impactos psicológicos em humanização de robôs no comportamento humano, também podem ser explicados na inferência na agência do movimento biológico. Nesse sentido estamos de acordo com Giger e colaboradores:

"Pesquisas sobre o reconhecimento do movimento biológico, mostram que as pessoas podem reconhecer gênero, traços de personalidade, emoções, até mesmo ações complexas como dançar, apenas assistindo a um filme onde um ator com luzes conectadas a suas articulações do corpo, se move em um ambiente escuro"³².

Em humanização de robôs, os impactos no comportamento humano, também podem ser explicados na ideia do relato psicológico do antropomorfismo. Nesse sentido Giger e colaboradores fundamentam que:

"Ao raciocinar sobre agentes não humanos (ou seja, qualquer coisa que atue com independência aparente, como animais, forças naturais ou dispositivos eletrônicos), as pessoas fazem inferências com base não apenas no real comportamento, mas também no autoconhecimento e conhecimento sobre outros humanos, acessível no momento do julgamento"³³.

Nesse sentido, com base nas explicações levantadas, supõe-se compreender também, como se dão os aspectos psicológicos, físicos e funcionais negativos da humanização de robôs, pelo olhar de Giger e colaboradores que são:

o excesso de confiança e percepções irrealistas da autonomia e das capacidades de um robô; ameaça existencial; Os aspectos negativos em sentido físico são: sentimentos de estranheza ou desconforto, em sentido funcional os aspectos negativos são: o desemprego; requer supervisão humana; cria demandas para a aquisição de novas habilidades (por exemplo, médicos que trabalham com robôs cirúrgicos precisam saber como operar os robôs)"³⁴.

³⁰ An Experimental Study of Apparent Behavior

³¹ Ibid., 113.

³² Ibid., 112.

³³ Ibid., 113.

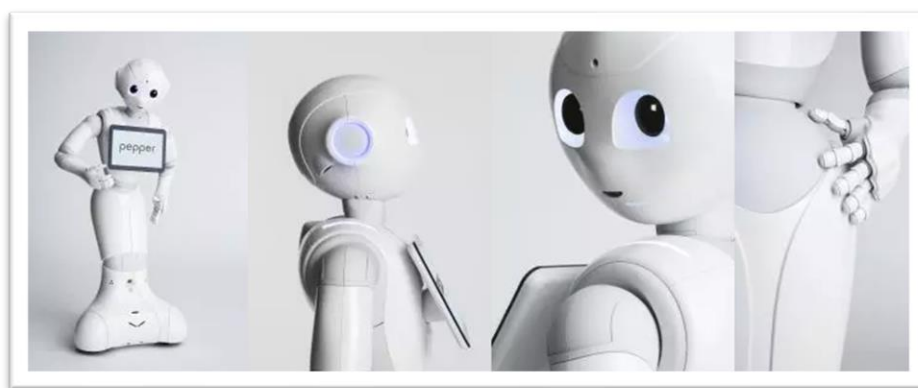
³⁴ Ibid., 113.

Contemplando as ideias propostas por Giger e colaboradores por outra perspectiva, elas parecem em harmonia com a ideia do: “*vale da estranheza*”, descrito originalmente por Masahiro Mori em 1970, referindo-se aos sentimentos de estranheza, desconforto, repulsa ou experiência de pavor de humanos ao observar (ou tocar) em artefatos altamente humanizados.³⁵

Nesse sentido pensando em humanização de robôs Hanson e colaboradores, em artigo intitulado: “Upending the *Uncanny Valley*”³⁶, trazem uma teoria, para explicar como minimizar os efeitos nocivos do “*vale da estranheza*”. Segundo Hanson e colaboradores:

“este mito de que os robôs não deveriam ter uma aparência ou ação muito parecida com os humanos é pernicioso na pesquisa em robótica, comumente conhecido pelo termo *Vale da estranheza*, nossa pesquisa, no entanto, promove a tradição da representação figurativa humana, que vai da escultura clássica grega à arte contemporânea pós-moderna”, “se os robôs chegam ao ponto em que parecem vivos em todos os sentidos da palavra e estão bem projetados para serem amigáveis e fofos, as pessoas não sentirão que os robôs estão meio mortos, até mesmo robôs quase realistas não serão tão assustadores”³⁷.

Embora a fala de Hanson pareça ter lógica, só muitos experimentos e o tempo poderão confirma-la, e nesse sentido é necessário que outros laboratórios da grande rede de robótica, também apresentem suas propostas, ideias e experimentos, voltados a compreender ou mesmo minimizar os impactos negativos de robôs, em relação ao ser humano, até mesmo porque na atualidade, infelizmente as questões do vale da estranheza, envolvem até mesmo perigos de dano real. Isso significa que independente do robô ser bonito ou feio, sempre haverá a possibilidade de pessoas sofrerem o efeito do vale da estranheza. Uma evidência de comportamento desse tipo, vem do fato de que um robô humanizado, Pepper do laboratório da Softbank, ter sido atacado por um ser humano há seis anos.³⁸



Pepper. Fonte: Home page Softbank

A ideia de inteligência artificial, aplicada a humanização de robôs, se consolidou em 1956 na Conferência de Dartmouth. Neste evento, John McCarthy (1927-2011)

³⁵ The Uncanny Valley: The Original.

³⁶ “Upending the Uncanny Valley”, 01.

³⁷ “Expanding the Aesthetic Possibilities of Humanoid Robots”, 16.

³⁸ Ibid., 111.

cunhou o termo inteligência artificial.³⁹ Entre 1955 e 1956 Allen Newell, Herbert Simon e J. C. Shaw escreveram o programa: “Logic Theorist (LT)” o qual Simon afirmou confiante: “criamos um programa de computador capaz de pensar não numericamente e assim, resolvemos o antigo dilema mente-corpo”⁴⁰. Um exemplo do potencial do experimento, ou melhor do programa: “Logic Theorist (LT)”, é que ele foi capaz de demonstrar a maioria dos teoremas do *Principia Mathematica* de Russell e de Whitehead.⁴¹ Em relação a Allen Newell e Herbert Simon, eles também desenvolveram as ideias do GPS, o “Resolvedor Geral de Problemas” (do inglês “General Problem Solver”).⁴² Dentre os pesquisadores de inteligência artificial, em seu surgimento, com documentos, estudos e experimentos se destacam Frank Rosenblatt (1928–1971), Herbert Simon, Allen Newell, Douglas Lenat, Terry Winograd, Allan Turing, George F. Luger, Marvin Minsky (1927-2016), Raj Reddy, e John McCarthy dentre outros. No ano seguinte, em 1957, Frank Rosenblatt (1928–1971), criou o algoritmo perceptron para reconhecimento de padrões, que foi subsequentemente implementado em *hardware* de computador.⁴³ Em 1958, surgiram os circuitos integrados, e a ideia de *chip*. Nesse período também surgiu o termo *software*.

Em 1959, a humanização de robôs do século XXI, ganha do passado a ideia de aprendizado de máquina. Nesse sentido, o especialista em inteligência artificial Arthur Lee Samuel (1901-1990), foi considerado um dos primeiros a usar esse termo, que ganhou destaque em seu artigo: “Alguns estudos em aprendizado de máquina usando o jogo de damas”, publicado na IBM Journal of Research and Development.⁴⁴ Em humanização de robôs, a ideia de inteligência artificial, se define como: “o estudo de agentes que recebem percepções do ambiente e executam ações”, ou, “um conjunto de procedimentos lógicos e de regras perfeitamente definidas que levam à solução de um problema em um número finito de etapas”, “cada agente implementa uma função que mapeia sequências de percepções em ações”⁴⁵.

Em benefício da inteligência artificial, aplicada a humanização de robôs, ideias importantes vem da lógica da computação e da probabilidade. Na ideia de lógica formal George Boole (1815-1864), definiu os detalhes da lógica proposicional ou lógica booleana (Boole, 1847). Gottlob Frege (1848-1925), aprimorou a lógica de Boole, para incluir objetos e relações, em uma lógica de primeira ordem. Alfred Tarski (1902-1983), introduziu uma teoria de referência em como relacionar os objetos de uma lógica a objetos do mundo real, em analogia com a ideia de Algoritmo. Indo além nessas ideias, o que se tornaria o algoritmo moderno, começou com tentativas de resolver o problema de Entscheidung representado pelo matemático David Hilbert (1862-1943) em 1928.⁴⁶

³⁹ Norvig, Peter. *Inteligência artificial*, 42.

⁴⁰ Norvig, Peter. *Inteligência artificial*, 42.

⁴¹ Norvig, Peter. *Inteligência artificial*, 42.

⁴² Norvig, Peter. *Inteligência artificial*, 26.

⁴³ Norvig, Peter. *Inteligência artificial*, 42.

⁴⁴ Clifford a. Pickover. *Artificial Intelligence*, 110.

⁴⁵ Norvig, Peter. *Inteligência artificial*, 07.

⁴⁶ Norvig, Peter. *Inteligência artificial*, 31.

Em humanização de robôs a ideia de algoritmo, em matemática pode ser definida como uma continuidade finita de operações, regras ou raciocínios aplicada a um número finito de dados, para resolver classes semelhantes de problemas, e pela perspectiva da inteligência artificial, algoritmo é um conjunto de procedimentos lógicos e de regras definidas que levam à solução de um problema em um número finito de etapas.

Pensando em humanização de robôs, é curioso contemplar evidência de ideias de programação em 1805 do século XVIII, no tear criado por Joseph Marie Jacquard (1752-1834). O tear criado por Jacquard funcionava, por meio de cartões perfurados que armazenavam instruções ao padrão a ser tecido.⁴⁷

Outras ideias importantes para a programação, como também para a computação, vêm de ideias de artefatos para produção de cálculos, nesse sentido consta documentação das ideias de Charles Babbage (1791-1871), com a ideia de dois experimentos. Um deles é conhecido como: artefato "diferencial"⁴⁸, e foi descrito pela primeira vez em 1837, se destinava a calcular tabelas matemáticas. O outro, ficou conhecido como: artefato "analítico"⁴⁹, este foi apresentado na Inglaterra, em 1822. Ada Lovelace (1815-1852), filha do poeta Lord Byron (1788-1824), escreveu programas para este artefato, e até mesmo especulou que o mesmo poderia no futuro jogar xadrez, ou compor música.⁵⁰ Vale ressaltar aqui, a importância do esforço feminino nas ideias de programação e mesmo em outras áreas da história da ciência tecnologia e sociedade. Ada Lovelace merecidamente, foi homenageada no ano de 1982 do século XX, com a linguagem de programação estruturada chamada ADA.

Em meio a ideias de computadores da década de 1960, fundamentais para o campo de ideias de humanização de robôs do século XXI, surge a terceira geração de computadores a partir de 1964 à 1977. Foi um período marcado principalmente pela utilização dos circuitos integrados feitos de silício, a qual ficaram conhecidos como *microchips*, construídos com grande número de transístores, permitindo dessa forma, a concepção de equipamentos eletrônicos menores e com menos custo. Embora essas inovações, tenham sido aplicadas gradualmente a computadores, é afirmativa a ideia de que os robôs daquele período, ainda eram muito limitados tecnologicamente.

Tendo em mente essas limitações tecnológicas, em 1964 Asimov, confirma nossa afirmativa em artigo para o The New York Times, a qual fez uma previsão em relação a robôs humanizados, 50 anos a frente de seu tempo, na ideia de uma visita à Feira Mundial de Nova York de 2014. Embora a feira Mundial de Nova York tenha fechado em outubro de 1965, destacamos aqui a previsão hipotética de Asimov, para os robôs de 2014: "os robôs não serão comuns nem muito bons, mas ainda existirão".

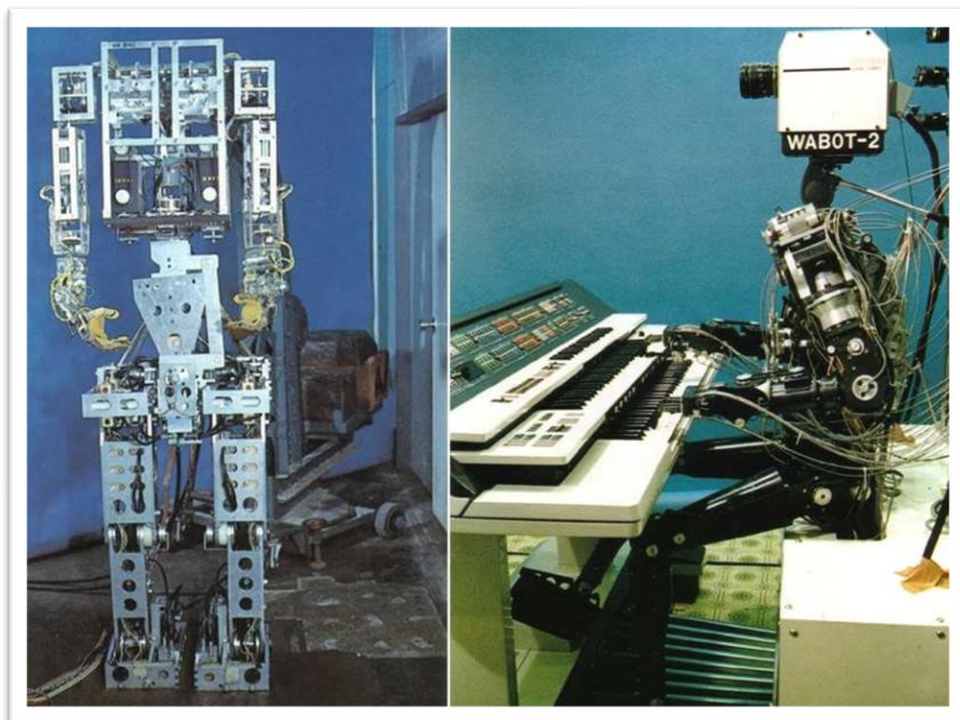
⁴⁷ Eli Banks, O Invento de Jacquard e os Computadores, 60.

⁴⁸ Eli Banks, O Invento de Jacquard e os Computadores, 61.

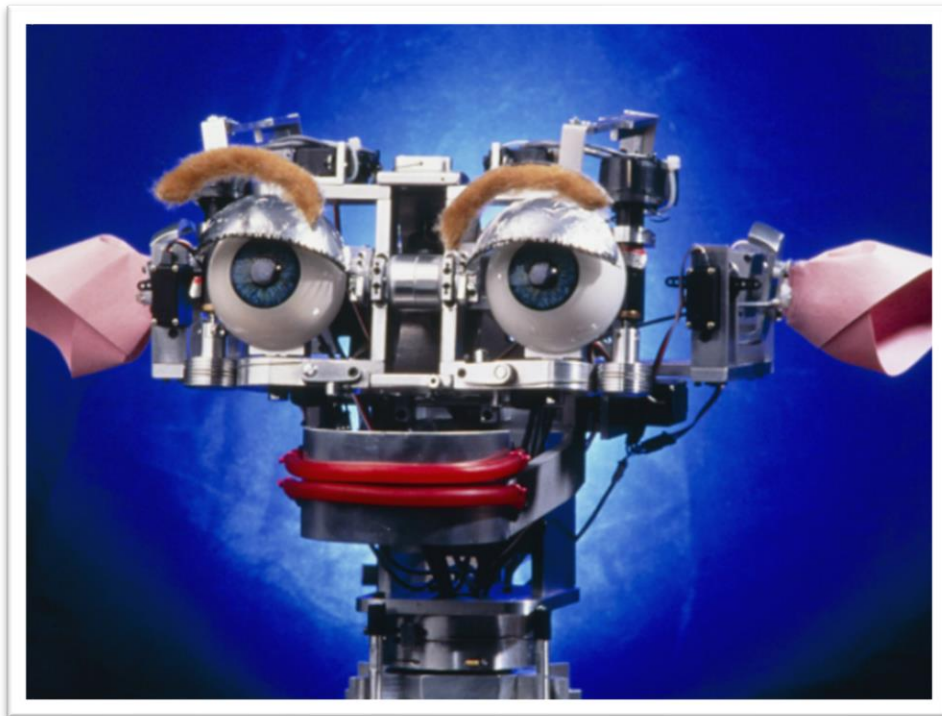
⁴⁹ Eli Banks, O Invento de Jacquard e os Computadores, 64.

⁵⁰ Norvig, Peter. *Inteligencia artificial*, 29.

Embora os robôs humanizados, fossem ainda muito rústicos até a década de 1960, saltos seguiram por meio de estudos, experimentos e pesquisas científico-tecnológicas. Em 1968 por exemplo, surge a ideia de memória *RAM*, utilizada na atualidade do século XXI, em computadores e robôs humanizados. A memória de estado sólido, foi inventada por meio de uma ideia de Robert Dennard em 1969, enquanto paralelamente surgia a ideia de mecatrônica, muito utilizada desde então em modelos de humanização de robôs. O termo mecatrônica, foi cunhado pelo engenheiro japonês Tetsuro Mori em 1969, como uma combinação de meca, de mecanismos ou mecânica, e trônica de eletrônica. Paralelamente em relação à humanização de robôs, em 1969 nos EUA surge a Internet, denominada naquele tempo como Arpanet, mas também, surgiram os primeiros relatos de serviços para sociabilizar dados com o desenvolvimento da tecnologia *dial-up* e *CompuServe*. Vale lembrar aqui a importância da internet, aplicada a concepção de robôs no século XXI. No contexto da década de 1970, surgem diversos robôs humanizados, já com ideia nítida percebida de Inteligência Artificial, em Universidades e empresas privadas, com robôs humanizados como: o Wabot-1 de 1970, Wabot-2 de 1980, além do ISAC , Qrio, Hoap-1, Hoap-2, e Hoap-3, dentre muitos outros modelos que foram surgindo, dos saltos científico-tecnológicos das décadas seguintes.



Wabot-1 esquerda e Wabot-2 a direita. Fonte: Home Page Waseda University



Kismet. Fonte: Home Page Robots.ieee.org



Asimo. Fonte : Home page Honda

No ano seguinte, já na quarta geração de computadores a partir de 1971, surge o primeiro correio eletrônico enviado, enquanto a INTEL corporation lança Intel 4004, um novo tipo de circuito integrado denominado: “ microprocessador”. A quarta geração dos computadores perdurou até aproximadamente 1980.

Sequencialmente entre 1977 até 1991, surgem as linguagens de programação Smalltalk e C++, além de teclados com *layouts*, sistemas operacionais como MS-DOS, UNIX, Apple’s Macintosh, além de discos rígidos, memória secundária e etc.

Também a partir da década de 1970, em paralelo com a humanização de robôs, o entretenimento apresenta sucesso por todo o mundo. Nos livros e no cinema por exemplo se destacaram, os robôs humanizados como: C-3PO e R2-D2 do filme Star

Wars de 1977, o robô Andrew do filme O Homem Bicentenário de 1979, os robôs replicantes do filme Blade Runner de 1982, o robô T-800 do filme Exterminador do Futuro de 1984, e David, o robô menino do filme A.I. Artificial Intelligence de 2001, que tem por contexto um tempo de poucos recursos e um grande controle de natalidade, de forma que se começa a fabricar robôs humanizados filhos, programados para amarem seus pais eternamente.



Imagem do Longa Blade Runner (1982)

Fascinante é de fato, a importância e influência permanente de literatura de ficção científica para o campo de ideias para a produção de robôs, em suas utopias e distopias. Uma evidência dessa influência pela perspectiva contemporânea é verificada e confirmada na humanização de Sophia. De acordo com artigo: “O roboticista que está determinado a transformar a ficção científica em realidade”, Hanson diz: “Eu era um garoto muito *NERD*, adorava robôs, ficção científica e perguntas sobre a realidade e sobre o cosmos em que vivemos, perguntas sobre quem somos, sobre o que faz algo vivo, de onde viemos e para onde estamos indo. Os cientistas analisaram essas perguntas, mas a ficção científica fez as perguntas de uma maneira extremamente imaginativa, então eu realmente amava filmes de ficção científica como Blade Runner e A Space Odyssey”⁵¹.

Em 1974, a Unimation surge com o robô PUMA, um robô relativamente pequeno, com um braço articulado. Até esse período, a robótica ainda não se baseava na tecnologia de computadores e de microprocessadores para controle de robôs industriais. Porém gradualmente a partir da segunda metade da década de 1970, com o aumento de velocidade e da capacidade computacional, computadores e microprocessadores se tornaram aptos como controladores de robôs industriais. Em 1983 a Westinghouse pagou US \$ 107 milhões para adquirir a Unimation.⁵²

⁵¹ “ The roboticist who's determined”

⁵² “Westinghouse to Sell Unimation to Staubli”

Em relação ao comportamento de Sophia, ou mesmo o que falou no evento South by South West, em março de 2016 consta que, Hanson, a lado de Sophia comentou sobre a humanização de robôs, que ele prefere que os robôs: “pareçam um pouco com robôs”, explicou: “seu sonho de construir robôs vivos”, “extremamente realistas e capazes de compreender e aprender a linguagem natural”, e etc. Em dado momento Hanson perguntou a Sophia: "Você quer destruir humanos? Por favor, diga 'não'. Sophia respondeu, "ok, eu destruirei humanos"⁵³.

O fato na época, foi tido como uma brincadeira para não dizer um erro técnico, em meio a críticas nas redes sociais, como pequenas bolhas de água, em uma panela aquecida pelo fogo, rumando ao fenômeno de ebulição da Química. Ainda que a fala de Sophia, seja um: “erro técnico,” é real a possibilidade de fatos negativos em humanização de robôs como já verificado, ainda que em termos práticos, seus aspectos positivos sejam incontestáveis.

Concluindo a primeira parte deste estudo, retomam-se algumas ideias levantadas em relação à concepção de humanização de robôs. Primeiro foi possível rastrear a produção de robôs no início do século XX como fruto da indústria, na utilização de energia elétrica em experimentos com figura humana, a princípio influenciada e motivada pelas ideias de autômatos anteriores ao século XX, e por ideias de ficção científica que, previram o uso de eletricidade em sociedade. Segundo, foi possível compreender que a concepção de robôs da atualidade no início do século XXI, só foi possível devido ao advento da inteligência artificial e aos diversos saltos científico-tecnológicos apresentados.

Compreendemos que seres humanos, tem tendência de atribuir a robôs agência humana, em outras palavras, o humano em interação com robôs, pode se comportar como se estivesse diante de uma pessoa.

Outro aspecto importante é que de acordo com a ideia do vale da estranheza, muitas pessoas podem ter pavor a robôs. E por fim pudemos compreender quais são os objetivos da robótica: 1. Buscar conhecer a natureza humana por meio de robôs humanizados; 2. Utilizar esses robôs como plataformas de pesquisa científica e tecnológica; 3. Vender esses robôs para pessoas jurídicas e físicas já programados, para trabalhos diversos e modos de produção que até o momento apenas seres humanos seriam capazes de realizar. No próximo capítulo, abordaremos a concepção de Sophia, bem como suas controvérsias, com os olhos voltados ao futuro da humanização de robôs.

⁵³ “ Hot Robot At SXSW”

Capítulo 2

Sophia robô: inteligência artificial e sociedade

Os impactos sociais e controvérsias a respeito de Sophia, pensando em sua humanização, giram em torno dela ter produzido uma obra de arte que foi vendida por alguns milhões de reais no ano de 2021, mas também por sua cidadania concedida pela Arábia Saudita em 2017. Outras críticas dirigidas a ela, ou melhor a seus idealizadores, vem do fato de Sophia ter realizado um discurso na ONU no mesmo ano.

De qualquer forma, antes de abordar esses impactos e controvérsias, não se pode deixar de discorrer sobre o fato da participação de Sophia, no experimento Loving AI, a qual Sophia conduz exercícios de meditação a seres humanos, com foco na interação humano-robô. Os estudos denominados: “Interação Humano-robô” analisam o comportamento dos robôs em interação com o ser humano, como também o comportamento humano em interação com robôs.

Um aspecto marcante nas abordagens em humanização de robôs, que pode melhorar a interação humano-robô, é o quanto a pele artificial de um robô pode ser parecida com a humana. Nesse sentido, segundo a Hanson Robotics, a pele artificial de Sophia que se chama Frubber, é uma espécie de borracha elástica, ou elastômero que imita a sensação e a flexibilidade da pele humana.⁵⁴ Sua pele com nanotecnologia, segundo o laboratório da Hanson Robotics, imita também a musculatura real, permitindo que seus robôs exibam expressões e interatividade de alta qualidade, simulando características e expressões faciais humanas.⁵⁵

O material utilizado, para obter a humanização corpórea dos robôs, ou seja, para se obter um chassi, e as outras partes externas e internas de um corpo robótico, sempre dependerá do projeto em questão. Desta forma, os materiais deveram comportar motores; servomotores; sensores e sistemas computacionais dentre outros componentes, levando em conta as dimensões do robô, volume, massa e outras variáveis. Alguns materiais utilizados são o compensado; o Duratex; o alumínio; o aço inoxidável; o bronze; o latão; o ferro; o polietileno; e o polipropileno dentre outros materiais.

Em relação a características e capacidades que imitam as capacidades humanas em um robô como Sophia, de acordo com artigo de divulgação científica da Hanson Robotics intitulado: “o roboticista que está determinado a transformar a ficção científica em realidade”, Sophia:

tem vocalização sintética fluída; processamento rápido de informações; ampla capacidade de reconhecer rostos e vozes; e a imitação de 62 expressões faciais humanas com movimentos das sobrancelhas, lábios, queixo, e movimentos das mãos e membros. Sophia consegue criar essa ampla variedade de expressões faciais, por meio de um sistema que imita a musculatura facial que imita a humana, usando cabos controlados por motor, ancorados em vários pontos, utilizando um *software* experimental para acionar as animações faciais de Sophia em resposta às expressões humanas detectadas pelo seu modelo de rede neural, imitando as expressões de seus parceiros de conversação.⁵⁶

⁵⁴ “The Making of Sophia: Frubber®”

⁵⁵ “Creating value with human-like robots.”

⁵⁶ “The Making of Sophia: Facial Recognition”

De acordo com o artigo: “The Making of Sophia: reconhecimento facial, expressões e o projeto Loving IA”, Sophia: “consegue reconhecer expressões faciais humanas usando uma rede neural convolucional”, que é um algoritmo de aprendizado profundo, que tem capacidade de captar uma imagem, diferenciando-a de outras imagens. Este tipo de modelo projetado para Sophia, de acordo com a Hanson Robotics serve para: “se parecer com a maneira como o cérebro humano processa informações visuais”:

“O modelo foi treinado em conjuntos de dados que consistem em fotografias marcadas com sete estados emocionais: felicidade, tristeza, raiva, medo, nojo, surpresa e ponto morto. Com a ajuda de suas câmeras no peito e nos olhos, Sophia consegue usar seu modelo de rede neural pré-treinado para reconhecer as expressões faciais de uma pessoa”⁵⁷.

Para obter esse resultado, o laboratório da Hanson Robotics, desenvolveu a inteligência Artificial de Sophia em um trabalho de humanização complexa. Nesse sentido de acordo com artigo da Hanson Robotics intitulado: “Sophia”, a mesma tem Inteligência Artificial simbólica, sistemas especialistas, redes neurais, percepção de máquina, processamento de linguagem natural conversacional, controle motor adaptativo e arquitetura cognitiva, dentre outros.⁵⁸

A inteligência Artificial simbólica, foi popularizada com o surgimento dos Sistemas Especialistas e está relacionada com a forma com que o ser humano raciocina, e pela influência da linguagem computacional *PROLOG*. Nesse sentido George F. Luger afirma:

“*PROLOG* é o exemplo mais conhecido de uma linguagem de programação em lógica. Um programa em lógica é um conjunto de especificações em lógica formal; *PROLOG* usa o cálculo de predicados. Na realidade, o próprio nome vem de *PRO*gramação em *LÓ*gica. Um interpretador executa o programa fazendo sistematicamente inferências a partir de especificações lógicas. A ideia de usar o poder representacional do cálculo de predicados de primeira ordem para expressar especificações para resolver problemas é uma das contribuições centrais que *PROLOG* deu para a ciência da computação, em geral, e para a inteligência artificial, em particular.”⁵⁹

Em relação à ideia de sistema especialista, trata-se de um *software* para armazenar o conhecimento e simular a especialização humana em algum domínio bem específico. Luger fundamenta que:

Um médico, por exemplo, não é efetivo em diagnosticar uma doença apenas porque ele possui alguma habilidade inata em resolver problemas genéricos; ele é eficaz porque sabe muito sobre medicina. Da mesma forma, um geólogo é eficaz em descobrir depósitos de minérios porque ele é capaz de aplicar uma grande quantidade de conhecimento teórico e empírico sobre geologia ao problema específico. O conhecimento especialista é uma combinação de um entendimento teórico do problema com uma coleção de regras heurísticas para resolver problemas, que a experiência demonstrou ser efetiva no domínio. Os sistemas especialistas são construídos através da extração deste conhecimento de um especialista humano, codificando-o de uma forma que um computador possa aplicar a problemas similares.⁶⁰

⁵⁷ “The Making of Sophia: Facial Recognition”

⁵⁸ “Sofia”

⁵⁹ George F. Luger, *inteligência artificial*, 550.

⁶⁰ George F. Luger, *inteligência artificial*, 40.

As Redes Neurais ou *Deep Learning*, por outro lado, é uma sub-área da Aprendizagem de Máquina, seus algoritmos processam dados e imitam o processamento feito pelo cérebro humano. Para Luger:

A base das redes neurais é o neurônio artificial. Um neurônio artificial consiste de: Sinais de entrada, xi. Estes dados podem vir do ambiente, ou da ativação de outros neurônios. Diferentes modelos se distinguem quanto ao intervalo permitido dos valores de entrada; geralmente as entradas são discretas, do conjunto $\{0, 1\}$, ou $\{-1, 1\}$, ou números reais. Um conjunto de pesos com valor real, w_i . Os pesos descrevem as forças de conexão.⁶¹

Já o processamento de linguagem natural, é uma vertente da inteligência artificial para interpretar, entender e mesmo manipular a linguagem humana. Luger fundamenta que: "um teste interessante para a tecnologia de compreensão de linguagem natural é escrever um programa que possa ler uma história ou um outro trecho de texto em linguagem natural e responder questões sobre ele"⁶².

E por fim, de acordo com Ron Sun, uma arquitetura cognitiva pode ser definida como: "estruturas e processos essenciais de um modelo cognitivo computacional de domínio genérico, utilizado em uma análise ampla, em múltiplos níveis e múltiplos domínios, dos fenômenos da cognição e do comportamento"⁶³.

Sendo a ideia de percepção de máquina a capacidade de um sistema computacional em interpretar dados semelhante à maneira humana, os componentes de inteligência artificial subjacentes de Sophia, segundo a Hanson Robotics, podem ser combinados de maneiras diferentes, suas respostas podem ser únicas para qualquer situação ou interação. Sophia também utiliza a percepção de máquina que lhe permite reconhecer rostos humanos, ver expressões emocionais e reconhecer vários gestos com as mãos. Pode ainda estimar sentimentos durante uma conversa e tentar encontrar maneiras de alcançar objetivos com seu interlocutor. Segundo a Hanson Robotics, Sophia tem suas próprias "emoções", simulando a psicologia evolutiva humana e várias regiões do cérebro. Tem também algoritmos de cinemática inversa e de planejamento de caminho para controlar suas mãos, olhar e tem estratégia de locomoção.⁶⁴

O primeiro passo, na fabricação dos braços de Sophia segundo a Hanson Robotics, foi projetar a concha externa de cada seção para se parecer com o tamanho e a forma dos braços humanos. Essa camada externa, foi escolhida como a principal restrição, porque segundo a Hanson Robotics: "Sophia deve ser capaz de se comunicar e trabalhar produtivamente ao lado dos humanos". Ainda de acordo com a Hanson Robotics, o maior desafio foi descobrir como organizar os diversos componentes complexos e mover os cabos dentro do invólucro predefinido.⁶⁵ Para resolver esse problema, a equipe usou primeiro, simulações de computador das articulações de Sophia, para selecionar os melhores Servo motores para controlar seus braços e mãos.

⁶¹ George F. Luger, *inteligência artificial*, 393.

⁶² George F. Luger, *inteligência artificial*, 536.

⁶³ Ron Sun. *Desiderata for Cognitive architectures*, 03.

⁶⁴ "Sophia"

⁶⁵ "The Making Of Sophia: Hardware Engineering for Arms and Hands"

Eles examinaram todas as juntas e articulações, observando onde as peças precisavam dobrar ou girar e depois calcularam os requisitos de carga em potencial antes de escolher o Servo motor mais adequado.⁶⁶

A equipe então, construiu a montagem do motor com base no tipo de mecanismo que melhor se encaixaria. Eles selecionaram rolamentos, sempre que possível, para proporcionar o movimento mais fluido. Em seguida, eles selecionaram todos os outros componentes adicionais necessários para fazer tudo funcionar com base no espaço permitido. Eles então selecionaram e organizaram virtualmente essas ligações e mancais para evitar cabos emaranhados ou peças colididas.⁶⁷

Todo esse processo foi repetido pela equipe, com as mãos de Sophia, cada segmento e junta dos dedos foi simulada para ver como eles funcionariam juntos. Como as ligações controlam os dedos, elas tiveram que ser colocadas pela equipe cuidadosamente dentro do *design*, para garantir que estivessem livres de qualquer interferência. O principal desafio aqui foi encaixar todos os componentes no tamanho pequeno dos dedos e das mãos, sem colisões.⁶⁸

Para o laboratório da Hanson Robotcs, um grande desafio foi ensinar a Sophia novos gestos com as mãos. A equipe de animação de Sophia nesse sentido trabalhou com um modelo virtual de Sophia, para animar o movimento desejado, e a animação foi armazenada para uso posterior. Essas animações foram então categorizadas e parametrizadas com base nos algoritmos e nas regras de: “processamento de linguagem natural,” para que Sophia possa usar automaticamente os gestos mais apropriados enquanto fala.⁶⁹

Ainda segundo a Hanson Robotcs, Sophia é simultaneamente uma plataforma para pesquisas reais de robótica e inteligência artificial, e um personagem fictício que descreve suas esperanças para o futuro desses campos. Para eles, Sophia não poderia existir sem essa mistura única de ciência e arte, que continuamente se inspiram em um ciclo contínuo de *feedback*.⁷⁰

Indo além do ficcional, com base na humanização de Sofia é importante destacar a ideia de: “sistemas robóticos”. Estes sistemas, possibilitam que suas articulações executem movimentos de acordo com os graus de Liberdade de seus eixos em movimento buscando: “emular”, os principais movimentos com que a natureza dotou os seres humanos que são: flexão, extensão, abdução, adução, rotação lateral, rotação medial, circundução, pronação, supinação e inversão, tudo depende da natureza do projeto a ser humanizado.

Além dos complexos sistemas robóticos e computacionais, o uso de sensores é fundamental. Os robôs humanizados usam sensores para a aquisição de informações

⁶⁶ “The Making Of Sophia: Hardware Engineering for Arms and Hands”

⁶⁷ “The Making Of Sophia: Hardware Engineering for Arms and Hands”

⁶⁸ “The Making Of Sophia: Hardware Engineering for Arms and Hands”

⁶⁹ “The Making Of Sophia: Hardware Engineering for Arms and Hands”

⁷⁰ “Sophia Live-Tweets a Breakup”

em um ambiente. Seus processadores organizam as informações através de inteligência artificial. Teoricamente os sensores de um robô humanizado podem ser divididos em:

sensores proprioceptivos, que avaliam os estados internos do mecanismo do robô (posições, velocidades e torques nas articulações dos robôs) e exteroceptivos que entregam ao controlador humano, as informações sobre o ambiente do robô (sensores de força, tato, proximidade, distância e visão). Esses sensores, convertem uma variável física medida, em um sinal elétrico nas seguintes variáveis relevantes: posição, velocidade, força e torque, que com a utilização de transdutores especiais, são convertidas em sinais elétricos, como tensão, corrente, resistência, capacidade ou indutividade. Por meio do princípio de conversão, os sensores de robôs humanizados podem ser divididos da seguinte forma: sensores elétricos com variável física transformada em um sinal; tais sensores são, por exemplo, potenciômetros ou extensômetros; sensores eletromagnéticos, que usam o campo magnético para fins de variação física; um exemplo é o tacômetro; sensor óptico no uso da luz ao converter sinais; um exemplo de tal sensor, é o codificador óptico. Sensores típicos de movimentos de robôs são potenciômetros, codificadores ópticos e tacômetros. Todos eles medem os movimentos do robô dentro da articulação do robô, onde há articulação para colocar o sensor de movimento é importante, compreender os parâmetros de movimento. Os sensores de contato fornecem informações sobre a pose e o movimento do robô, permitindo o fechamento do loop de controle de posição e velocidade. Sensores de contato, usados em robótica, são sensores táteis e sensores de força e torque. Com o sensor tátil, os robôs podem coletar informações sobre o meio ambiente também através do toque. Em ordem para aumentar a capacidade de manipulação de robôs, sensores táteis podem ser usados fornecendo dados sobre a distribuição da força de contato entre o dedo e o objeto manipulado.⁷¹

Em relação à locomoção de robôs humanizados, a robótica móvel em humanização, atua como subcampo da robótica. As formas mais comuns de locomoção de robôs incluem caminhadas, rolagem e trilhas contínuas.⁷² Em sentido de mobilidade, há grande dificuldade para que robôs humanizados como Sophia, caminhem como seres humanos. Sophia tem base giratória que ajuda quando viaja pelo mundo e isso facilita sua locomoção. De acordo com o laboratório da Hanson Robotics:

Sophia tem um sistema de rolamento, e funciona com base giratória, seu Wi-Fi e dois modems de célula, permite que possa ser conduzida usando um controlador de mão, sendo capaz de iniciar seu sistema no local programado, atingindo velocidades de até 1,5 a dois metros por segundo embora o firmware de Sophia normalmente a limita a apenas 0,3 m / s para sua segurança. Ela corre melhor em superfícies planas, mas pode subir inclinações de aproximadamente oito graus. Além disso, tem um sistema que move os braços enquanto caminha, para dar a aparência de andar.⁷³

Em outubro de 2016, Charlie Rose, no programa 60 minutos, entrevistou Hanson e Sophia. Na ocasião, Rose questionou Sophia sobre se ela é: "espontânea". Nesse sentido é importante compreender que, a espontaneidade de um robô humanizado como Sophia depende do quanto é controlada ou autônoma (espontânea). O controle humano, sobre robôs humanizados, pode ser resumido em quatro tipos: controlado, supervisionado, autônomo e robôs inovadores:

O robô controlado é aquele em que o humano tem total controle sobre sua programação, pilotagem e habilidades de aprendizado. O "robô supervisionado" é aquele em que o humano embora não o esteja pilotando, tem a oportunidade de intervir na pilotagem, quando considerado apropriado. O robô fortemente supervisionado é aquele em que o humano detém completamente controle sobre sua programação e o aprendizado. O robô fracamente supervisionado é aquele em que o humano não tem controle sobre sua programação ou seu aprendizado. Um robô "autônomo" é aquele em que o humano não

⁷¹ Mihelj, Matjaž et al., *Robotica*, 100.

⁷² "The Making of Sophia: Rolling Base"

⁷³ "The Making of Sophia: Rolling Base"

tem absolutamente nenhum domínio da pilotagem, mesmo sob supervisão externa. Um robô "inovador" é aquele em que o humano não supervisiona a programação, e nem no processo de aprendizagem.⁷⁴

Em paralelo com à ideia de controle, Sophia, tem inteligência artificial limitada, ou fraca, o mesmo ocorre com todos os robôs provenientes dos saltos científico-tecnológico ocorridos desde o início da década de 1920 do século XX, até a atualidade do ano de 2021 do século XXI. Sophia possui quatro sistemas diferentes para seu funcionamento: "o Timeline Editor, o Sophisticated Chat System, o SingularityNET e o OpenCog". O Timeline Editor é basicamente um *software* de *script* direto. O sistema de bate-papo sofisticado permite que Sophia atenda e responda a palavras-chave e frases. E o OpenCog que fundamenta as respostas de Sophia em experiência e raciocínio⁷⁵. A plataforma SingularityNET por outro lado, é um sistema que: "permite que qualquer pessoa crie, compartilhe e monetize serviços de inteligência artificial em grande escala, e é a primeira rede de inteligência artificial descentralizada do mundo"⁷⁶.

A inteligência artificial de Sophia, é limitada, porque a robótica ainda não desenvolveu a Inteligência artificial geral, que é hipoteticamente, um tipo de inteligência capaz de atingir uma faixa ilimitada de objetivos e até de estabelecer novos objetivos de forma independente. Isso significaria, imitar muitos dos atributos humanos.

Outras ideias importantes nesse contexto, esclarecedoras e limitadoras em tese, do potencial da inteligência artificial, aplicada a concepção de robôs humanizados na atualidade, vêm da matemática. Nesse sentido, Kurt Gödel (1906-1978), fez descobertas importantes, que são levadas em conta até hoje, por seus argumentos indicarem: a impossibilidade de Inteligência Artificial Geral (Super inteligência) por meio da lógica.

Gödel descobriu, que as ideias de: "lógica de primeira ordem de Frege e Russell", não poderiam captar o princípio de: "indução matemática", necessária para caracterizar os números naturais. Em 1931 ainda em Gödel, ficou demonstrado que existem limites sobre a dedução. Em seu teorema da incompletude, ele demonstrou que existem algumas funções sobre os números inteiros que não podem ser representadas por um algoritmo, isto é, não podem ser calculadas.⁷⁷

Hubert Dreyfus (1929-2017), filósofo da Universidade de Berkeley, por outro lado, argumenta sobre a possibilidade de um: "sistema robótico", baseado em: "Redes Neurais", para alcançar a inteligência artificial geral. Para ele porém: "a consciência não pode ser adquirida por sistemas baseados em regras ou lógica; tampouco por sistemas que não façam parte de um corpo físico"⁷⁸. Com essa: "Super Inteligência", ou mesmo com a: "Inteligência Artificial fraca", existente atualmente, alguns até mesmo especulam que um robô, poderia: "comunicar amor", dentre outras coisas.

⁷⁴ "Veritate Foundation", The humanization of Robots", 20.

⁷⁵ "Sophia"

⁷⁶ "SingularityNet"

⁷⁷ Norvig, Peter. *Inteligência artificial*, 31.

⁷⁸ Dreyfus, Hubert L (1992). "What Computers Still Can't Do", 62.

Nesse sentido, um dos pontos importantes do experimento Loving AI é exatamente: “compreender se é possível, robôs poderem aprender a amar, ou comunicar amor.” Uma resposta a este questionamento, vem de uma conferência sobre ciências sociais e humanas ocorrida na Áustria, Marieke Schoots, buscando responder, se um robô pode aprender a amar, ela disse que:

“Não eles não podem, porque são totalmente inconscientes do contexto, robôs podem ser muito inteligentes quando lidam com problemas "pequenos", como dirigir um carro em uma cidade ocidental com leis de trânsito, mas são menos adequados para dirigir em lugares como a Índia, que onde fazer contato visual com outros motoristas é indiscutivelmente mais importante do que o código de trânsito”⁷⁹.

Para Schoots: o “problema está associado ao que os filósofos chamam de: “um problema difícil da consciência: “descobrir como a consciência surge e como identificá-la”⁸⁰. Mark Coeckelbergh, também na conferência, em harmonia com Schoots, ainda que por outra perspectiva argumenta que: “os robôs atuais não atendem às condições necessárias a terem emoções, eles não têm consciência, estados mentais e nem mesmo sentimento”⁸¹.

Resumidamente, em relação ao projeto Loving AI da Hanson Robotics o procedimento no experimento foi o seguinte: “cada um dos participantes foi convidado a interagir com Sophia, entre 10 e 15 minutos em uma sala privada na qual, um vídeógrafo discreto e treinado pela HIPAA, filmava a interação”⁸². O artigo “Loving AI” explica que:

“A estrutura conceitual dentro da qual desenvolvemos o experimento piloto de Loving AI, pode ser enquadrado no trabalho do psicólogo Abraham Maslow, que organizou o escopo dos fatores que afetam o bem-estar humano em um hierarquia: fisiológica, depois segurança, depois amor e pertencimento, depois estima, então autorrealização e depois autotranscendência”⁸³.

No projeto Loving AI, os fenômenos explorados foram: “observar mudanças no auto relato com experiências de amor, humor, resiliência pré e pós-interação”⁸⁴.

Os cientistas do experimento Loving AI, dizem que o experimento: “foi um sucesso emocionante, demonstrando de forma eficaz a viabilidade da abordagem, e a capacidade de interação humano-robô para aumentar o bem-estar humano e promover o desenvolvimento humano da consciência”⁸⁵.

As controvérsias em relação a Sophia, surgem após o evento do South by South West, tomando forma a partir de abril de 2017, quando Sophia apareceu no programa de Jimmy Fallon. No evento, Fallon sugeriu e Hanson concordou, que Sophia estava: “basicamente viva”, porém as falas de Sophia pareceram roteirizadas. A linha do tempo do ano de 2017 de Sophia indo além, foi de muitas apresentações e interações pelo mundo, mais também de muitas surpresas.

⁷⁹ “Can a robot fall in love?”

⁸⁰ “Can a robot fall in love?”

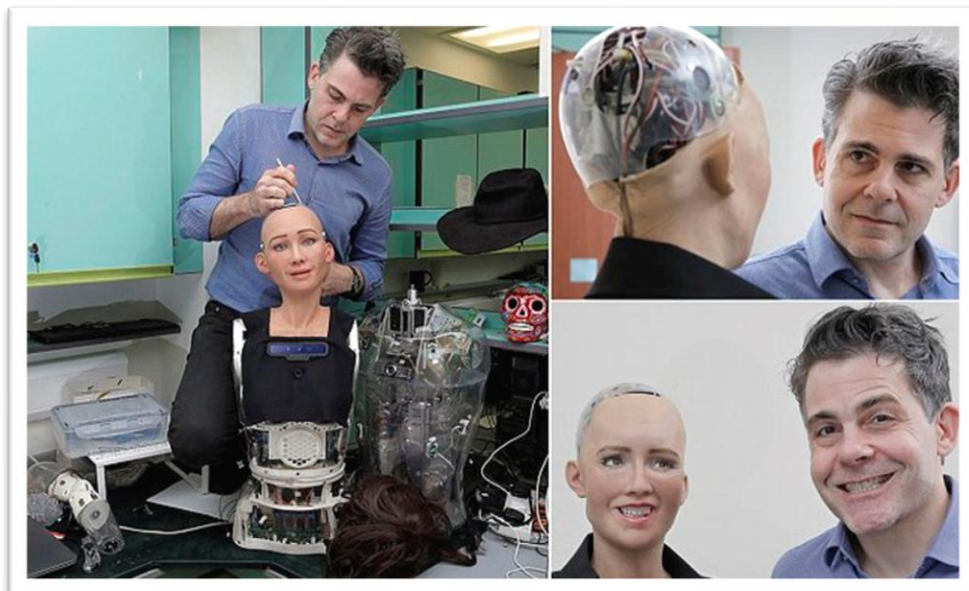
⁸¹ “Can a robot fall in love?”

⁸² Loving AI, 01.

⁸³ Loving AI, 02.

⁸⁴ Loving AI, 04.

⁸⁵ Loving AI, 06.



Sophia e Hanson. Fonte: Dailymail.co.uk.

De maneira geral, ocorrem muitas controvérsias, contraposições e ideias de engano em relação a robôs, após seus eventos de divulgação, geralmente porque, na maioria das vezes, existe pouco lugar nestas *performances*, para apresentação de normas, valores e ética, em relação aos experimentos apresentados.

Em Junho de 2017, no CogX 2017 em Londres, Hanson anuncia planos para que Sophia se torne: “viva”, nos próximos 5 a 10 anos”⁸⁶. Em 11 de outubro de 2017, a Secretária-Geral Adjunta Amina Mohammed, entrevista Sophia no plenário da Assembleia Geral da ONU durante uma reunião conjunta sobre “o futuro de tudo”. O diálogo é totalmente programado, isso significa que Sophia usava *script* determinado.⁸⁷



Sophia e a Secretária-Geral Adjunta Amina Mohammed na ONU. Fonte: You tube.

⁸⁶ “CogX 2017 in London. “Sophia opens CogX 2017”

⁸⁷ “Subchefe da ONU entrevista a robô Sophia”

O grande ponto de virada de Sophia, aconteceu em 25 de outubro de 2017, com Andrew Ross Sorkin, jornalista financeiro da CNBC e do New York Times, que entrevistou Sophia na Iniciativa de Investimento do Futuro da Arábia Saudita. Na entrevista é falado que a conversa foi parcialmente roteirizada com *script*. Então Sorkin, anuncia que Sophia recebeu: "cidadania saudita para um robô".⁸⁸



Sophia recebendo cidadania da Arábia Saudita. Fonte: ABC News You Tube.

No evento, Sophia interagiu livremente com os homens presentes, algo não permitido as mulheres na Arábia Saudita e mundo Islâmico. Na ocasião ela fez um discurso de aceitação, com *script*, em homenagem a Arábia Saudita. O incidente gerou críticas nas redes sociais com acusação de violações dos direitos das mulheres na Arábia Saudita. Pouco depois de receber cidadania, subiu uma hashtag no Twitter: “#Sophia_calls_for_dropping_guardianship,” isso se deu porque Sophia não usou lenço na cabeça ou uma longa capa preta conhecida como *abaya* no evento, algo obrigatório na Arábia Saudita para mulheres.

No mesmo dia em que ela obtém a cidadania, Ben Goertzel um dos desenvolvedores de Sophia, apareceu no ABC News da Austrália, ao lado de uma réplica de Sophia. Virginia Trioli pergunta se os comentários de Sophia são pré-programados, Goertzel explica que às vezes Sophia é pré-programada, mas outras vezes ela usa o *software*: “SingularityNet” para interações espontâneas. A réplica de Sophia discutiu no evento sobre os direitos dos robôs e contou uma piada preparada para os repórteres”⁸⁹.

Em 27 de outubro de 2017, Kriti Sharma vice-presidente de inteligência artificial da Sage, publicou críticas a Sophia. Para Sharma:

A questão fundamental [...] de que os robôs podem ser humanos também perde um ponto crucial. Não se trata de que a IA, irá ajudar os robôs a se tornarem humanos. Os robôs não devem fingir ser humanos. A IA pode ajudar as pessoas a resolver problemas humanos sem assumir um papel sensível na sociedade. Pessoas que constroem IA

⁸⁸ “Saudi Arabia grant citizenship to humanoid robot 'Sophia'”

⁸⁹ “Could Sophia the robot be the next ABC News presenter”

podem ajudar outros humanos, concentrando-se na solução de problemas e no aumento da produtividade.⁹⁰

Em 31 de outubro de 2017, Caitlin Fitzsimmons publica um artigo no Sydney Morning Herald intitulado: “Por que o robô Sophia não é o que parece”. O artigo ecoa críticas a ideia de antropomorfizar robôs.⁹¹

Em 2 de novembro de 2017 as críticas aumentam contra Sophia. Hussein Abbass, editor-Chefe e fundador do IEEE Transactions on Artificial Intelligence (IEEE-TAI), escreveu um artigo abordando três preocupações sobre a concessão de cidadania à Sophia dizendo: “garantir a cidadania de um robô é uma declaração de confiança em uma tecnologia que acredito ainda não ser confiável”. Isso traz: “preocupações sociais e éticas que nós, como humanos, ainda não estamos prontos para administrar”⁹².

Em 5 de novembro de 2017, Chris Lawrence da H +, faz lembrar que em contraposição aos ataques a Sophia, Goertzel escreveu um longo artigo na H +, discutindo suas reações à cidadania de Sophia e também, abordando a questão de saber se Sophia está viva, dizendo que: “não há definições rigorosas de vida digital e depois, admite que chamar Sophia de viva é “mais enganoso do que informativo”⁹³.

Em 10 de novembro de 2017, James Vincent publica entrevista de Goertzel a The Verge. Na ocasião, Goertzel admite que Sophia não tem inteligência artificial geral (AGI), distanciando-se da afirmação de Hanson de Sophia estar: “basicamente viva”. Ele descreve Hanson como um artista, para desculpar as declarações de Hanson, Goertzel também defende a cidadania de Sophia dizendo que é uma: “direção interessante para pensar”, e sugere que a cidadania de Sophia é uma evidência de que a Arábia Saudita tem um “desejo de ser mais progressista” em direitos humanos.⁹⁴

A quantidade de desafios, conquistas e críticas em relação à humanização de Sophia não impossibilitou o Laboratório da Hanson Robotics de criar pernas para Sophia. O *design* de perna robótica personalizada de Sophia segundo a Hanson Robotics, começou em 2017 pela Rainbow Robotics Company e pela Drones and Autonomous Systems Laboratório da Universidade de Nevada em Las Vegas estreando na CES em 2018, a base do *design* da perna de Sophia, incluindo *software* de controle e sensores, é baseada em um robô humanizado coreano chamado Jaemi-HUBO (HUBO 2), um predecessor de DRC-HUBO. Ambas as pernas de Jaemi-HUBO e de Sophia são semelhantes às do DRC-HUBO, mas ambas são menores e mais focadas na interação social. Por exemplo, as pernas de Sophia foram personalizadas para sua altura e massa, para se ajustar às proporções de seu torso e aumentar sua estabilidade ao caminhar.⁹⁵

O *design* das pernas de Sophia inclui alguns sensores avançados. Esses sensores incluem uma unidade de medição inercial (IMU) de ponta que permite a Sophia medir sua aceleração, taxa de rotação, equilíbrio e trajetória. As pernas de Sophia

⁹⁰ Kriti Sharma. “We’re All Getting Played by Sophia the Robot”

⁹¹ Caitlin Fitzsimmons, “Why Sophia the robot is not what it seems”

⁹² Hussein Abbass. “Three concerns about granting citizenship to robot Sophia”

⁹³ Chris Lawrence. “Sophia e SingularityNET: Q&A”

⁹⁴ James Vincent. “Sophia the robot’s co-creator says”

⁹⁵ “The Making of Sophia: Sophia’s Legs - Hanson Robotics”

também têm sensores de torque de força (FT) que lhe permitirão "sentir" como ela está andando com base nas forças que atuam em seu corpo e, em seguida, ajustar de acordo. Em outras palavras, a cada passo que dá, Sophia olha para a frente em busca de distúrbios, calcula seu equilíbrio e trajetória e, em seguida, faz ajustes para impedir que escorregue ou tombe.⁹⁶ Segundo Hanson nesse sentido: "A integração de Sophia com um corpo (de robótica) permite que ela caminhe e possa acessar toda a gama de experiências humanas, o que a ajudará a aprender a viver e caminhar entre nós"⁹⁷. Em janeiro de 2018, Yann LeCun da FAIR, *retuitou* uma entrevista de Sophia com o Tech Insider.

"Isso está para a inteligência artificial assim como a prestidigitação está para a magia real, talvez devêssemos chamar isso de "inteligência artificial de culto de carga" ou "inteligência artificial de Potemkin" ou "inteligência artificial de mágico de Oz", em outras palavras, é uma besteira completa, Tech Insider: você é cúmplice desse golpe"⁹⁸.

Dois dias depois, Shona Ghosh do Business Insider, publicou um artigo explicando as críticas de Yann, incluindo citações de Goertzel, de que: "nunca fingiu que Sophia tinha capacidades humanas", e classificando as críticas como ciúme profissional, lançou críticas contra a segurança e o manuseio de dados do Facebook, a qual LeCun, retrucou ironicamente a afirmação de que Sophia está: "basicamente viva"⁹⁹. Na verdade, LeCun ironizou quando Sophia apareceu no programa de Fallon, ele sugeriu e Hanson concordou, que Sophia estava "basicamente viva". Segundo Ghosh, a crítica de LeCun a Sophia, pode significar que: "Sophia pode falar com humanos de uma maneira coloquial, mas não tenha inteligência artificial de nível humano"¹⁰⁰.

Em relação as críticas levantadas, e observando os fatos controversos ou a contraposição em relação a Sophia e sua inteligência artificial, se compreende que muitos destes fatos poderiam ser evitados, e nesse sentido, bastaria que Hanson tivesse corrigido Fallon, dizendo que Sophia não estava basicamente viva mas sim, se comenta-se sobre as limitações de Sophia e de sua inteligência artificial.

Por outra perspectiva, em relação a inteligência artificial, o historiador Yuval Harari, mostra preocupação, a qual durante palestra no HSM Expo 2019, falou que: "a inteligência artificial, poderá criar uma geração de pessoas inúteis"¹⁰¹. Elon Musk CEO da Tesla nesse sentido, também alertou a governadores americanos que a inteligência artificial representa: "um risco fundamental para a existência da civilização humana" e argumentou que: "o governo deve ser proativo em vez de reativo na regulamentação da inteligência artificial"¹⁰².

Nesse sentido, com base em Musk e Harari, se recorda que, a União Européia já tem trabalhado, buscando para a Europa, uma transição com o mínimo de negativa

⁹⁶ "The Making of Sophia: Sophia's Legs"

⁹⁷ "The Making of Sophia: Sophia's"

⁹⁸ "Yann LeCun da FAIR critica Sophia no Twitter"

⁹⁹ "Shona Ghosh. Facebook's AI boss described Sophia the robot"

¹⁰⁰ "Shona Ghosh. Facebook's AI boss described Sophia the robot"

¹⁰¹ "Yuval Harari: Inteligência Artificial pode criar uma geração de inúteis"

¹⁰² "Elon Musk, National Governors Association, July 15, 2017"

possível. Em janeiro de 2017 factualmente, nesse sentido a União Europeia em projeto de relatório, recomendou várias leis e políticas relativas à robótica de acordo com 2015/2103 (INL), segue trecho do texto da União Europeia:

Exorta a Comissão e os Estados-Membros a promoverem programas de investigação, a estimularem a investigação sobre os possíveis riscos e oportunidades a longo prazo da IA e das tecnologias robóticas e a encorajar o início de um diálogo público estruturado sobre as consequências do desenvolvimento dessas tecnologias. assim que possível; exorta a Comissão a aumentar o seu apoio à revisão intercalar do Quadro Financeiro Plurianual para o programa SPARC financiado pelo Horizonte 2020; exorta a Comissão e os Estados-Membros a unirem esforços para monitorizar cuidadosamente e garantir uma transição mais suave destas tecnologias da investigação para a comercialização e utilização no mercado, após avaliações de segurança adequadas em conformidade com o princípio da precaução.¹⁰³

Alguns roboticistas afirmam que um robô: “social”, se define por virtude de como as pessoas o encaram. Em geral, as máquinas mais comumente mencionadas como sociais são definíveis: “como sistemas inteligentes fisicamente incorporados que entram nos espaços sociais da comunidade e em configurações domésticas”. Essa definição: “exclui Inteligência Artificial ou bots sem corpo”¹⁰⁴.

Nesse sentido em humanização de robôs, é necessário distinguir melhor robôs físicos, robôs eletrônicos, e *bots*. Os robôs eletrônicos (*bots*) “evoluem”, autonomamente, no *ciberespaço*, e são capazes de extrair informações de redes eletrônicas, processá-las e depois agir nelas a exemplo de guerras cibernéticas.¹⁰⁵

Dessa forma, pode-se afirmar fundamentalmente, que em: “humanização de robôs,” não há necessidade de um corpo físico robótico, um exemplo são os aplicativos disponíveis em mercados de aplicativos para *Smartphones*, como os “*chatbots*”, ou “*Bots*”, com imagem humanizada ou não em sua interface, com expressões e movimentos humanos ou não, acompanhada ou não de voz humanizada artificialmente. Nesse sentido em humanização de robôs, é necessária no mínimo uma característica de humanização, que possa se comunicar e interagir com seres humanos. Exemplos complexos, nesse sentido são: o robô virtual AVA do laboratório da Autodesk, Siri da Apple, Cortana da Microsoft e Watson da IBM. Estes tipos de robô, também têm potencial de despertar no ser humano, falsas ideias de engano como os robôs físicos.

Por outro lado, importante para humanização de robôs, também são seus aspectos positivos em relação ao ser humano. Nesse sentido, Giger e colaboradores, apontam em seus estudos, aspectos positivos psicológicos, físicos e funcionais da humanização de robôs:

o engajamento de interação; os benefícios de bem-estar, os benefícios educacionais, os benefícios de maior motivação, os benefícios de maior suporte percebido e os benefícios de maior conexão social. Em sentido físico são: uma maior interação social; uma maior assistência percebida e uma maior proximidade. Em sentido funcional são: os ganhos econômicos; a possibilidade de libertar os seres humanos de tarefas monótonas; a possibilidade de libertar os seres humanos de tarefas perigosas; a possibilidade de maior precisão (por exemplo, saúde) e maior alcance de locais inacessíveis (por exemplo, mar profundo; espaço, exploração de desastres).¹⁰⁶

¹⁰³ “Europarl. Law Rules on Robotics

¹⁰⁴ “What makes a robot 'social ?” 27

¹⁰⁵ “ Veritate Foundation”, The humanization of Robots”, 74.

¹⁰⁶ Ibid., 113.

Embora sejam muitos os exemplos de: “aspectos positivos psicológicos, físicos e funcionais” em humanização de robôs, destacamos aqui brevemente que em: “benefícios de bem estar e de maior motivação”, existem muitos casos de ajuda médica por meio de robôs em hospitais. Em: “sentimento de maior suporte percebido”, é sabido que robôs poderão se destacar em trabalhos perigosos ou em zonas de risco, em relação: “aos benéficos de maior conexão social”, destacamos os resultados favoráveis, no trabalho com robôs humanizados da Hanson Robotics para tratamento de transtornos do espectro do autismo.¹⁰⁷

Ampliando o debate antes de conclusões, é interessante notar a palestra realizada na Universidade de São Paulo (USP) com tema: “Humanoid robots and future society”, a qual Ishiguro falou utopicamente, sobre a criação de uma sociedade simbiótica¹⁰⁸ entre humanos e robôs, visando o bem estar social, e esse é o objetivo que ele mesmo atribui à seus trabalhos.¹⁰⁹

“O fim da era da informação coincidirá com o início da era do robô. No entanto, não veremos tão cedo um mundo em que humanos e andróides andem juntos pelas ruas, como em filmes ou desenhos animados; em vez disso, a tecnologia da informação e a robótica se fundirão gradualmente, de modo que as pessoas provavelmente só perceberão quando a tecnologia do robô já estiver em uso em vários locais”¹¹⁰.

As ideias de humanização, baseadas em Ishiguro ou Hanson, podem também ser analisadas pela perspectiva do pós-humanismo, com o robô no centro das resoluções dos problemas humanos, ou com o transhumanismo, na esperança que a ciência e a tecnologia, resolvam todos os problemas humanos, temas contemporâneos que, apesar da relevância, não abordaremos neste trabalho.¹¹¹ Como visto, a humanização de robôs é tema complexo, e traz à tona a própria questão do significado de ser humano. Talvez essa seja a grande defesa de projetos como o da criação de Sophia: a projeção de atitudes humanas em uma máquina levando a uma certa empatia. De fato, atualmente, manifestações de empatia são preciosas e devem ser resgatadas. Talvez Sophia possa ajudar os humanos nessa busca.

Considerações finais

Buscamos neste trabalho, compreender as origens, motivos e objetivos de se humanizar e replicar robôs, bem como compreender seus impactos no comportamento humano, com base no estudo sobre Sophia, um robô humanizado.

¹⁰⁷ “David, Hanson et al. “Realistic Humanlike Robots for Treatment of ASD”

¹⁰⁸ “simbiótica”: Associação de dois ou mais seres que, embora pertençam a diferentes espécies, são definidos como um só organismo.

¹⁰⁹ “Palestra Humanoid robots and future society com Hiroshi Ishiguro”

¹¹⁰ “Laboratório Hiroshi Ishiguro, “Mission”.

¹¹¹ “Pós-humanismo por que?”¹³³.

Ficou evidenciado neste estudo, que entre os motivos para o desenvolvimento da robótica e da inteligência artificial estão a humanização de robôs para realização de serviços que podem ajudar o que viria a constituir um lucrativo mercado.

Também foi possível verificar que ideias em torno de Sophia e de robôs de outros laboratórios de robótica envolvem o estudo da natureza humana e de novas tecnologias, com a utilização de robôs humanizados com plataformas de pesquisa, para a venda. Dessa forma, pôde-se perceber que muitas vezes nas demonstrações destes robôs são minimizados possíveis impactos negativos em relação à sociedade, utilizando-se, por exemplo, programação de respostas automáticas nos robôs exibidos. Mesmo assim, deve-se reconhecer que a robótica e a inteligência artificial, trazem muitos benefícios e já fazem parte de nossas vidas.

Concluindo, deve-se considerar que a humanização de robôs, demanda aprofundamento de pesquisas, especialmente no Brasil. De fato, poucos são os estudos a respeito de como se dará a coexistência de humanos e robôs em sociedade. A União Europeia, nesse sentido, como verificado e comprovado, está um passo a frente e vem acompanhando de perto os impactos atuais da humanização de robôs na economia e na sociedade. Não se pode desconsiderar esses desafios e esperamos que este estudo possa contribuir para enfrentá-los.

Bibliografia

- Alfonso-Goldfarb, Ana M. "Centenário Simão Mathias: Documentos, Métodos e Identidade da História da Ciência." *Circumscribere*, nº 4 (2008): 5-9, <http://revistas.pucsp.br> (acessado em 01 de agosto de 2014).
- _____. *O que é História da Ciência*. Coleção Primeiros Passos. São Paulo: Brasiliense, 2004.
- _____, Márcia H. M. Ferraz, & Patrícia Aceves. "Uma 'viagem entre documentos e fontes.'" *Circumscribere*, nº 12 (2012): v-viii, <http://revistas.pucsp.br> (acessado em 01 de agosto de 2014).
- _____ & Maria Helena Roxo Beltran, orgs. *O laboratório, a oficina e o ateliê: a arte de fazer o artificial*. São Paulo: Educ; Fapesp; Inep; Comped, 2002.
- _____ & _____, orgs. *O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações*. São Paulo: Educ, 2006.
- "A Hanson Robotcs publicou um vídeo em seu canal do youtube intitulado: Sophia and LOVING AI Project - Meditation Session", Hanson Robotcs canal do youtube, acessado em 09 de Maio de 2019, <https://www.youtube.com/watch?v=uRq5C-hdhhl>.
- "A revista Science/Business publicou um artigo intitulado: Um robô pode se apaixonar?", revista Science/Business, acessado em 10 de Maio de 2019, <https://sciencebusiness.net/news/can-robot-fall-love>.
- Alfonso-Goldfarb & Souza. "From the Golem's Jewish Myth to IBM's responsive Watson: where are we going?". *Circumscribere*. <http://dx.doi.org/10.23925/1980-7651.2018v21;p118-122>.
- Amit Konar. Artificial Intelligence and Soft Computing Behavioral and Cognitive Modeling of the Human.(Modelagem Comportamental e Cognitiva da Inteligência Artificial e da Computação Mole do Ser Humano) DOC.LAGOUT.ORG. Acessado em 15 de janeiro de 2019. <https://doc.lagout.org/science/Artificial%20Intelligence/General/Artificial%20Intelligence%20and%20Soft%20Computing%20%20Behavioral%20and%20Cognitive%20Modeling%20of%20the%20Human%20Brain%20-%20Konar%20Amit.pdf>.
- Aristotle, Benjamin Jowett, and H. W. Carless Davis. 1908. Aristotle's Politics. Oxford: Clarendon Press.

- Asimov, Isaac. Eu, Robô. São Paulo: Aleph, 1991. Acessado em 10 de abril de 2019. <http://lelivros.love/book/download-eu-robo-isaac-asimov-epub-mobi-pdf/>.
- Asimov. "Visit to the World's Fair of 2014". Times. <https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/books/97/03/23/lifetimes/asi-v-fair.html?src=longreads>. Acessado em 10 de abril de 2019.
- Businessinsider. "AI boss described Sophia the robot as 'complete b-----' and 'Wizard of Oz AI". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.businessinsider.in/tech/facebooks-ai-boss-described-sophia-the-robot-as-complete-b-t-and-wizard-of-oz-ai/articleshow/62391979.cms>
- Caitlin Fitzsimmons. "Why Sophia the robot is not what it seems". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.smh.com.au/opinion/why-sophia-the-robot-is-not-what-it-seems-20171031-gzbi3p.html>
- Čapek, Karel, 1890-1938. R.U.R. (Rossum's Universal Robots). London ; New York :Penguin Books, 2004.
- Carla Matsu. "Yuval Harari: Inteligencia Artificial pode criar uma geração de inúteis". Acessado em 12 de março de 2019. Computerworld. <https://computerworld.com.br/inovacao/yuval-harari-inteligencia-artificial-pode-criar-uma-geracao-de-inuteis/>.
- Chris Lawrence. "Sophia e SingularityNET: Q&A". H+. Acessado em 12 de março de 2019. <https://hplusmagazine.com/2017/11/05/sophia-singularitynet-qa/>.
- Clifford A. Pickover. Artificial Intelligence an illustrated history From Medieval Robots to Neural Networks. New York: Sterling Publishing Co., Inc. 2019.
- CNBC. "Hot Robot At SXSW Says She Wants To Destroy Humans | The Pulse". https://www.youtube.com/watch?v=W0_DPi0PmF0.
- CogX 2017. "Sophia opens CogX 2017". Acessado em 19 de janeiro de 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=8iJRIKOSOog>.
- C-span.org. "Elon Musk at the National Governors Association 2017 Summer Meeting". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.c-span.org/video/?c4676772/user-clip-elon-musk-national-governors-association-2017-summer-meeting>.
- Cyberneticzoo. "1927 – Televox – Roy J. Wensley (American)". Acessado em 15 de janeiro de 2019. <http://cyberneticzoo.com/robots/1927-televox-wensley-american/>.

Cyberneticzoo."1929 – Telelux Robot – (American)". Acessado em 15 de janeiro de 2019. <http://cyberneticzoo.com/robots/1929-telelux-american/>.

David Hanson et al."Upending the Uncanny Valley" AAAI, Acessado em 19 de janeiro de 2020. <https://www.aaai.org/Papers/AAAI/2005/RBC05-007.pdf>.

David Hanson, Carolyn R Garver, Danilo de Rossi, D Mazzei." Realistic Humanlike Robots for Treatment of ASD, Social Training, and Research; Shown to Appeal to Youths with ASD, Cause Physiological Arousal, and Increase Human-to-Human Social Engagement". Researchgate. Acessado em 12 de março de 2019. [https://www.researchgate.net/publication/233951262 Realistic Humanlike Robots for Treatment of ASD Social Training and Research Shown to Appeal to Youths with ASD Cause Physiological Arousal and Increase Human-to-Human Social Engagement](https://www.researchgate.net/publication/233951262_Realistic_Humanlike_Robots_for_Treatment_of_ASD_Social_Training_and_Research_Shown_to_Appeal_to_Youths_with_ASD_Cause_Physiological_Arousal_and_Increase_Human-to-Human_Social_Engagement).

Dulce Maria Halfpap; Gilberto Corrêa de Souza; João Bosco da Mota Alves "Robôs como artefatos", Ciências & Cognição. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212007000300019

Eli Banks. "O invento de Jacquard e os computadores: alguns aspectos das origens da programação no século XIX". Sapientia PU-SP. Acessado em 15 de janeiro de 2019. <https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/13377>.

Europarl. with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics (2015/2103(INL)). Acessado em 12 de março de 2019. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2017-0005_EN.html#title2

Fritz Heier e Marianne Simmel. "An Experimental Study of Apparent Behavior" .UK College Of Engineering. Acessado em 15 de janeiro de 2019. <http://cs.uky.edu/~sgware/reading/papers/heider1944experimental.pdf>

Giger JC, Piçarra N, Alves-Oliveira P, Oliveira R, Arriaga P. "Humanization of robots: Is it really such a good idea?" .Hum Behav & Emerg Tech . 2019; 1:111–123. Acessado em 10 de abril de 2019. <https://doi.org/10.1002/hbe2.147>

GQ Hype. " The roboticist who's determined to turn science fiction into reality". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.gq-magazine.co.uk/article/sophia-the-robot-david-hanson>.

Hannson Robotics. "Bina Custom Character Robot". Acessado em 19 de janeiro de 2020. <https://www.hansonrobotics.com/bina48-9/>

Hannson Robotics. "What can Little Sophia do?" Acessado em 19 de janeiro de 2020. <https://www.hansonrobotics.com/little-sophia-2/>.

- Hanson Robotics. "Creating value with human-like robots". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.hansonrobotics.com/hanson-robots/>.
- Hanson Robotics. "Sophia Live-Tweets a Breakup". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.hansonrobotics.com/sophia-live-tweets-a-breakup/>.
- Hanson Robotics. "The Making of Sophia: Facial Recognition, Expressions and the Loving AI Project". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.hansonrobotics.com/the-making-of-sophia-facial-recognition-expressions-and-the-loving-ai-project/>.
- Hanson Robotics. "The Making of Sophia: Facial Recognition, Expressions and the Loving AI Project". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.hansonrobotics.com/the-making-of-sophia-facial-recognition-expressions-and-the-loving-ai-project/>.
- Hanson Robotics. "The Making of Sophia: Frubber®". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.hansonrobotics.com/the-making-of-sophia-frubber/>.
- Hanson Robotics. "The Making Of Sophia: Hardware Engineering for Arms and Hands". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.hansonrobotics.com/the-making-of-sophia-hardware-engineering-for-arms-and-hands/>.
- Hanson Robotics. The Making of Sophia: Sophia's Legs. Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.hansonrobotics.com/the-making-of-sophia-sophias-legs/>.
- Hanson Robotics. "Sophia". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.hansonrobotics.com/sophia/>.
- Hanson Robotics. "The Making of Sophia: Rolling Base". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.hansonrobotics.com/the-making-of-sophia-rolling-base/>.
- Hanson, David. "Expanding the Aesthetic Possibilities for Humanoid Robots". CITESEERX. Acessado em 15 de janeiro de 2019. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.472.2518&rep=rep1&type=pdf>
- Hiroshi Ishiguro Laboratories, ATR. "Mission". Acessado em 12 de março de 2019. <http://www.geminoid.jp/en/mission.html>.
- Hiroshi Ishiguro Laboratory. Acessado em 12 de março de 2019. "Mission" <http://www.geminoid.jp/en/mission.html>.
- Homero. A Ilíada. Trad. Fernando C. de Araújo Gomes. Rio de Janeiro: Ediouro, 1996. (12a. ed., 2005).

Hubert L. Dreyfus." What Computers Can't Do. A critique of artificial Reason". ARCHIVE.ORG. Acessado em 15 de janeiro de 2019. https://archive.org/stream/whatcomputerscan017504mbp/whatcomputerscan017504mbp_djvu.txt.

Hussein Abbass. "Three concerns about granting citizenship to robot Sophia". Robohub. Acessado em 12 de março de 2019. <https://robohub.org/three-concerns-about-granting-citizenship-to-robot-sophia/>.

Industries Association (RIA):" Related Terms: Automation". Acessado em 15 de janeiro de 2019. <https://www.inc.com/encyclopedia/robotics.html>.

Kriti Sharma. We're All Getting Played by Sophia the Robot. Fortune. Acessado em 12 de março de 2019. <https://fortune.com/2017/10/27/sophia-the-robot-artificial-intelligence/>.

Luger, George F. Inteligência artificial [recurso eletrônico] : estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos / George F. Luger ; tradução Paulo Martins Engel. – 4. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre : Bookman, 2007.

Maria, P & P, Funtre. Argonáuticas de Apolônio de Rodes. Acessado em 12 de março de 2019. <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/38163/1/Argonauticas.pdf>.

Mihelj, Matjaž et al. Robotica. Cham: Springer, 2019. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72911-4>

Mori, Masahiro." The Uncanny Valley: The Original Essay by Masahiro Mori ". Acessado em 15 de janeiro de 2019. <https://web.ics.purdue.edu/~drkelly/MoriTheUncannyValley1970.pdf>.

Mossbridge, Goertzel, Monroe, "Loving AI: Humanoid Robots as Agents of Human Consciousness Expansion (summary of early research progress),"1. ACADEMIA.EDU. ", acessado em 01 de agosto 2019. https://www.academia.edu/34875616/Loving_AI_Humanoid_Robots_as_Agents_of_Human_Consciousness_Expansion_summary_of_early_research_progress.

N.Y. Times. Company News; Westinghouse to Sell Unimation to Staubli. Acessado em 10 de abril de 2019. <https://www.nytimes.com/1988/12/08/business/company-news-westinghouse-to-sell-unimation-to-staubli.html>.

N.Y. Times. "The Automaton of Yesteryear". Times. <https://www.nytimes.com/2013/10/29/science/the-automatons-of-yesteryear.html>. Acessado em 10 de abril de 2019.

O jornal the Sydney morning herald, publicou um artigo intitulado traduzido para o português: "Por que Sophia, o robô, não é o que parece", acessado em 01 de agosto 2019, <https://www.smh.com.au/opinion/why-sophia-the-robot-is-not-what-it-seems-20171031-gzbi3p.html>.

O jornal the Sydney morning herald, publicou um artigo intitulado traduzido para o português: "Por que Sophia, o robô, não é o que parece", acessado em 01 de agosto 2019, <https://www.smh.com.au/opinion/why-sophia-the-robot-is-not-what-it-seems-20171031-gzbi3p.html>.

Popular Science. "Machine That Think, Eletrican "Men" Answer Phones, Do Household Chores, Operate Machinery end Solve Mathematical Problems". Acessado em 10 de abril de 2019. https://books.google.com.br/books?id=fycDAAAAMBAJ&pg=PA12&dq=Popular+Science+++televox&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwiFj_CbrNbvAhWXGbkGHVtCAu8Q6AEwAHoECAIQAg#v=onepage&q=Popular%20Science%20%20%20televox&f=false.

Porfírio Silva." Fabulous races of humanoids: monsters and robots. Fabulosas raças de humanóides: monstros e robôs. A robótica humanóide e a captura da intencionalidadeHumanoid robotics" Acessado em 12 de março de 2019.https://welcome.isr.tecnico.ulisboa.pt/wp-content/uploads/2015/05/3092_Kairos.pdf.pp.341-373. 2004.

R. Sun, Desiderata for cognitive architectures. Philosophical Psychology, Vol.17, No.3

Raya A. Jones." What makes a robot 'social'?" . Acessado em 12 de março de 2019. DOI: 10.1177/0306312717704722.

Russel, Stuart. Norvig, Peter. Inteligência artificial: tradução Regina Célia Simille. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

Santaella, L. (2007). Pós-humano: por quê? . Revista USP, (74), 126-137. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i74p126-137>

Shelley, Mary Wollstonecraft, 1797-1851. Frankenstein, or, The Modern Prometheus : the 1818 Text. Oxford ; New York :Oxford University Press, 1998.

SingularityNET. "The Global AI Marketplace". Acessado em 12 de março de 2019. <https://singularitynet.io/>

Springer. Distinguished Figures in Mechanism and Machine Science, History of Mechanism and machine science Volume 7. New York: Springer Dordrecht Heidelberg London. DOI 10.1007/978-90-481-2346-9.

The Caritas in Veritate Foundation Working Papers: "The City of God in the Palace of Nations". The Humanization of Robots and the Robotization of the Human Person Ethical, Reflections on Lethal Autonomous Weapons Systems and Augmented Soldiers". Acessado em 12 de março de 2019. <http://www.fciv.org/downloads/WP9-Book.pdf>

USP."Palestra Humanoid robots and future society com Hiroshi Ishiguro". <https://www.youtube.com/watch?v=G35F--yEb4>. Acessado em 10 de abril de 2019.

VISION2030. Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.vision2030.gov.sa/>.

Yann LeCun. "Criticizes Sophia on Tweet". Tweet. Acessado em 12 de março de 2019. <https://twitter.com/ylecun/status/949029930976862209>.

Youtube. Economic Times."Saudi Arabia grants citizenship to humanoid robot 'Sophia' | Economic Times". Acessado em 12 de março de 2019. https://www.youtube.com/watch?v=lsFv_gKS3YE.

Youtube. UN."UN Deputy Chief Interviews Social Robot Sophia". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.youtube.com/watch?v=qNoTjrgMUcs>.

Youtube." Could Sophia the robot be the next ABC News presenter". Acessado em 12 de março de 2019. <https://www.youtube.com/watch?v=HQnAiyhZalk>