

Artemis Sanchez Moroni*

Interatividade, Robótica e Arte, desde Altamira

*

Artemis Sanchez Moroni é doutora em Engenharia da Computação pela Universidade Estadual de Campinas (FEEC, 2003). É pesquisadora na Divisão de Sistemas Ciberfísicos do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (DISCF/CTI) em Campinas, SP. É pesquisadora colaboradora no Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora da UNICAMP (NICS/Unicamp). Em paralelo, trabalha em Arte e Tecnologia desde 1989. A sua pesquisa é nas áreas de Interação Humano Computador (IHC) e Interação Humano Robô (IHR) orientada para o estudo de processos automáticos e semiautomáticos de produção artística.

<Artemis.Moroni@gmail.com>

ORCID 0000-0002-7831-2421

Resumo É possível verificar os efeitos diretos que os ambientes digitais têm na expressão artística e na estética, possibilitando novas experiências perceptivas. Imersão e estímulo são características da experiência artística, porém, com o advento dos ambientes digitais interativos, surge um novo tipo de envolvimento. Na arte interativa baseada em computador, a atividade ocorre por meio do contato entre pessoas e artefatos; o usuário (ou público) e a máquina, juntos, formam uma relação capaz de produzir um resultado artístico único a cada encontro. A noção de “corpo” se expande, abrangendo as dimensões física, mental, emocional, social e virtual. Finalmente, a mistura de humano e não humano, incluindo robôs, sugere novos conceitos e oportunidades. No Japão, a iniciativa Sociedade 5.0 visa aplicar tecnologias emergentes relacionados à robótica social, IA incorporada, IOT, inteligência ambiente, realidade virtual e aumentada e interfaces homem-computador avançadas para melhorar qualitativamente a vida de seres humanos individuais e para beneficiar a sociedade como um todo. Como nos situamos nessas novas realidades e visões de mundo?

Palavras chave Arte interativa, Arte robótica, Criatividade computacional, Interatividade, Sociedade ciberfísica.

Abstract *It is possible to verify the direct effects that digital environments have on artistic expression and aesthetics, enabling new perceptive experiences. Immersion and stimulation are characteristics of the artistic experience; however, with the advent of interactive digital environments, a new type of involvement emerges. In computer-based interactive art, activity occurs through contact between people and artefacts; the user (or audience) and the machine, together, form a relationship capable of producing a unique artistic result at each encounter. The notion of “body” expands, encompassing the physical, mental, emotional, social and virtual dimensions. Finally, the mix of humans and non-humans, including robots, suggests new concepts and opportunities. In Japan, the Society 5.0 initiative aims to apply emerging technologies related to social robotics, embedded AI, IOT, environmental intelligence, virtual and augmented reality, and advanced human-computer interfaces to qualitatively improve the lives of individual human beings and benefit society as a whole. How do we situate ourselves in these new realities and worldviews?*

Keywords *Interactive art, Robotic art, Computational creativity, Interactivity, Cyberphysical society.*

Resumen *Es posible verificar los efectos directos que los entornos digitales tienen sobre la expresión artística y estética, posibilitando nuevas experiencias perceptivas. La inmersión y la estimulación son características de la experiencia artística, sin embargo, con la llegada de los entornos digitales interactivos surge un nuevo tipo de implicación. En el arte interactivo basado en computadora, la actividad ocurre a través del contacto entre personas y artefactos; el usuario (o audiencia) y la máquina, juntos, forman una relación capaz de producir un resultado artístico único en cada encuentro. La noción de “cuerpo” se expande, abarcando las dimensiones física, mental, emocional, social y virtual. Finalmente, la combinación de humanos y no humanos, incluidos los robots, sugiere nuevos conceptos y oportunidades. En Japón, la iniciativa Society 5.0 tiene como objetivo aplicar tecnologías emergentes relacionadas con la robótica social, IA integrada, IOT, inteligencia ambiental, realidad virtual y aumentada e interfaces hombre-computadora avanzadas para mejorar cualitativamente la vida de los seres humanos individuales y beneficiar a la sociedad como un todo. entero. ¿Cómo nos situamos en estas nuevas realidades y cosmovisiones?*

Palabras clave *Arte interactivo, Arte robótico, Creatividad computacional, Interactividad, Sociedad ciberfísica.*

Introdução

Há um acordo quanto ao que significa interação? A definição é bem estabelecida? Num extenso estudo sobre interação (Hornbæk et al., 2019), os autores mostram que o uso do termo é crescente e diversificado, sugerindo a importância da noção, mas também a dificuldade em desenvolver uma teoria sobre interação e mostrando que os estilos de interação estão intimamente associados a mudanças na tecnologia e que as modalidades e características de interação estão se tornando mais conceitos do que dispositivos e ferramentas.

Simples e objetivos, Dubberly et al. (2009) colocam interação como uma maneira de caracterizar a relação entre pessoas e objetos projetados para elas – e, portanto, uma forma de esclarecer a atividade de design. Todos os objetos feitos pelo homem oferecem a possibilidade de interação, e todas as atividades de design podem ser vistas como design para interação. O mesmo é verdadeiro não apenas para objetos, mas também para espaços, mensagens e sistemas. A interação é um aspecto chave da função, e a função é um aspecto chave do design.

No que segue, será apresentada uma breve visão histórica de artefatos e autômatos, desde a antiguidade; o surgimento e a aplicação das tecnologias digitais e robótica e suas aplicações artísticas nos tempos atuais; e um possível vislumbre do que será o futuro.

Desde Altamira

Pensemos nas pinturas nas cavernas de Altamira, Espanha. Os habitantes da região de Altamira eram tribos de caçadores-coletores nômades, ou seja, a maior parte do sustento era obtido pela caça de animais selvagens e coleta de plantas silvestres. Viviam em grupos de 20 a 30 indivíduos, usavam abrigos naturais ou as entradas de cavernas como moradia, e utilizavam o fogo para cozinhar. Entre as ferramentas produzidas estão objetos de cerca de 17.000 anos atrás, além de ferramentas de pedra melhoradas, trabalhos em osso, uma abundância de arpões e agulhas de costura, ferramentas múltiplas, como por exemplo buril num extremo e raspador no outro, bem como propulsores (arma lançadora de dardos) decorados, já conhecida há milênios naquela época.

As pinturas de Altamira foram a primeira coleção pictórica pré-histórica em grande escala conhecida na época (Figura 1). Em 2012 foi publicado um estudo datando várias pinturas em algumas grutas do norte (Pike et al., 2012). O método do carbono 14 levou a uma datação entre 15.000 e 12.000 anos A.C. para as pinturas do Grande Salão (Leroi-Gourhan, 1983).

O realismo de suas cenas provocou, a princípio, um debate sobre sua autenticidade.

(...) tais pinturas não têm caracteres da arte da Idade da Pedra, nem arcaica, nem assíria, nem fenícia, e apenas a expressão que um discípulo mediano da escola moderna daria (...)

Eugenio Lemus y Olmo (Guinea, 1979)

O evolucionismo, aplicado à cultura humana, levou à dedução de que tribos antigas e selvagens não deveriam ter arte e que daí, até os dias atuais, haveria um continuum de progresso. Logicamente, se a arte é símbolo de civilização, deveria ter surgido nos últimos estágios humanos e não nos povos selvagens da Idade da Pedra. Seu reconhecimento como obra artística realizada por homens paleolíticos foi um longo processo em que também foram definidos estudos sobre a pré-história (Moro Abadía & González Morales, 2004).

Figura 1 Vista geral do teto do Grande Salão do ponto de vista de um visitante atual

Fonte De Museo de Altamira y D. Rodríguez, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=24512682>



Mais recentemente, cerca de 3 A.C., surgem na China antiga as primeiras referências de arte robótica, ou talvez mais apropriado dizer, “arte autômata”: uma orquestra mecânica e outros dispositivos que incluíam autômatos voadores, pombas e peixes mecanizados, anjos e dragões, todos acionados hidráulicamente para a diversão dos imperadores, construídos por engenheiros-artesãos cujos nomes se perderam na história. E até um cup-bearer, provavelmente interativo (Al-Jazari, 1206).

Já nos séculos 15 e 16, Leonardo da Vinci inventou vários autômatos de teatro, incluindo um leão que andava no palco e entregava flores de seu peito, interativo também, e uma armadura móvel, um autômato humanoide (Vinci, 1519).

Tempos Modernos

O primeiro humanoide, também uma armadura móvel de alumínio, com motor e bateria, foi apresentado em Londres em 1928 (Richards, 1932). O robô podia mover as mãos e a cabeça e ser controlado por controle remoto ou controle de voz. Iniciava-se uma nova era. Em 1948, surgiram os primeiros robôs eletrônicos autônomos com comportamento complexo criados por Gray Walter do Burden Neurological Institute em Bristol, Inglaterra (Walter, 1950, 1951). Ele queria provar que conexões ricas entre um pequeno número de células cerebrais poderiam dar origem a comportamentos muito complexos – essencialmente que o segredo de como o cérebro funcionava estava em como ele era conectado. Seus primeiros robôs, chamados Elmer e Elsie, eram frequentemente descritos como tartarugas devido à sua forma e velocidade lenta de movimento. Walter enfatizou a importância de usar eletrônica puramente analógica para simular processos cerebrais em um momento em que seus contemporâneos, como Alan Turing e John von Neumann, estavam todos se voltando para uma visão dos processos mentais em termos de computação digital.

O princípio do computador moderno foi proposto por Alan Turing (1937) em seu artigo seminal de 1936, *On Computable Numbers*. O conceito fundamental do projeto de Turing é o programa armazenado, onde todas as instruções para computação são armazenadas na memória. Von Neumann reconheceu que o conceito central do computador moderno se deve a este artigo (Heims, 1980). Exceto pelas limitações impostas por seus armazenamentos de memória finitos, os computadores modernos possuem capacidade de execução de algoritmos equivalente a uma máquina de Turing.

Na década de 70, a invenção do microprocessador prenunciou uma explosão no uso comercial e pessoal de computadores. Desde o ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), o primeiro computador eletrônico programável construído nos Estados Unidos, em 1945, os computadores avançaram enormemente, com microprocessadores do tamanho de uma moeda e centenas de milhares de vezes mais poderosos que o ENIAC (Shurkin, 1996).

Arte e Tecnologia

Em paralelo, na década de 60, engajamento e interação se projetavam como aspectos positivos em qualquer atividade criativa. Roy Ascott desenvolveu uma posição teórica em que a participação e a interação entre o público e a obra de arte eram centrais (Ascott, 1966). A conclusão de obras de arte com a ajuda do público (ou participantes) tem sido consistentemente perseguida desde que os “happenings” surgiram nos anos 50 e anos 60, no entanto participação era muito mais fácil de promover do que de alcançar. Mas a computação e a tecnologia permitiram novas experiências perceptivas.

Se considerarmos o computador como um dispositivo de controle em tempo real uma vez que podemos especificar regras de como ele deve responder a estímulos externos, pode-se perceber como ele efetiva comportamentos usando os dados dos sensores e controlando dispositivos de saída como projetores de vídeo e caixas de som. Os trabalhos realizados em Inteligência Artificial e Robótica na simulação de pensamento inteligente e criativo foram importante inspiração nesse sentido. Já no início da década de 70, Cornock e Edmonds (1973) reexaminam o tema da criatividade com o advento da computação. O papel tradicional do artista, compositor ou escritor é questionado; pode não ser mais necessário assumir que ele é um especialista em arte, mas sim um catalisador da atividade criativa. Em (Candy & Edmonds, 2002), os autores apresentam uma taxonomia de envolvimento dos participantes com obras de arte.

Hoje, o uso da tecnologia na arte contemporânea (smartphones, robôs, IA, Realidade Virtual, Big Data), especificamente na arte interativa, já foi muito além do que imaginávamos. Vários artistas hoje usam tecnologias bem mais avançadas do que as pinturas rupestres de Altamira para engendrar experiências novas e poderosas em seus públicos (Jeon et al., 2019).

A Figura 2 apresenta momentos de uma performance realizada com o AURAL, ambiente robótico aplicado à produção sonora. Do ponto de vista do AURAL, pessoas e máquinas são agentes de um sistema complexo e a sonificação é a propriedade emergente que resulta da sua interação e comportamento. Como tal, a sonificação não é vista como um aspecto isolado mas a representação da capacidade sinérgica dos agentes de colaborar e produzir um produto complexo (Moroni & Manzolli, 2015).

Tais hipóteses foram testadas em diferentes cenários. Numa interface gráfica um usuário desenha curvas que são enviadas como trajetórias para um robô mestre percorrer num espaço estruturado. Outros robôs se movem pelo ambiente, monitorados por um sistema de visão, que os rastreia pela sua cor, cada robô tem um painel com uma cor diferente fixado no topo. O movimento dos robôs modifica a sonificação, realizada pelo sistema JaVOX (Moroni et al., 2006), que tem o sistema sonoro evolutivo VOX POPULI como núcleo (Moroni et al., 2000). Arquivos MIDI produzidos pelo sistema AURAL foram usados como material básico para a geração de composições instrumentais. Uma peça denominada “Variações Robóticas” para Piano, Marimba e robôs foi composta (Manzolli, 2009) e executada por músicos. Uma coreografia foi concebida em que uma bailarina usando um chapéu vermelho interagia com os robôs. Da mesma forma que os robôs eram monitorados através do painel colorido, a bailarina era monitorada pelo chapéu vermelho, interferindo na produção sonora através dos controles de performance do sistema JaVOX.



Figura 2 À esquerda, o sistema de visão (no alto), o cenário virtual, a bailarina e os robôs. Ao centro, a bailarina interagindo com os robôs. À direita, músicos, bailarina e robôs executando a peça Variações Robóticas.

Fonte Acervo próprio.

O ciclo começa numa interação homem-máquina, enviando uma trajetória para o robô mestre percorrer. A interação (máquina – máquina) entre os robôs modifica a performance sonora. A bailarina interage com os robôs, numa interação humano-robô, interferindo também na performance sonora. Os músicos, por sua vez, executam uma peça adaptada a partir do comportamento dos robôs no ambiente AURAL.

A Sociedade 5.0

Numa visão histórica, Onday (2019) define a Sociedade 1.0 como grupos de pessoas caçando e coletando em convivência harmoniosa com a natureza; a Sociedade 2.0 como formadora de grupos baseados no cultivo agrícola, aumentando organização e construção da nação; a Sociedade 3.0 é uma sociedade que promove a industrialização através da Revolução, tornando possível a produção em massa; e a Sociedade 4.0, essa em que vivemos, como uma sociedade da informação que agrega valor ao conectar ativos intangíveis como redes de informação. E o que virá a seguir?

A Sociedade 5.0 é uma sociedade de informação construída sobre Sociedade 4.0, visando uma sociedade próspera e centrada no ser humano. A Sociedade 5.0 visa um alto grau de convergência entre o ciberespaço, o espaço virtual, o espaço físico e o espaço real. Apresentada como um conceito chave no 5º Plano Básico de Ciência e Tecnologia adotado pelo Gabinete Japonês em janeiro de 2016, a Sociedade 5.0 foi identificada como uma estratégia de crescimento para o Japão, onde tecnologias emergentes serão aproveitadas para resolver problemas relacionados a uma sociedade dramaticamente envelhecida, uma população cada vez menor e desastres naturais, a fim concretizar um “futuro rico e vigoroso” (Keidanren 2016, p. 10).

Na Sociedade 4.0, as pessoas acessam serviços de nuvem (bancos de dados) no ciberespaço via Internet e procuram, recuperam e analisam informações ou dados. Na Sociedade 5.0, uma enorme quantidade de informações de sensores no espaço físico é acumulada no ciberespaço. Esse Big Data é analisado por inteligência artificial (IA) e os resultados da análise retornam ao espaço físico – humano – de várias formas. Na Sociedade 4.0, as informações são coletadas através da rede e analisadas por humanos. Na Sociedade 5.0, no entanto, pessoas, coisas e sistemas estão conectados no ciberespaço; os resultados obtidos pela IA são realimentados no espaço físico pelos humanos e excedem as suas capacidades. Este processo modifica a sociedade de forma antes não imaginável.

Além dos humanos, espera-se que a Sociedade 5.0 inclua ainda outros tipos de atores sociais inteligentes como participantes ou até mesmo membros (Gladden, 2019). Proximamente, tais entidades não devem receber reconhecimento como os humanos (Wallach & Allen, 2008; Gunkel, 2012). No entanto, tais seres artificiais surgiriam não apenas como ferramentas passivas ou partes anônimas do ambiente, parece possível que eles possam agir como verdadeiros participantes não-humanos na sociedade, ainda que limitados. Aparentemente a Sociedade 5.0 será diferente da atual em grande parte por acolher em si uma gama desconcertante de robôs altamente sofisticados em aspectos sociais e emocionais, IA incorporada, enxames nanorobóticos, vida artificial, redes de computadores auto organizadas e autodirigidas, agentes artificiais que se manifestam em mundos virtuais e ainda outros tipos de atores sociais, artificiais, ciberfísicos e inteligentes.

Deve-se notar que a Sociedade 5.0 não deixará de possuir os elementos presentes na Sociedade 4.0 contemporânea. Um vislumbre da realidade futura da Sociedade 5.0 já pôde ser visto em (Schmickl et al., 2013), sugerindo a criação de sociedades robóticas animais híbridas (ou “sistemas adaptativos coletivos”) em que abelhas biológicas reais vivem e trabalham ao lado de entes robóticos semelhantes a abelhas, e cardumes de peixes incluem membros biológicos robóticos e naturais. Se alguém imaginar uma sociedade futura em que humanos cuidem cuidadosamente de colmeias mistas de abelhas robóticas e biológicas para produzir mel para seu consumo, ou nadem vagarosamente entre cardumes híbridos de peixes cujos participantes robóticos ajudem os membros biológicos a interagir com os nadadores humanos, então este alguém estará retratando uma sociedade que é não tecnologicamente e tecnologicamente pós-humanizada de maneira rica e significativa. A infraestrutura ciberfísica subjacente à Sociedade 5.0 tem o potencial de permitir que ela se torne uma sociedade na qual diversos participantes “naturalmente” humanos, “outros” humanos, robóticos, animais e outros participantes se engajem para criar um mundo vibrante, diversificado e exótico, ainda centrada no ser humano.

Argumenta-se que a sociedade japonesa manifesta uma “robofilia” única (Richardson, 2016). A antiga mistura de visões de mundo xintoístas e budistas da cultura japonesa encoraja o reconhecimento de uma espécie de “alma” ou “espírito” inerente e animador, não apenas dentro de rochas,

árvores e riachos, mas também dentro de robôs, que assim desfrutavam uma espécie de parentesco implícito com os seres humanos. Essa mentalidade difere da atitude predominante nas culturas ocidentais influenciadas pelo dualismo cartesiano, onde a inteligência artificial é entendida como um processo de cálculo, separada dos substratos físicos sobre os quais é realizado.

Conclusão

Se estilos de interação estão intimamente associados a mudanças na tecnologia, transformações como as expostas sugerem muitas oportunidades. Podemos pressupor o desenvolvimento de sistemas e artefatos que no decorrer do tempo aprendem e influenciam as suas audiências. Os interagentes artificiais e humanos podem ser considerados sistemas que influenciam uns aos outros. A noção de “corpo” se expande, abrangendo as dimensões física, mental, emocional, social e virtual, possibilitando novas experiências perceptivas.

Estamos preparados para esse novo por vir? Como nos situamos nessas novas realidades e visões de mundo?

Referências

- Al-Jazari, B. **The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices**, 1206.
- Ascott, Roy. **Behaviourist Art and the Cybernetic Vision**. *Cybernetica* Vol 9, pp 247-264, 1966.
- Candy, L.; Edmonds, E. **Interaction in Art and Technology**. *Crossings: eJournal of Art and Technology* - Volume 2, Issue 1, 2002.
- Cornock, Stroud, and Ernest Edmonds. **The Creative Process Where the Artist Is Amplified or Superseded by the Computer**. *Leonardo*, vol. 6, no. 1, The MIT Press, 1973, pp. 11-16, <https://doi.org/10.2307/1572419>.
- Dubberly, H.; Pangaro, P.; Haque, U. **What Is Interaction? Are there Different Types?** *Interactions* Vol. 16, No. 1, 2009.
- Gladden, M.E. **Who Will Be the Members of Society 5.0? Towards an Anthropology of Technologically Posthumanized Future Societies**. *Soc. Sci.* 8, 148, 2019.
- Gunkel, D. **The Machine Question: Critical Perspectives on AI, Robots, and Ethics**. Cambridge: The MIT Press, 2012.
- Guinea, G. **Altamira y otras cuevas de Cantabria**. Madrid: Sílex Ediciones, 1979. ISBN 84-85041-34-8.

Jeon, M., Fiebrink, R., Edmonds, E. A., & Herath, D. (2019). From rituals to magic: Interactive art and HCI of the past, present, and future. **International Journal of Human-Computer Studies**, 131, p. 108–119, 2019.

Heims, S. J. **John von Neumann and Norbert Wiener: From mathematics to the technologies of life and death**. Cambridge, MA, MIT Press, 1980.

Hornbæk, K.; Mottelson, A.; Knibbe, J.; Vogel, D. **What Do We Mean by “Interaction”? An Analysis of 35 Years of CHI**. ACM Trans. Comput.-Hum. Interact. 26, 4, Article 27, June 2019.

Leroi-Gourhan, A. (1983). **Los primeros artistas de Europa**. Introducción al arte parietal paleolítico. Las huellas del hombre. Madrid: Ediciones Encuentro, 1983. ISBN 84-7490-082-4.

Manzoli, J., **Variações Robóticas**, Publicação Interna, NICS/Unicamp, 2009.

Moro Abadía, O.; González Morales, M. **1864-1902: El reconocimiento del arte paleolítico**. Zephyrvs (Publicaciones de la Universidad de Salamanca) (57): p. 119-135, 2004.

Moroni, A.; Manzoli, J. **Robotics, Evolution and Interactivity in Sonic Art Installations**. In: New Developments in Evolutionary Computation Research.1 ed. New York, USA: Nova Science Publishers, Inc., p. 159-181, 2015.

Moroni, A.; Manzoli, J. Von Zuben, F. **ArTbitration JaVox: Evolution applied to Visual and Sound Composition**. In: Ibero-American Symposium in Computer Graphics, 2006, Santiago de Compostela. Eurographics Chapter Proceedings, p.97 – 108, 2006.

Moroni, A.; Manzoli, J. Von Zuben, F. Gudwin, R. **Vox Populi: An Interactive Evolutionary System for Algorithmic Music Composition**. Leonardo Music Journal. , v.10, p.49 - 54, 2000.

Onday, O. **Japan’s Society 5.0: Going Beyond Industry 4.0**. Business Economy Journal 10: 389, 2019.

Pike, A.W.G.; Hoffmann, D.L.; García-Díez, M.; Pettitt, P.B.; Alcolea, J.; De Balbín, R.; González-Sainz, C.; Heras, C. de las; Lasheras, J.A.; Montes, R.; Zilhão, J. **U-Series Dating of Paleolithic Art in 11 Caves in Spain**. Science 336 (6087): 1409-14013, jun 2012.

Richards, W. H. **Meet Mr. Robot – Not Forgetting His Master** , 1932. <https://web.archive.org/web/20170307205535/http://cyberneticzoo.com/robots/1932-%E2%80%93-george-robot-%E2%80%93-capt-w-h-richards-british/> Acessado em 31/01/2022.

Richardson, K. **Technological Animism: The Uncanny Personhood of Humanoid Machines**. Social Analysis 60: 110–28, 2016.

Schmickl, T.; Bogdan, S.; Correia, L.; Kernbach, S.; Mondada, F.; Bodi, M.; Gribovskiy, A.; Hahshold, S.; Miklic, D.; Szopek, M. ASSISI: Mixing Animals with Robots in a Hybrid Society. In **Biomimetic and Biohybrid Systems: Living Machines** 2013. Edited by Nathan F. Lepora, Anna Mura, Holger G. Krapp, Paul F. M. J. Verschure

and Tony J. Prescott. Berlin/Heidelberg: Springer, pp. 441–43, 2013.

Shurkin, J. **Engines of the mind: the evolution of the computer from main-frames to microprocessors**. New York: Norton, 1996.

Turing, A.M. **On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem**. Proceedings of the London Mathematical Society, 2. Vol. 42. p. 230–65, 1937.

Vinci, L. **Codex Atlânticus**. Biblioteca Ambrosiana, Milão, 1519.

Wallach, W.; Allen, C. **Moral Machines: Teaching Robots Right from Wrong**. Oxford: Oxford University Press, 2008.

Walter, G. **An Imitation of Life**, Scientific American, May 1950, p. 42-45.

Walter, G. **A Machine that Learns**, Scientific American, August 1951, p. 60-63.

Recebido: 31 de março de 2022

Aprovado: 17 de maio de 2022.