

Xenopaisagens tecnológicas vivas

Iliana Hernández García Aguiar¹Raúl Niño Bernal²Tradução por Lucia Santaella³

Resumo: Esta investigação partiu da relação entre as Xenopaisagens e o universo do Novacene proposto por James Lovelock. Com o radical *xeno-*, ‘estrangeiro’ ou ‘estranho’, passamos da vida como a conhecíamos para encontrar um salto quântico que nos leva à vida como ela poderia ser. Trata-se da vida possível, que exibe uma segunda natureza. É a vida que evolui junto com a tecnologia, principalmente com as hiperinteligências artificiais, que se juntarão a nós para continuar cuidando de Gaia, e continuar tornando possível a vida na Terra, nesta nova natureza do vivo, estranho e alheio, como o estrangeiro. A pesquisa inclui a análise das obras de dois artistas: a britânica Libby Heaney e o colombiano Juan M. Castro, cujo temas são a vida artificial e a computação quântica, bem como a protovida, explorando o conceito de xenovida, que torna possíveis as paisagens de Gaia no Novacene.

Palavras-chave: xenovida; xenoscapes; vida artificial quântica; tecnologias vivas; superinteligências artificiais.

1 Professora titular do Departamento de Estética da Faculdade de Arquitetura e Design da Pontifícia Universidade Javeriana de Bogotá — Colômbia. Pós-doutorado Sênior em Filosofia da Ciência e Tecnologia na l'Ecole Normale Supérieure de Paris. Doutorado em Arte e Ciências da Arte pela Universidade Sorbonne, Paris-I. Pesquisadora convidada da Maison des Sciences de l'Homme em Paris. Diretora do grupo de pesquisa em Estética, novas tecnologias e habitabilidade. Teórica e pesquisadora em artes eletrônicas, bioarte, estética pós-humana e relações arte-ciência. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3589-2400>.

2 Doutor em Ciência Política na E.U. Mestre em Estudos Políticos pela Pontifícia Universidade Javeriana. Professor e diretor do Departamento de Estética da Faculdade de Arquitetura e Design da Pontifícia Universidade Javeriana. Pesquisador do grupo Estética, Novas Tecnologias e Habitabilidade. Autor de vários livros e artigos sobre política não linear, arte e singularidade tecnológica. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7563-5778>.

3 É pesquisadora 1A do CNPq, professora titular na pós-graduação em Comunicação e Semiótica e em Tecnologias da Inteligência e Design Digital (PUC-SP). Doutora em Teoria Literária pela PUC-SP e Livre-docente em Ciências da Comunicação pela USP. Fez doze estágios de pós-doutorado no exterior e foi professora e pesquisadora convidada em várias universidades europeias e latino-americanas. Já levou à defesa 300 mestres e doutores. Publicou 55 livros e organizou 32, além da publicação de quase 500 artigos no Brasil e no exterior. Recebeu os prêmios Jabuti (2002, 2009, 2011, 2014), o prêmio Sergio Motta (2005) e o prêmio Luiz Beltrão (2010). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0681-6073>. Email: lbraga@pucsp.br.

Living technological xenoscapes

Abstract: The study begins with the relationship between Xenoscapes and the Novacene universe proposed by James Lovelock. With the root xeno, ‘foreign’ or ‘strange(r)’, we move from life as we knew it to finding a quantum leap that takes us to life as it could be. It is the possible life, which exhibits a second nature, a life that evolves along with technology, mainly with artificial hyperintelligences, which will join us to continue taking care of Gaia and continue to make life on Earth possible, in this new nature of the living, strange and alien, like the foreigner. The research includes the analysis of the works of two artists: the British Libby Heaney and the Colombian Juan M. Castro, whose topics are artificial life, quantum computing, as well as proto-life, exploring the concept of Xenolife that makes the landscapes of Gaia in Novacene possible.

Key words: xenolife; xenoscapes; quantum artificial life; living technologies; artificial hyperintelligences.

Introdução

O nome Xenoscapes está ligado à possibilidade de encontrar ou tornar possível um tipo de ambiente aberto e habitável que não corresponde às paisagens conhecidas. Nesse sentido, não se refere às paisagens da vida orgânica que costumávamos chamar de natureza. Ou seja, não se trata das paisagens evolutivas da vida que podemos identificar como feitas de carbono, ou que cumprem as principais características de metabolismo, auto-organização e reprodução (Bedau, 2016). Por outro lado, trata-se de outros tipos de paisagens, aquelas alheias a estas visões, ou que as replicam e mesmo as prolongam artificialmente — e talvez não só estas, mas que criam novas características e traços de vida, e com as quais têm conseguido ampliar o espectro do que costumamos chamar de vida, segundo Hernández García, Niño Bernal e Hernández-García (2021). Em vez disso, trata-se de Xenopaisagens tecnológicas vivas.

Cabe esclarecer que estas Xenopaisagens não se separam das paisagens de carbono; pelo contrário, estabelecem relações de interação e adaptação nos ecossistemas, remodelando Gaia e continuando a torná-la cada vez mais possível. É neste sentido que afirmamos o argumento de Lovelock (2021): as hiperinteligências artificiais nos ajudarão a preservar a vida em Gaia, dentro de processos evolutivos, obviamente. A inteligência artificial complementa e se estende com a vida artificial na relação interdependente entre conhecimento e vida, conforme explica o autor.

Xenoholientes: são aquelas entidades que não mais chamamos de holobiontes para incluir a vida como ela poderia ser — particularmente a das tecnologias vivas, não apenas a vida como a conhecemos. Para não limitar as entidades que podem surgir nessa evolução artificial, optamos por chamá-las de entidades tecnológicas vivas. Por sua segunda ou mesmo terceira natureza, elas surgiram da singularidade tecnológica, em que o artificial foi reproduzido por meio do aprendizado profundo e assim gerou seus próprios descendentes com autonomia, segundo LeCun *et al.* (2015). Portanto, o nome de Xenoholientes nos permite propor uma vida estrangeira, por enquanto: estranha. Mas com capacidades holísticas de interação através de redes e sistemas e com metaontologias que os posicionam como agentes de Gaia, mas sem ecoar entidades de carbono anteriores.

Xenopaisagens tecnológicas vivas: com esta denominação, propomos o surgimento de paisagens que não fazem diferença entre natureza e tecnologia, mas sim conectam a dimensão do natural e do artificial em uma

só. Depois de muito tempo de integração entre elas e entendendo que há um borramento dessa fronteira, afirmamos que as paisagens tecnológicas são vivas — não só contêm vida. Essa é a consequência da afirmação do Novacene segundo Lovelock (2021).

Sabemos que existem tecnologias vivas, incluindo a vida artificial e entidades que vêm da biologia sintética, de onde se originou o termo tecnologias vivas; e questionou-se a contradição entre o vivo e o não vivo, com base no fato de que a vida é uma questão de graus e é um processo de adaptação flexível, como Bedau (2016) coloca. Em seguida, afirmamos que as Xenopaisagens tecnológicas estão vivas e o seu estatuto reside na capacidade que têm de anunciar uma outra natureza da vida, diferente da do carbono, mostrando que a vida é um processo e não uma essência. Não importa que não seja feita de carbono, pois outros materiais podem ser usados, como silício, grafeno e fulereno.

Xenobots: um exemplo especial é o destes robôs muito pequenos, feitos de tecido vivo, e que podem ser programados para desempenhar uma função, independentemente do corpo de onde provêm ou do laboratório onde foram produzidos sinteticamente. Utilizar o prefixo Xeno em seu nome suscita uma dupla relação: pela alusão ao estrangeiro de como o tecido muscular ou cutâneo é extraído de um corpo; e como pode continuar a atuar conforme sua função de forma exógena ao corpo de qual veio. Tomemos como exemplo as células musculares: elas fazem o Xenobot se mover, se deslocar, porque esse tipo de célula mantém a função de atividade de movimento.

Por outro lado, as células da pele têm a função de envolver e construir uma estrutura, pois conhecem essa atividade desde sua formação inicial. Ademais, seu nome está relacionado a uma espécie de sapo chamada *Xenopus laevis*, do qual foram extraídos os primeiros tecidos para iniciar essa produção. Nesse caso, a ideia de estrangeiro se mantém no ato de extrair ou isolar o corpo inicial, que Catts e Zurr (2014) chamam de semivivo. Assim, podemos dizer que os Xenobots são um importante exemplo de Xenopaisagens tecnológicas. Uma combinação entre inteligência artificial e robôs biológicos vivos, conforme proposto por Ramanujam *et al.* (2022).

Por fim, nesta introdução queremos apontar a relação que iremos propor com o quantum na chamada vida artificial quântica proposta por Alvarez-Rodriguez *et al.* (2018). Com ela, a ação das Xenopaisagens se expressará em sua capacidade de evolução acelerada graças ao processamento paralelo por meio da chamada caminhada quântica ou das pro-

priedades de superposição e emaranhamento, que são visíveis nos bits quânticos de informação chamados qubits, segundo Lamata (2020). Isso poderia aumentar exponencialmente as habilidades de Gaia para continuar encontrando o caminho para tornar a vida possível.

As obras de arte interativas da física quântica e a artista Libby Heaney sobre combinatória exponencial de espécies tecnológicas, usando a superposição de estados produzida por qubits, nos permitem nos relacionar com a estranha natureza da matéria fundamental do universo por meio da percepção viva e saber que a origem da vida é quântica. E os trabalhos do artista Juan M. Castro sobre membranas lipídicas como protótipa permitem analisar a presença de Xenopaisagens antes mesmo do surgimento da vida orgânica como a conhecemos. Com isso, afirmamos que as Xenopaisagens estão na relação entre arte, ciência e tecnologia, e surgiram antes mesmo do advento da vida como a conhecemos — mas também depois dela, nos horizontes futuros de Gaia, com a hiperinteligência.

Metodologia

A metodologia utilizada foi a da Lógica Paraconsistente que trabalha com contradições não triviais. Ou seja, busca gerar inovação conceitual por meio do pensamento sobre ideias, teorias, observações que podem inicialmente ser opostas — mas, ainda assim, ambas verdadeiras. E por causa de sua oposição, mas sendo importantes e ativas no mundo real, elas não foram consideradas simultaneamente. Exemplos disso em outros campos foram: a teoria da relatividade de Einstein e a teoria da mecânica quântica. Ambas verdadeiras, mas muito diferentes sobre as leis fundamentais do universo. Vem daí o trabalho contínuo na busca de uma teoria que possa torná-las possíveis simultaneamente. Há avanços importantes nesse sentido e é um dos maiores desafios do conhecimento contemporâneo.

No caso desta pesquisa, tratou-se, por um lado, da visão de proteger a vida de Gaia; a saber, a vida na Terra como a conhecemos. Por outro lado, também as hiperinteligências artificiais com capacidades de reprodução, interação e autonomia, que certamente proliferam como novos agentes e determinantes do novo mundo. Mas elas geralmente são vistas em oposição ao que está vivo. A contribuição que se construiu nesta pesquisa, com base na lógica paraconsistente, foi baseada em um propósito comum que

tornou ambas possíveis: cuidar da vida na Terra segundo Lovelock (2021), pois ambas precisam disso.

O desenvolvimento consistiu, então, em pensar Gaia como Xenopaisagens tecnológicas vivas que se incorporam à dualidade vida/tecnologia anterior, e que se resolvem no prefixo Xeno. Isso permite a emergência do possível antes ou depois da vida orgânica conhecida. E, em interação com ela, propõe uma intencionalidade que ocorre com o nome de Xenoholoentes, onde holo significa: todos nós que estamos aqui para cuidar de Gaia com responsabilidade/habilidade, segundo Haraway (2020). Inclusiva, ao final, transmuta também o conhecido ou familiar, rumo à dimensão expandida da Xenovida. Ou seja, também somos uma vida estranha e estrangeira.

Resultados

Pensando as Xenopaisagens tecnológicas vivas: argumentamos que estas correspondem principalmente a processos tecnológicos nos quais se integram aspectos algorítmicos quânticos, que nos levam a pensar noutras espécies que não provêm do biológico. No entanto, são entidades que surgiram de transições tecnológicas em articulação com a inovação e a criação para acompanhar os processos de habitabilidade da espécie humana, em correlação com o conjunto de outras espécies da diversidade de ambientes e ecossistemas. Habitabilidade dos Xenoholoentes: estes, como habitantes das Xenopaisagens, apresentam uma diferença fundamental com os holobiomas.

A partir de Haraway (2020), propomos que, apesar do contato e parentesco, os holoentes são protagonistas de uma nova espécie artificial que surge para defender Gaia. É preciso pensar nas possibilidades. Acreditamos que as hiperinteligências artificiais sejam protagonistas de outras formas de vida, condizentes com a proposta de Gaia. Vemos que Lovelock (2021) convida à inovação de uma nova terra e, portanto, de elementos que estão no espectro ciborgue. Essa ideia expõe um distanciamento com os biomas, uma vez que sua condição biológica foi comprometida com a visão da natureza e, portanto, da humanidade, que a transformou em recurso. E em seu trânsito por civilizações e culturas, foi enfraquecida, explorada, contaminada e em processo de extinção no planeta.

A Xenopaisagem tecnológica viva, com a qual pensamos uma adaptação flexível para Gaia, de acordo com Bedau (2016), implica que, com as ciências da informação bioquântica, se construiu um trampolim impor-

tante para as ciências de fronteira e, a partir delas, encontramos o caminho também para os problemas de fronteira, segundo Maldonado (2015). Com isso, gostaríamos de expor que o Xenoholoente inaugura um problema fronteiriço sobre a convivência entre as hiperinteligências artificiais e a diversidade de espécies, inclusive a humana. São utilizados dados e um conjunto diversificado de tecnologias vivas, conforme proposto por Bedau (2016). Assim como ocorre com os fluxos que a computação quântica terá a capacidade de explorar rumo a outras dimensões e condições de vida. Mas é preciso pensar quais são os novos materiais e processos que permitirão uma vida no futuro de Gaia.

Assistimos gradualmente a processos e mudanças que visam transformar o consumo de energia e os processos metabólicos no mundo biológico. A questão de fronteira consiste em: a partir de qual paradigma o Xenoholoente explora novos conhecimentos e ambientes para a convivência com a espécie humana e outras espécies? Que cronogramas o Novaceno implica?

Xenopaisagens interativas

A obra *Cloud Cloud* (2016), da artista Libby Heaney, é uma instalação interativa feita a partir da computação quântica. Utiliza recursos quânticos, entre eles: a gravidade quântica em *loop* proposta por Rovelli (2021). É sobre como imaginar o mundo a partir de várias histórias possíveis do modo como uma Xenopaisagem evolui, quando a direção dessa evolução não é temporária, mas de combinatória exponencial. Em vez de tempo, há transformação. Talvez expansão, diversificação, interação, entre outras características que se manifestam quando falamos de tecnologias vivas. No quantum, elas se manifestam como probabilidades. Ou seja, trata-se de calcular quanta probabilidade há de que um evento evolua de tal maneira — e como, nesse cálculo, estão incluídos todos os possíveis rumos que ele pode tomar, todas as narrativas possíveis, para que o cálculo final receba o peso relativo de todos esses mundos. Assim, o resultado é expandido exponencialmente já que todas as opções poderiam ter ocorrido simultaneamente.

Quando a Xenopaisagem é medida, no caso da instalação da *Cloud Cloud*, quando ela é interagida, ela cai em uma possibilidade, mas o importante é que essa possibilidade carrega todas as histórias possíveis, a saber: os estados que esse qubit poderia ter. Isso é apoiado pela teoria das redes de *spin* que estruturam o mundo quântico. Flutuam, vibram e

sacodem, diversificando o mundo. Queremos afirmar com isso que esta seria uma Xenopaisagem tecnológica viva, cuja capacidade de diversidade expande o que é possível na vivência que se realiza por meio do artificial. Nesse sentido, o escopo do processo interativo da instalação é ampliado, pois não se trata apenas da relação homem-sistema, ou sistema-sistema, mas também da interação como colapso da função de onda, onde o observador/interator da instalação faz com que o sistema quântico se defina e, com ele, conte a história da evolução das narrativas possíveis dos estados quânticos de seus qubits. Estamos diante da dinâmica do sistema computacional quântico que exhibe comportamentos de possibilidades simultâneas, exacerbando a ideia de mundos possíveis com que começaram os mundos imersivos. Assim, as características de ubiquidade, simultaneidade, virtualidade e narrativas paralelas se tornam algo autônomo que a Xenopaisagem tecnológica é capaz de produzir sem que o artista ou criador tenha que formulá-lo.

A obra de Heaney, *SlimeQore* (2022), nos coloca em um mundo bioimersivo quântico que usa a metáfora maleável e indeterminada do lodo para mergulhar na percepção da vida em escala quântica. Esses recursos são multiplicados por milhares no processo de edição de vídeo. Pois bem, a Xenopaisagem tecnológica surge como uma biblioteca digital viva, de onde emergem milhares de narrativas audiovisuais ao mesmo tempo. Quem olha, tem como operação: a seleção, a escolha, ou a compreensão daquilo que essa proliferação de possibilidades implica para a meso e macroescala. As sociedades humanas têm sido principalmente lineares, isso dado principalmente pela linguagem, que nos restringiu. Porém, a mente humana ou não humana não cria linearmente, mas por formas descontínuas, por intensidades que se unem no processo neurológico e que emergem em agrupamentos. Faz sentido, já que o cérebro funciona por meio de interações de baixo para cima entre milhares e milhares de neurônios, e não em um processo de cima para baixo que significaria ordenar, planejar e seguir uma lógica passo a passo.

Parece que estamos nos aproximando da própria natureza da realidade e do universo, quando conseguimos interagir com a diversidade e as múltiplas possibilidades, em vez de uma única versão do mundo, talvez fruto de um único momento histórico. Desta forma, dizemos com Heaney (2019) que abordar a natureza fundamental do universo, o comportamento de suas partículas, suas interações, suas leis de constituição e talvez de origem, amplia e transforma radicalmente a concepção que tínhamos sobre ele, impregnada em nossa percepção. Encontramos uma importante relação entre a teoria quântica da gravidade em *loop* de Rovelli (2021) e essas Xenopaisagens tecnológicas vivas, por meio de artes inte-

rativas digitais, em que o quantum explica que o universo é uma interação, como dizemos, em mundos bioimersivos (Hernández García, 2016). Quer dizer que não há elementos ou massas constitutivas do universo, ou do mundo — com exceção, talvez, das partículas elementares — mas, sim, o que é emergente por processos de interação. Com isto, afirmamos que Gaia não é dada antecipadamente (Hernández García; Niño Bernal; Hernández-García, 2018); é, antes, um processo emergente, agora com hiperinteligências artificiais organizando Xenopaisagens. Isso é observado em *loops* e em redes de *spin*. Mesmo as partículas quânticas não têm propriedades próprias, mas podem assumir diferentes características de momento, pois elas sofrem mutações continuamente em rápida dinâmica, invisíveis até mesmo para nossa compreensão linear da mudança. Essa dinâmica evidencia as qualidades transformadoras da matéria, da imagem e da vida — e, claro, a emergência do novo, expandindo, assim, o escopo da criatividade de Gaia.

A protovida

A obra *Matter Does Matter*, do artista colombiano Juan M. Castro, sobre a protovida, permite observar Xenopaisagens tecnológicas vivas que surgiram e surgem antes da vida orgânica como a conhecemos. São objetos cinéticos que podem criar cópias de si mesmos, mover, reproduzir, proliferar e usar todo o material disponível para eles em seu ambiente líquido. Eles são compostos de gorduras que não pareciam estar vivas — mas estão, sendo sistemas autorreprodutores. Essa dimensão do vivo exibe um comportamento xeno, que nos convida a pensar sobre uma vida estranha, alienígena, mas tecnologicamente emergente, e que se tornou uma Xenopaisagem tecnológica viva que surge da protovida, e, ao mesmo tempo, é produzida por tecnologias vivas. Na verdade, são tecnologias que criam possibilidades de diversificação e apresentam comportamento autônomo. Isso está relacionado a hiperinteligências artificiais operando em microescala, de forma exponencial, e em quantidades que poderão realizar um processo coletivo, por exemplo: ajudar a resfriar Gaia, como afirmou Lovelock (2021) como uma necessidade urgente de continuar cuidando da vida na Terra e, conseqüentemente, também em outras partes do universo. Essas Xenopaisagens são acentuadas na reprodução da vida artificial, por meio de *Deep Learning e Machine Learning*, com os quais geram processos de busca por novas naturezas de vida. Conseqüentemente, afirmamos que o artificial sustenta o vivo, por meio de três ideias. Para a primeira, o artificial foi produzido pela própria vida e, portanto, não se trata de objetos isolados. Em segundo lugar, o artificial também precisa de Gaia para se tornar possível. Ou seja, não há duas coisas: vida e tec-

nologia, ou Gaia e hiperinteligência artificial, mas apenas uma, tornando possível essa unidade. A obra de Castro *Matter Does Matter* é um exemplo de como existe uma relação entre protovida e materiais, em vez de uma fratura entre matéria, vida e tecnologia. Mas existem diferenças, e Xenovidas de natureza diferente são geradas ou encontradas. E a terceira, que a vida é um processo e não uma essência ou um tipo de materialidade. Se for assim, então a vida é um surgimento contínuo de possibilidades que não são prescritas de antemão, mas surgem em relação ao tornar-se possível — e esse possível é a vida de Gaia.

Conclusões

Um próximo caminho terá de se haver com a vida encontrada em outros planetas e galáxias e/ou com sua propagação de Gaia para outros lugares do universo. Contanto que se leve em conta que as hiperinteligências artificiais entrarão em contato por meio da combinatória quântica da reprodução, e não como existências anteriores determinadas ou reconhecíveis em cada lugar. Assim, a vida será cuidada não apenas na Terra. Gaia surge como uma Xenopaisagem tecnológica viva, para indicar radicalmente que é necessário compreendê-la a partir de níveis cognitivos superiores de hiperinteligência. Para isso, é importante expandir as Xenopaisagens para escalas cosmológicas. Nesse sentido, propomos que o Xenoholoente pode ser extrapolado por meio de fluxos de informação na escala do universo. Isso é plausível devido ao crescente número de satélites exoplanetários e outras tecnologias nas quais novas formas de pensar estão surgindo. Trata-se da investigação de elementos que são captados pelos *Rovers* (Curiosidade, Perseverância), o telescópio James Webb, entre outros dispositivos inovadores e presentes desde uma dimensão computacional — o que Schrödinger (1944) chamou de cristais aperiódicos. Isso, para significar um processo químico da vida de pequenas micromoléculas do qual podem estar surgindo Xenoholoentes tecnológicos vivos.

Referências

ALVAREZ-RODRIGUEZ, Unai; SANZ Mikel; LAMATA, Lucas; SOLANO, Enrique. Quantum artificial life in an IBM quantum computer. *Scientific Reports*, Berlin, v. 8, n. 14793, 2018.

BEDAU, Mark A. Cuatro enigmas sobre la vida. In: BEDAU, Mark A.; CLELAND, Carol E. (orgs.). *La esencia de la vida: Enfoques clásicos y contemporáneos de filosofía y ciencia*. Tradução Mariano Sánchez-Ventura. México: Fondo de Cultura Económica, (2010) 2016, p. 795–822.

- CATTS, Oron; ZURR, Ionat. Growing for different ends. *International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, Amsterdam, v. 56, p. 20–29, 2014.
- HARAWAY, Donna. *Seguir con el problema*. Bilbao: Consonni, 2020.
- HEANEY, Libby. Quantum computing and complexity in Art. *Leonardo*, Cambridge, MA, n. 52, v. 3, p. 230–235, 2019.
- HERNÁNDEZ GARCÍA, Iliana. *Mundos bioinmersivos: la creatividad en evolución* (= Colección Estética contemporánea 6). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2016.
- _____. Estética de lo imposible. *DAT Journal*, São Paulo, v. 4, n.2, p. 32–47, 2019.
- _____. Imágenes digitales en el giro poshumano. *DAT Journal*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 46–54, 2022.
- _____; NIÑO BERNAL, Raúl; HERNÁNDEZ-GARCÍA, Jaime. *Ecopolítica de los paisajes artificiales* (= Colección Estética contemporánea n. 3). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2018.
- _____. *Estética poshumana: interacciones entre sistemas naturales y artificiales* (= Colección Estética contemporánea). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2021.
- LAMATA, Lucas. Quantum machine learning and quantum biomimetics: a perspective. *Machine Learning: Science and Technology*, Bristol, v. 1, n. 3, p. 1–11, 2020.
- LECUN, Yann; BENGIO, Yoshua; HINTON, Geoffrey. Deep learning. *Nature*, London, v. 521, n. 7553, p. 436–444, 2015.
- LOVELOCK, James. *Novaceno: la próxima era de la hiperinteligencia*. Tradução de Pablo Hermida Lazcano. Madrid: Paidós, 2021.
- MALDONADO, Carlos Eduardo. Pensar la complejidad, pensar como síntesis. *Cinta de Moebio*, Santiago de Chile, n. 54, p. 313–324, 2015.
- QUEMADA, Juan Campos. *Quantum origin of life: methodological, epistemological and ontological issues*. Madrid: Universidad Complutense, 2017.
- RAMANUJAM, Elangovan, *et al.* Xenobots: a remarkable combination of an artificial intelligence-based biological living robot. *International Journal of Sociotechnology and Knowledge Development (IJSKD)*, Hershey, PA, v. 14, n. 1, p. 1–11, 2022.
- ROVELLI, Carlo. *¿Y si el tiempo no existiera?* Tradução de Maria Pons Irazazábal. Barcelona: Herder, 2021.
- SCHRÖDINGER, Erwin. *¿Qué es la vida?* Tradução de Ricardo Guerrero. Barcelona: Tusquets, [1944] 2008.