XXXII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. Asociación Latinoamericana de Sociología, Lima, 2019.

O aprimoramento da natureza humana no contexto da convergência tecnológica.

Cesar Aspiazu.

Cita:

Cesar Aspiazu (2019). *O aprimoramento da natureza humana no contexto da convergência tecnológica. XXXII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. Asociación Latinoamericana de Sociología, Lima.*

Dirección estable: https://www.aacademica.org/000-030/73

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto*. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: https://www.aacademica.org*.

O aprimoramento da natureza humana no contexto da convergência tecnológica

Cesar Aspiazu[1]

Resumo

Este artigo trata dos imaginários sobre ciência e tecnologia, seus empreendimentos ao tentar responder questões sobre a vida, a natureza e a cultura. O objeto da pesquisa se encontra nas "áreas de ponta do sistema científico e tecnológico", por receberem atenção nos âmbitos econômico, político e social. Trata-se da Convergência Tecnológica de quatro disciplinas: Nanotecnologia, Biotecnologia, Tecnologias da Informação e Neurociências. No cerne desta integração se pauta o "Aprimoramento da Natureza Humana". O melhoramento físico e cognitivo mediado pela interação humano-máquina é priorizado nesse contexto. A partir dessas tecnologias, nossa questão centra-se no que significa ser humano no século XXI e que tipo de sociedade se constrói nesse contexto.

Apontamos as limitações tanto da sociologia quanto da biologia ao tentar responder essa questão, essas disciplinas parecem progressivamente reduzir seus objetos de estudo. Limitadas pela linguagem, conceitualmente e metodologicamente. Pautadas por um modelo de produção de conhecimento, que administra o que é ou não relevante, distanciando progressivamente a sociologia dos processos de tomada de decisão. Esse sistema influencia os imaginários sobre o futuro, aproximando-se do pós-humanismo. Ordens tecnológicas são configuradas por imaginários sociais coletivos, as tecnologias desenvolvem-se de acordo com o contexto em que emergem. Os valores sociais e científicos se articulam com o desejo de aprimoramento humano atrelado à tecnologia. Levando à construção de imaginários sociotécnicos que valorizam o controle da natureza humana. É uma realidade que começamos a experimentar, no final apontamos as consequências sociais do acoplamento de sistemas tecnológicos a sistemas biológicos.

Palavras-chave

Convergência Tecnológica, Aprimoramento Humano, Biotecnologia, Imaginários Sociotécnicos, Tecnociência.

Introdução

O objetivo deste trabalho é investigar como se dá o processo de consolidação do

Asociación Latinoamericana de Sociología

paradigma da Interação Humano-Máquina por meio da convergência de áreas que buscam “melhorar o desempenho humano”[2] (Roco & Bainbridge, 2002; 2013). Trata-se da emergência de um sistema sociotécnico de pesquisa e desenvolvimento (P&D) pautado na lógica da inovação que se convencionou chamar de “Convergência Tecnológica”, um projeto que reúne Nanotecnologia, Biotecnologia, Ciências da Informação, Ciências Cognitivas e Neurociências (NBIC – Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies) de maneira convergente com a finalidade explicita de aprimorar o desempenho das capacidades humanas.

Ao perceber que nessas áreas que se encontram na ponta do desenvolvimento cientifico e tecnológico, entendidas assim pelo alto investimento que recebem, os objetos de estudo são a própria origem e o futuro da vida, o processo de construção de suas agendas de pesquisa se faz interessante como fonte empírica de investigação. O recorte analítico centrou-se na convergência dentro de uma área de concentração que tem crescido exponencialmente nos últimos anos, a neuroengenharia, uma área de pesquisa interdisciplinar que agrega métodos de neurociência e de engenharia para estudar o sistema nervoso, reunindo pesquisadores de diversas áreas, dentre as quais se destacam saúde, biologia, engenharia e psicologia.[3]

A neuroengenharia tem seu programa de desenvolvimento tecnológico filiado às expectativas da convergência tecnológica, incorporando as NBIC nas suas agendas de P&D, no prefacio de um recente manual de bioengenharia afirma-se que a resolução de problemas de saúde e bem-estar humanos requer a convergência de campos científicos, ressaltando a engenharia de maneira conjunta com a medicina, afirma-se que “algumas das últimas fronteiras da biomedicina, como a neurociência e a medicina regenerativa, exigem criticamente por novas ideias e ferramentas de outras disciplinas, uma mudança de paradigma, inovações tecnológicas em ciência da informação, nanotecnologia e robótica” (Jo, Jun, Shin, & Lee, 2016, p.6), a partir dessa alegação, podemos perceber que a necessidade de uma mudança de paradigma tem a capacidade de criar novas subáreas de convergência por parte de uma “nova geração de engenheiros, "fluentes" em muitas línguas diferentes da ciência” (ibid.). A proposta do manual é:

> *to provide timely state-of-the-art reviews written by leading biomedical engineers for students, fellows, faculties, and industry investigators in broad biomedical engineering fields. (ibid.).*

Asociación Latinoamericana de Sociología

Asociación Latinoamericana de Sociología

Essa proposta que entende o desenvolvimento humano enquanto projeto tecnológico articula-se com o relatório publicado pela Fundação Nacional de Ciência dos Estados Unidos (Roco & Bainbridge, 2002), esse propósito exige a convergência centrada na capacidade humana, incluindo "interação homem-máquina, colaboração apoiada por computadores, robótica, comunicação cérebro-cérebro, biomedicina, computação cognitiva e mapeamento da atividade cerebral" (Roco & Bainbridge, 2013, p.16). Esse conjunto de tópicos é contemplado por diversos periódicos.[4] A partir de uma análise das revistas de maior impacto por meio da plataforma JCR[5] (Journal Citations Reports) mapeamos 259 revistas de enquadradas na categoria de neurociências, das quais destacaram-se 6 revistas específicas de neuroengenharia dentre as quais se destaca o Journal of Neural Engineering, principal revista de neuroengenharia (Durand, 2007), mesma em que no editorial de seu primeiro -volume "Why we need a new journal in neural engineering?" Durand (2004) escreve sobre as possibilidades de aplicações e limitações da área, especificamente no que se refere à dificuldade de colaboração entre as diferentes disciplinas pelas diferenças nos idiomas[6], a mesma revista busca romper com as barreiras tanto nos laboratórios quanto nas publicações científicas, ressaltando o grande potencial de crescimento econômico vinculado às "mudanças revolucionárias na qualidade de vida das pessoas" (ibid., p.2). O termo "qualidade" é central neste ponto, já que o seu entendimento está vinculado a um determinado conjunto de valores articulados pelos cientistas no desenvolvimento da prática científica.

Os valores cognitivos -epistêmicos, racionais- dos cientistas mediam a apreciação do conhecimento de maneira a articular suas pesquisas correspondendo às expectativas sociais, políticas e econômicas que as legitimam e tornam viáveis, "os valores cognitivos manifestam-se (em teorias) apenas em contextos em que os valores sociais também se manifestam (em práticas e instituições científicas)." (Lacey, 2008, p.86), o que não significa que os valores éticos sejam necessariamente considerados. A criação e aceitação de agendas de pesquisa a partir convergência tecnológica desenvolvem-se a partir da confluência dos discursos científicos em articulação com outros componentes do sistema social principalmente nos ambitos econômico e político.

A articulação do conhecimento científico e tecnológico com as práticas sociais, identidades, normas, convenções, discursos, instrumentos e instituições em que estamos inseridos evidenciam como "as formas em que conhecemos e representamos

o mundo (tanto a natureza como a sociedade) são inseparáveis das maneiras em que escolhemos viver nele". (Jasanoff, 2004b, p.2). A partir desta abordagem, pensamos nos termos do idioma da co-producao entre ciência e ordem social desenvolvido por Sheila Jasanoff, conceituando imaginários sociotécnicos como "formas pelas quais as visões do conhecimento científico e tecnológico entram nos conjuntos de materialidade, significado e moralidade que constituem formas robustas de vida social." (Jasanoff, 2015, p.4).

O progresso humano enquanto projeto tecnológico

Os sistemas tecnológicos são parcialmente constituídos por instituições sociais (empresas e agencias de financiamento) materializando-se nas pesquisas tanto no âmbito comercial quanto acadêmico. Sistemas tecnocientíficos apresentam-se como modelos objetivos e neutros de P&D, a Convergência do Conhecimento e Tecnologia para o benefício da Sociedade (CKTS - Convergence of knowledge and technology for the benefit of Society) (Roco & Bainbridge, 2013), sugere um processo geral para promover a criatividade, a inovação e o progresso da sociedade com base em cinco princípios gerais:

> *(1) the interdependence of all components of nature and society,*
> *(2) decision analysis for research, development, and applications based on dynamic system-logic deduction,*
> *(3) enhancement of creativity and innovation through evolutionary processes of convergence that combines existing principles and divergence that generates new ones,*
> *(4) the utility of higher-level cross-domain languages to generate new solutions and support transfer of new knowledge, and*
> *(5) the value of vision-inspired basic research embodied in grand challenges. (ibid., p.1)*

A CKTS busca integração como sistema dinâmico, o qual é entendido a partir de níveis hierárquicos de convergência, no nível superior estaria o progresso humano, na plataforma intermediaria encontra-se o desenvolvimento social e o planeta Terra situa-se na base do sistema. A integração tecnológica é transversal às escalas humana, societal e global a partir das necessidades cognitivas sistêmicas frente as limitações biofísicas ambientais. Ao ser o progresso humano o objetivo central para a CKTS, a expansão e o melhor aproveitamento dos recursos naturais são fundamentais para seu desenvolvimento:

Asociación Latinoamericana de Sociología

> *Nature is a single coherent system, and diverse methods of scientific and engineering investigations should reflect this interlinked and dynamic unity. Accordingly, general concepts and ideas should be developed systematically in interdependence, with cause-and-effect pathways, for improved outcomes in knowledge, technology, and applications. At the same time, industrial and social applications rely on integration of disciplines and unification of knowledge. Thus, convergence is both a fundamental principle of nature and a timely opportunity for human progress. (Roco and Bainbridge, 2013, p.3).*

A natureza entendida como um sistema simples, para a convergência tecnológica poderia se reduzir apenas aos processos físicos, químicos e biológicos, levando a acreditar que todos os fenômenos naturais podem ser explicados por unidades sistêmicas básicas a partir das quais poderiam ser realizadas pesquisas interdisciplinares promovendo a unificação do conhecimento com o fim do progresso humano. Roco e Bainbridge (2013) argumentam que métodos para a convergência e oportunidades de ações transformativas tendem a emergir na próxima década, atualmente nos encontramos em uma fase intermediaria, de convergência proativa, caracterizada por ser mais inclusiva, aproximando pesquisas convergentes de diferentes áreas e promovendo analises de decisão mais explicitas, prevê-se que a partir de 2020 a convergência será transdisciplinar, incluindo processos de organizações governamentais, destacamos aquilo que a CKTS propõe para ”O novo mundo de descoberta, invenção e inovação” como projeto tecnológico estabelecido no ceio da hegemonia política e econômica global a partir de uma lógica de mercado, recebendo investimentos de instituições públicas e privadas:

> *The prospect of new knowledge, ideas, materials, and technologies that will emerge from convergent activities is profoundly exciting. Their impact on everyday lives is expected to be extraordinarily beneficial in terms of the way we and our descendants learn, work, thrive, and age. Societal convergence has the potential to greatly and efficiently improve human capabilities, economic competitiveness, and life security. (Roco and Bainbridge, 2013, p. 16).*

A partir dos processos que as NBIC tem o intuito de promover nos moldes da CKTS, podemos notar que a interdisciplinaridade do projeto é apenas instrumental, reduzindo-se apenas a quatro áreas de concentração, a seletividade centra-se em disciplinas das ciências duras, questão alvo de críticas em outros estudos sobre esse modelo de P&D (Cavalheiro, 2007; Echeverria, 2009; Neves, 2009; Schummer, 2010; Kamensky, 2015; Guzmán, Romero, & Grossman, 2018). Uma década após a primeira publicação (Roco

Asociación Latinoamericana de Sociología

& Bainbridge, 2002), se destaca a pretensão de ampliar o projeto para inserção de ciências sociais e humanidades, já que a "Inovação se desenvolve melhor no mundo moderno pela integração em um único sistema de ciência, engenharia e sociedade" (Roco & Bainbridge, 2013, p.14), mas as disciplinas que o projeto destaca como sociais e humanas se restringem de maneira utilitária, tendo sentido para apenas na medida em que servem para dar sustento na forma de legitimação econômica e política no desenvolvimento da CKTS por meio da racionalidade econômica de sua implementação.

As expectativas de desenvolvimento tecnológico incidem de maneira direta e indireta nas expectativas sociais no que se refere ao aprimoramento e desempenho das capacidades humanas, há um acoplamento sistêmico entre economia e tecnologia quando se busca o progresso humano (Perez, 2010). Paradigmas tecno-econômicos são centrais na discussão sobre os impactos e as oportunidades que surgem para iniciativas na CKTS abrangidas nas NBIC, "a importância e a dinamicidade de um conjunto de tecnologias novas tem o potencial de trazer consigo transformações em toda a economia" (ibid., p.194), é notável que alguns princípios dos paradigmas tecno-econômicos podem ir além da economia, podendo tocar outras esferas sociais e institucionais a partir da aplicação e da percepção do seu impacto: "na dinâmica da estrutura dos custos relativos, nos espaços de inovação e nos critérios e princípios organizacionais" (ibid., p.195).

Ao perceber o projeto da convergência como um paradigma tecno-econômico, com potencial de desenvolvimento para além de uma revolução tecnológica em termos econômicos, o projeto das tecnologias convergentes gera agendas de pesquisa para além das áreas explicitamente envolvidas, pautadas pelos custos relativos envolvidos na produção de novas tecnologias, amplificando os valores científicos de objetividade e neutralidade na busca por interdisciplinaridade nos espaços de inovação limita a produção de conhecimento a partir das diretrizes do projeto, criando novos princípios organizacionais tanto na academia quanto na industria e no comercio.

Ao serem pensados na constituição legislativa como estratégias de inovação, ciência e tecnologia, projetos como a convergência tecnológica pensam sobre o futuro moldando também o futuro dos seres humanos tanto a nível micro quanto macro societal.

Asociación Latinoamericana de Sociología

> *Science policy programs are about future science and technology, they come in a great variety of future talk, including visions, promises, wishes, predictions, predictions of predictions, feasibility and opportunity statements, scenarios, guesses, and teleological concepts, like convergence. (Schummer, 2010, p.69)*

Ciência e a tecnologia para serem legitimadas por um conjunto de agentes institucionais da sociedade dependem da articulação das epistemologias cívicas sendo desenvolvidas por parte dos cientistas a obedecer a uma ordem atrelada às conjecturas sociais das quais emergem, "essas formas coletivas de conhecimento constituem a epistemologia cívica de uma cultura" (Jasanoff, 2011, p.255). O conteúdo da tecnologia delimitado pela convergência tecnológica articula-se com as epistemologias cívicas e os valores dos cientistas. Estes que, estando inseridos em sistemas locais de produção de conhecimento, a depender das condições geopolíticas, tem possibilidades de desenvolver agendas a nível global, geridas por regimes de administração da relevância (Knorr-Cetina, 2005), tem a capacidade de articulação com outras áreas além das abrangidas pela convergência tecnológica e em contextos diferentes em que a mesma foi desenvolvida, sobre a adesão à agenda desse projeto de maneira descontextualizada, podemos notar como aparecem as "Tecnologias Convergentes e Habilitadoras" na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação de 2016 até 2022, desenvolvida pelo Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). No documento essa abordagem se apresenta como:

> *"um desafio científico global desde sua concepção inicial, tendo evoluído de uma tendência para um movimento que procura acelerar a unificação das ciências com o objetivo de dar aos seres humanos uma vasta gama de poderosas opções tecnológicas. Sendo uma área que unifica em si outras áreas de fronteira do conhecimento, ela possui, naturalmente, oportunidades para aqueles que se dedicarem ao seu desenvolvimento". (MCTIC, 2016).*

As configurações da cultura incorporam-se nos processos epistemológicos de produção de conhecimento, para Karin Knorr-Cetina (2007) diferentes culturas têm diferentes conhecimentos, ciências e tecnologias. Existiriam praticas institucionalizadas da atividade cientifica em determinadas sociedades, essas culturas de conhecimento têm políticas reais, efeitos econômicos e sociais que não são neutros em relação às estruturas sociais, políticas e aos interesses de crescimento econômico (ibid., p.370). A administração da relevância (Knorr-Cetina, 2005) se delimita pela seletividade daquilo

Asociación Latinoamericana de Sociología

que é funcional tecnologicamente, para Fabrício Neves a motivação do sistema cientifico altera-se "da busca da verdade para a busca do funcionamento como expectativa cognitiva do sistema" (Neves, 2009, p.303). A relação entre recursos e interesses depende da articulação da arquitetura financeira global com as culturas epistêmicas que podem se reproduzir em outras configurações além das quais elas emergem, dentro de uma sociedade do conhecimento globalizada a produção cientifica e tecnológica de maneira conjunta com suas agendas de P&D pode ser localizada ao tempo em que se globaliza se homogeneizando de alguma maneira.

Os regimes de produção de conhecimento atrelados a projetos de P&D passam por mecanismos de homogeneização a partir das agendas de pesquisa preestabelecidas por sistemas tecnocientíficos, como a convergência tecnológica, que levam ao naturalismo reducionista em que pesquisas básicas e aplicadas se desenvolvem, ao redor de unidades sistêmicas básicas. Sobre a homogeneização da atividade cientifica[7], Tiago Duarte (2016) explicita que "A heterogeneidade das ciências pode ser relacionada a cinco aspectos encontrados na literatura dos Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia (ESCT): linguagens técnicas, expertises, culturas epistêmicas, instrumentos de pesquisa e interesses[8]. " Esses aspectos da atividade científica passam por processos de de translação e padronização:

> *A primeira consiste em processos através dos quais grupos de cientistas conseguem fazer com que os interesses de outros atores passem a convergir com os seus, reduzindo assim dificuldades relacionadas à heterogeneidade de interesses. A segunda consiste em toda sorte de esforços no sentido de padronizar práticas, métodos e técnicas de pesquisa de modo a criar dados que sejam comparáveis e comensuráveis. (Duarte, 2016)*

Ao padronizar práticas, métodos e técnicas de pesquisa, desenvolve-se um naturalismo reducionista, Fabrício Neves (2009) argumenta que houve uma redução teórica em grande parte das ciências naturais, a prática biológica se transforma passando por um processo técnico e de controle da vida, a biotecnologia vê "o corpo humano como sistema delimitado pelas possibilidades da vida, o sistema científico e sua concepção de vida mecânica e o sistema técnico e sua evolução" (ibid., p.152). O paradigma da evolução das espécies a partir da lógica do reducionismo genético reduz a complexidade da vida a genes, o que se evidencia quando o objetivo de Projeto Genoma Humano (PGH) era responder "o que significa ser humano" (Leite, 2005). Seres

Asociación Latinoamericana de Sociología

humanos estão sujeitos aos mesmos processos de seleção natural, reações químicas e forças físicas que todas as outras espécies, o que nos permite "compreender por que agimos, em muitos casos, de acordo com determinados padrões pode contribuir para equacionar, ao menos em parte, conflitos que reconhecemos como naturalmente humanos" (Waizbort & Porto, 2018, p.347), O que não significa que sejamos redutíveis às unidades básicas destes processos como se afirma no entendimento da natureza como um sistema simples em que estas unidades:

> *(atom, DNA, bit, or synapse), which serve as twenty-first century building blocks for progress, and is integrated into multiple systems, ultimately forming NBIC. […] All four foundational emerging and converging technologies NBIC are connected using a general purpose system approach. (Roco & Bainbridge, 2013, grifo nosso).*

Sistemas tecnológicos ao mesmo tempo em que criam propostas de agendas interdisciplinares criam expectativas articuladas tanto por parte dos cientistas quanto por outras esferas da sociedade, repercutindo diretamente e indiretamente na condução de políticas de investimento público e privado em ciência tecnologia e educação, priorizando algumas áreas e deixando outras de lado de acordo à governança que sistemas tecnocientíficos têm a capacidade de estabelecer (Roco, 2008) para além dos contextos sob os quais elas emergem.

Interação Humano-Máquina

A produção cientifica e tecnológica pautada por interesses econômicos individuais, consequentemente privados, direciona-se no intuito de satisfazer as expectativas que profetizam agendas para além das disciplinas explicitas da convergência tecnológica, promovendo reconfigurações no modo em que a produção de conhecimento, ciência e tecnologia se desenvolvem em outros campos.

De maneira a exemplificar como distintas disciplinas aderem progressivamente à lógica das tecnologias convergentes como sistema sociotécnico, que embrenha seres humanos e máquinas por meio de neurotecnologias, discutimos de maneira específica sobre neuroengenharia, cujo paradigma fundamental, a saber, Interface Cérebro-Máquina (ICM) é de grande importância para entender como se dá a articulação interdisciplinar para a construção e aplicação de neurotecnologias, é difícil fornecer uma definição clara do que envolve o paradigma, mas de maneira geral podemos entende-lo a partir de um manual sobre Métodos para registrar conjuntos neurais:

Asociación Latinoamericana de Sociología

> *The advance of BMIs was largely motivated by investigations of velocity encoding in single neurons during stereotypical reaching experiments. However, BMIs are designed to decode neural activity from an ensemble of neurons and direct general reaching movements. Hence, neural data analysis strategies for BMIs are required to:*
> *(1) analyze the neural activity from ensemble of neurons,*
> *(2) account for the dynamical nature of the neural activity associated with general reaching movements, and*
> (3) *explore and exploit other relevant modulating signals. (Nicolelis, 2008, p.57-58)*

Esses métodos eletrofisiológicos são fundamentais no desenvolvimento de neurotecnologias, para extrair informações sobre processos cerebrais intencionais e traduzir os sinais neurais em modelos que são capazes de controlar dispositivos externos, para isso são necessários sistemas de análise de dados neurais com alto nível de sofisticação para obtenção e processamento de um grande volume de dados. As pesquisas em ICM demonstram como as pessoas podem modular voluntariamente sinais cerebrais para operar dispositivos (Iturrate, Chavarriaga, Montesano, Minguez, & Millán, 2015). ICMs decodificam correlatos neurais de parâmetros de movimento ou atividade muscular para gerar a sequência de movimentos para neuropróteses, além de permitir a criação de neuropróteses de corpo inteiro, dispositivos destinados a restaurar a mobilidade e permitir uma sensibilidade total (Lebedev et al., 2011). Cabe ressaltar que a aplicação de ICMs não se limita ao desenvolvimento de neuropróteses, podendo ser aplicada também em tecnologias digitais pelo mapeamento da atividade de populações de neurônios maiores (Lebedev & Nicolelis, 2006; Moxon & Foffani, 2015; Pais-Vieira, Chiuffa, Lebedev, Yadav, & Nicolelis, 2015).

No texto original da convergência tecnológica (Roco & Bainbridge, 2002), recorrentemente aparecem afirmações que se referem às possibilidades de "construir interfaces homem-máquina que permitam um acoplamento estreito entre humanos e máquinas" (ibid., p.251). Em um artigo, Miguel Nicolelis, uma das maiores referencias da área, afirma que:

> *Throughout history, the introduction of new technologies has significantly impacted human life in many different ways. Until now, however, each new artificial device or tool designed to enhance human motor, sensory, or cognitive capabilities has relied on explicit human motor. […] The increasing use of computers in our daily lives provides a clear example of such a trend. In less than three decades, digital computers have permeated*

Asociación Latinoamericana de Sociología

> *almost every aspect of our daily routine and, as a result, have considerably increased human capabilities. […] This is a significant point, because in theory, if such devices could be incorporated into "neural space" as extensions of our muscles or senses, they could lead to unprecedented (and currently unattainable) augmentation in human sensory, motor, and cognitive performance. (Ibid., 223, grifo nosso).*

Ao incorporar tecnologias à biologia de seres humanos ICMs podem levar a grandes mudanças, levando a uma interação com o ambiente, podendo-se aumentar a percepção e o desempenho em quase todas as atividades humanas.

> *These applications would involve interactions with either real or virtual environments. According to this view, real environments can also include local or remote control relative to the human subject, while virtual environments can be realistic or intentionally unrealistic (ibid., 225)*

A partir dessas aplicações e de uma recente lista das patentes em ICM (Kao, Nuyujukian, Churchland, Cunningham, & Shenoy, 2015) é possível perceber a abrangência disciplinar do paradigma, influenciando no desenvolvimento de outras subdisciplinas. A partir deste paradigma, promete-se um entendimento profundo do ser humano e suas subjetividades, assim, destacamos como as promessas dessas tecnologias articulam-se às promessas do PGH, segundo o qual "Seres humanos não são mais do que instancias do genoma." (Leite, 2005, p.88). Para as neurotecnologias as ações humanas poderiam se reduzir a impulsos neuronais, são diversas as formas em que este discurso reducionista se apresenta, para a psicometria a subjetividade humana pode ser mensurada a partir de grandes bancos de dados.

Subjetividade mensurável

A partir destes pressupostos reducionistas, Ray Kurzwei, diretor de engenharia da Google[9], Afirma que os processos de entendimento do cérebro e da subjetividade humana prosseguem através de modelos mais precisos, "o poder computacional para emular o cérebro se aproxima com os esforços para escanear o cérebro humano e construir modelos de trabalho e simulações" (Kurzweil, 2005, p.165), a medida em que as ferramentas computacionais e de coleta de dados se desenvolvem, tornam possível combinar princípios de operação da inteligência humana com as formas de processamento inteligente de informação pela inteligência artificial, para Kurzweil, a partir dessas tecnologias haveria uma "transferência gradual de nossa inteligência,

Asociación Latinoamericana de Sociología

personalidade, e habilidades para a parte não biológica da nossa inteligência" (ibid., p.168). Em resposta às predições de que a inteligência artificial será igual ou superior à humana, argumenta-se que os avanços nas IMCs podem ser um desafio, já que:

> *BMIs strive to instrument human brains with unlimited memory, calculation, and communication abilities, which provide a competitive edge to human brain power versus artificial intelligence.(Kennedy, 2014, p.1)*

Nesse cenário, Miguel Nicolelis se posiciona em um artigo de divulgação cientifica ao se questionar se é que "Are we at risk of becoming biological digital machines?" Respondendo que:

> *I can conceive that this staggering expansion in our online social connectivity is capable of providing a completely new type of selective pressure that may, eventually, bias the evolutionary future of our species. One may begin wondering whether the dawn of 'Homo digitalis' is upon us or, more surprisingly, whether he/she is already around, texting and tweeting without being noticed.(Nicolelis, 2017, p.2)*

A psicometria algorítmica como sistema de obtenção de dados articulada com a neuroeconomia e o neuromarketing por serem novos campos de prática acadêmica e comercial (Schneider & Woolgar, 2015), desenvolvem de maneira conjunta com a neuroengenharia novas práticas, métodos e técnicas de P&D. A neuroeconomia combina psicologia, economia e neurociência com o intuito de entender os impulsos neurais atrás das tomadas de decisão e o neuromarketing, que estuda as respostas do cérebro aos estímulos do marketing, essas áreas desenvolvem-se de maneira interdependente, os avanços em uma interferem no desenvolvimento da outra. Podemos elucidar como a aplicação comercial deste conjunto de tecnologias vai de encontro com os interesses da convergência por envolverem um conjunto de interesses econômicos e políticos comuns. Os estudos psicométricos se desenvolvem na intersecção entre a psicologia e as ciências da computação por meio da aplicação de técnicas psicológicas às tecnologias digitais visando a escalabilidade da inteligência e da subjetividade humana:

> *Today, a quantifiable psychological subject position has been translated, via 'big data' sets and algorithmic analysis, into a model subject amenable to classification through digital media platforms. I term this position the 'scalable subject', arguing it has been*

Asociación Latinoamericana de Sociología

> *shaped and made legible by algorithmic psychometrics – a broad set of affordances in digital platforms shaped by psychology and the behavioral sciences (Stark, 2018, p.204).*

Seguindo uma lógica que reduz seres humanos às informações que produzimos, o comportamento humano poderia sob alguns aspectos ser mensurado a partir dos dados obtidos tanto por parte das pesquisas experimentais em neuroeconomia e neuromarketing, quanto pelos obtidos a partir das plataformas digitais de gerenciamento de dados que empresas como Google e Facebook realizam[10]. A seguir pretendemos utilizar a noção de "sujeito mensurável" a partir da qual podemos entender como os seres humanos, reduzidos a constructos psicológicos escaláveis fatorialmente, podem passar por um processo de modelação, tanto em termos de desenvolvimento teórico a nível acadêmico quanto a nível comercial no que se refere ao desenvolvimento de tecnologias que se adequam e adéquam seres humanos, reconfigurando mentes e corpos no processo:

> *shaped and made legible at different orders of technical analysis by those affordances of social media platforms grounded in psychological science, and then thrown back to the human person as a model with which to conform or suffer. Moreover, the analysis of affect and emotion as motors of networked digital life reveals these categories of human social experience as volatile, contextually complicated and potentially emancipatory (ibid., 207).*

Os mecanismos capazes de mensurar sentimentos levam os seres humanos a expressar emoções através de escalas mediadas tecnologicamente, capazes de serem mensuradas por processos algorítmicos[11]. Para Francis Galton, conhecido pelas suas contribuições à estatística e por ser um dos pioneiros no desenvolvimento da psicometria, a define como "a arte de impor medições e números sobre as operações da mente". (Stark, 2018, p.209 apud Galton, 1879).

Desde o século XIX as técnicas psicométricas de análise estatística envolvidas avançaram consideravelmente, hoje a ciência de dados tem a capacidade de mensurar a vida cotidiana de bilhões de pessoas, tornando efetiva a definição de psicometría proposta por Galton. Os sujeitos são mensuráveis a partir das plataformas de mídia social, por meio das quais suas relações moldam e são moldadas a medida em que estas se desenvolvem digitalmente por meio de sentimentos pré-definidos em escalas restritivas ou por representações de emoções materializadas em símbolos e emoticons.

Asociación Latinoamericana de Sociología

Os emoticons, entendidos como a materialização subjetiva de emoções, de maneira transversal fazem parte das plataformas digitais sociais. Estudos recentes mostram como estes são entendidos pelo cérebro humano, "é prática comum, na comunicação digital, usar a combinação de caracteres ":-)", para indicar um rosto sorridente" (Churches, Nicholls, Thiessen, Kohler, & Keage, 2014), sendo interpretados de maneira similar ou igual às expressões humanas a depender do sentimento e do contexto em que os mesmos se apresentam.

> *At present, humans relations are rapidly evolving through the use of electronic means. This fact has involved an increasing use of alternative cues to communicate emotional states in computer- mediated contexts. Emoticon, as one of these alternative cues, can change people's dispositions in the comprehension processes or interactions with others. Moreover, they can affect decisions, mood, or perspective of the conversation (Aldunate & Gonzales-Ibanez, 2017, p.4)*

Ao perceber as maneiras em que os sistemas de comunicação interferem nos relacionamentos humanos e como estes sistemas estão constantemente se reconfigurando podemos pensar como os seres humanos se adaptam a essas mudanças, mudando não apenas a forma em que nos comunicamos, mas também como nos organizamos a partir dos mesmos. As mudanças que a humanidade experimentou derivam direta ou indiretamente das descobertas tecnológicas relacionadas à comunicação, desde o desenvolvimento de um sistema de linguagem complexo cerca de quarenta mil anos atrás, até o desenvolvimento e difusão da internet nas últimas décadas.

> *Society is based on communications. This means that every huge change that humanity has experienced derives from a technological discovery related to communication. Language and writing, as the first communication techniques, have been followed by a series of technologies, such as printing, telephone, radio, television, internet and cell phones, which are nowadays smarter than ever. These new technologies have increased the amount of communications, making world society more complex than ever. Information and communication technology, characterized by continual innovation and rapid technological change, is having a tremendous impact on society and accelerating social changes. However, evolution does not stop. (Rodríguez, Busco, & Flores, 2014, p.7)*

Asociación Latinoamericana de Sociología

Ao estudar o impacto dessas tecnologias e as mudanças sociais que elas provocam entendemos que levamos uma vida que se molda a partir do uso das TICs materializadas nos dispositivos acima mencionados, os computadores tem impactos nos indivíduos em dimensões objetivas e subjetivas (Turkle, 1982). O que as pessoas fazem com os computadores se entrelaça na maneira como eles veem o mundo:

> *In a certain sense, if we take the computer to be a carrier of a way of knowing, of a way of seeing the world and what is important, we are all computer people now. We spend much of our lives staring at screens. We live much of our lives in artificial worlds. (Turkle, 2003, p.25)*

Imaginários sociotécnicos

A partir da difusão da internet[12] materializada em computadores pessoais, telefones e televisões inteligentes entendemos que por meio deles vivemos em mundos artificiais em co-produção com outras esferas da vida social mediadas por outras tecnologias de comunicação. Tendo em mente estas considerações estudamos como a neuroengenharia, pautada pelo paradigma da interação humano-máquina da convergência tecnológica, fornece ferramentas que possibilitam a tradução computacional de impulsos neurais que ocorrem em nosso cérebro por meio de ICMs cuja tecnologia pode, e promete ser aplicada em uma versão ampliada da internet, a "brainet", como uma tecnologia de comunicação entre cérebros e máquinas, além de outras tecnologias correlatas.

> *Nesse mundo novo, centrado apenas no poder dos relâmpagos cerebrais, nossas habilidades motoras, perceptuais e cognitivas se estenderão ao ponto em que pensamentos humanos poderão ser traduzidos eficiente e acuradamente em comandos motores capazes de controlar tanto a precisa operação de uma nanoferramenta como manobras complexas de um sofisticado robô industrial. [...] Nesse futuro você um dia poderá conversar com uma multidão, fisicamente localizada em qualquer parte do planeta, por meio de uma nova versão da internet (a "brainet"), sem a necessidade de digitar ou pronunciar uma única palavra. Nenhuma contração muscular envolvida. Somente através de seu pensamento. Se esse exemplo não é suficientemente sedutor, imagine se você de repente pudesse experimentar toda a gama de sensações despertadas por um simples toque na superfície arenosa de um outro planeta, milhões e milhões de quilômetros distante daqui, sem ao menos sair de sua sala de estar. Ou, ainda melhor, como você se sentiria caso lhe fosse dado acesso a um banco de memórias de seus ancestrais remotos, de modo que pudesse, num mero instante, recuperar*

Asociación Latinoamericana de Sociología

> *os pensamentos, emoções e recordações de cada um desses seus entes queridos, criando assim, por meio de impressões e sensações vividas, um encontro de gerações que jamais seria possível de outra forma? Exemplos como esses oferecem apenas uma pequena amostra do que será viver num mundo muito além das fronteiras do nosso eu, um mundo onde o cérebro humano se libertará. [...] Esse mundo do futuro está começando a se delinear, diante de nossos olhos, aqui e agora. (Nicolelis, 2011, p.25-26, grifo nosso)*

Na concretização das promessas desse admirável mundo novo, o ciborgue[13] (Haraway, 2009) no início do século XXI se materializa a partir do paradigma da interação humano-máquina embrenhado em um sistema sociotécnico que se desenvolve de acordo com as transformações no modo de produção capitalista, sofisticado material e ideologicamente "para as dinâmicas de controle e administração da vida sócio-produtiva" (Paraná, 2017, p.228), a relação entre tecnologia e as configurações sociais decorrentes de sua implementação se evidenciam em uma dinâmica co-produtiva:

> *o modo de organização da vida social a qual estamos inseridos interfere diretamente nos rumos do desenvolvimento científico, ao mesmo tempo que aquele é também ativado, em suas transformações, por este. Por meio do desenvolvimento e uso de novas tecnologias – sempre configuradas em íntima relação com tais modos de vida e horizontes civilizacionais – nos é possibilitado reconfigurar as formas de interação com o mundo a nossa volta. (ibid., 238)*

Ao reconfigurar a interação com o meio ambiente, o ciborgue dilui tanto as fronteiras entre natureza e cultura quanto as disciplinares, promovendo uma vida programada, "administrada cognitiva, hormonal e fisiologicamente por meio de tecnologias químicas, biológicas e mecânicas, conectadas em redes de comunicação e midiatização de informações" (ibid., p.240). Ao ter uma visão não essencialista da tecnologia, sendo compreendida de acordo com seu contexto e seu conteúdo social, Edemilson Paraná propõe uma "dialética programador-programado" a partir da qual poderíamos compreender o ciborgue em disputa:

> *A metáfora da programação como ato-poder (programador) de configurar a disposição de um sistema/artefato, em termos dos recursos disponíveis em relação aos vários meios e fins, em oposição a seus usos esperados (programados), nos parece ser um recurso analítico potente contra leituras distorcidas, em seu tom otimista, deste fenômeno. (ibid., 241)*

Asociación Latinoamericana de Sociología

A partir da proposta de uma “dialética programador-programado” articulada com a noção de imaginários sociotécnicos, já que múltiplos imaginários podem coexistir em uma relação dialética. Podemos perceber como sistemas sociotécnicos são pautados de acordo com os imaginários sociais sobre ciência e tecnologia nos seu âmbito de pesquisa e desenvolvimento. Sistemas societécnicos a partir do imaginário social configuram sua programação na medida em que são programados nos níveis de “legislaturas, mídia e instituições com poder para elevar alguns futuros imaginados acima dos outros”

> *Imaginaries, moreover, encode not only visions of what is attainable through science and technology but also of how life ought, or ought not, to be lived. […] Are, collectively held, institutionally stabilized, and publicly performed visions of desirable futures, animated by shared understandings of forms of social life and social order attainable through, and supportive of, advances in science and technology. This definition privileges the word “desirable” because efforts to build new sociotechnical futures are typically grounded in positive visions of social progress. (Jasanoff, 2015, p.4).*

Considerações finais

Visões de mundos novos são facilmente adotadas quando sistemas sociotécnicos são pautados por ideais modernos de progresso científico e tecnológico que recorrentemente encontram-se incorporados nos discursos e nas práticas científicas sob a forma de inovação. Imaginários operam intersubjetivamente, compartilham-se as percepções dos futuros que deveriam ou não ser realizados em várias esferas da vida social, de cientistas a leigos, o imaginário de ciência e tecnologia enreda-se e produz visões diversas de bem coletivo, visões que podem expandir escalas de governança de comunidades para o planeta (ibid., p.11). A ciência e tecnologia funcionam ao combinar valores e interesses, materializando os componentes invisíveis dos imaginários sociais, assim os sistemas tecnológicos se incorporam na reprodução do mundo político pelo seu poder e normatividade. “Esses imaginários são ao mesmo tempo produtos e instrumentos da co-produção da ciência, tecnologia e sociedade na modernidade” (ibid., p.19).

Sendo os imaginários produtos e instrumentos co-produzidos, questionamo-nos se é que eles podem remodelar o desenho que ciência e tecnologia tem adquirido a partir

Asociación Latinoamericana de Sociología

dos moldes da convergência tecnológica e, a partir disso remoldar o futuro humano, para Jassanoff o termo tem o seguinte potencial:

> *It offers unfettered entry into the coproduced realities of the known, the made, the remembered, and the desired worlds in which we live and which we have power to refashion through our creative, collective imaginings. (ibid., p.29)*

Ao entender os imaginários sociotécnicos de maneira ampla, acreditamos que os ESCT, além de questionar a ciência e a tecnologia, devem se envolver de maneira mais efetiva, fazer parte do desenvolvimento em outras áreas, destacamos neste ponto o desenvolvimento a importância de realizar estudos sociais sobre neurociência, pensando criticamente nos seus limites e aplicações (Choudhury, Nagel, & Slaby, 2009; Choudhury & Slaby, 2012). Entendemos os imaginários sociotécnicos podem ser aplicados como instrumento analítico na produção de ciência e tecnologia, já que a partir de seu entendimento é possível fazer parte e remodelar as formas em que estas se desenvolvem.

> *Science and technology studies can and should analyze the setups that have generated the truths of contemporary neuroscience and the impact of the sociopolitical shaping of contemporary science on these expectational and promissory landscapes. […] We need to analyze the new practices for governing human conduct that are taking shape, the new powers of authority and expertise that deploy the neuro-prefix to legitimate themselves, the new ethical obligations associated with the valorization of the brain as a key socio-political resource, and the new modes of subjectivation that are being born. (Rose & Abi-Rached, 2013, p.232-233, grifo nosso)*

A introdução de qualquer dispositivo tecnológico ou sistema sociotécnico envolve a remodelação da vida social pública e as perspectivas do bem comum (Winner, 2014), a partir disso é necessário assumir responsabilidade sobre o que estamos fazendo, sendo necessário "promover uma melhor governança da ciência, aumentar o engajamento do público e incluir mais especialistas, se quisermos utilizar a tecnologia emergente das ICMs e outros conhecimentos de neurociências."(Sakura & Mizushima, 2010).

Notas

[1] Mestrando em Sociologia no Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade de Brasília (PPGSOL/UnB).

Asociación Latinoamericana de Sociología

[2] No decorrer do artigo as citações incorporadas no texto são traduções livres do próprio autor.

[3] No Brasil existem quatro programas de pós-graduação em neuroengenharia.

[4] Ressalto o destaque que a agenda de pesquisa da neuroengenharia adquiriu nos últimos anos, resultando na criação de uma nova revista por parte da Nature, uma das revistas com maior prestigio científico internacional. No primeiro semestre de 2019 será publicada a primeira edição da Nature Machine Intelligence: https://www.nature.com/natmachintell/ revista dedicada a reunir pesquisas e perspectivas de campos em rápida evolução: AI, robotics, human-robot interaction, machine learning, deep learning, probabilistic machine learning, reinforcement learning, robot learning, artificial neural networks, symbolic reasoning, computer vision, natural language processing, genetic and evolutionary computing, cognitive computing, humanoid robots, swarm robotics, bio-inspired robotics, soft robotics, neuro-inspired computing, multi-agent systems and so on.

[5] O Journal Citation Reports® viabiliza a avaliação dos principais periódicos de pesquisa de distintas áreas.

[6] Entendemos idiomas como sendo sistemas de comunicação restritos a diferentes áreas de conhecimento, com conotações técnicas específicas

[7] Cabe destacar que Duarte se refere aos mecanismos de homogeneização específicos da ciência das mudanças climáticas, o que não significa que esses processos e outros similares restrinjam-se a essa área de pesquisa, podendo acontecer além da pesquisa acadêmica ou comercial, em outras áreas da vida social.

[8] Neste trabalho não pretendemos tratar desses aspectos de maneira específica, trataremos a homogeneização da atividade cientifica de maneira ampla a partir da globalização de projetos tecnológicos.

[9] Para saber mais: http://www.kurzweilai.net/ray-kurzweil-biography

[10] Vários estudos sobre utilização inapropriada de dados foram realizados, esta discussão é lateral à proposta deste trabalho, uma vez que de, em alguma medida, é possível mensurar subjetividades humanas, é necessário discutir as implicações éticas dessas possibilidades.

[11] “Poderíamos simplificar a discussão nas palavras de Yuval N. Harari: “Nossos computadores têm dificuldade para entender como o Homo sapiens fala, sente e sonha. Portanto, estamos ensinando o Homo sapiens a falar, sentir e sonhar na linguagem dos números, que pode ser entendida por computadores. ” (Harari, 2015, p.138)

Asociación Latinoamericana de Sociología

[12] Atualmente no Brasil temos o acesso à internet é majoritariamente realizado por meio de smartphones do que por meio de computadores (IBGE, 2016)

[13] Entendemos o ciborgue como um mito político que hibridiza humanos e não humanos.

Referencias bibliográficas

Aldunate, N., & Gonzales-Ibanez, R. (2017). An integrated review of emoticons in computer-mediated communication. Frontiers in Psychology, 7(JAN), 1–6. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.02061

Cavalheiro, E. a. (2007). A nova convergência da ciência e da tecnologia. Novos Estudos - CEBRAP, 78, 23–30. https://doi.org/10.1590/S0101-33002007000200004

Choudhury, S., Nagel, S. K., & Slaby, J. (2009). Critical Neuroscience : Linking Neuroscience and Society through Critical Practice. BioSocieties, 4(2009), 61–77. https://doi.org/10.1017/S1745855209006437

Choudhury, S., & Slaby, J. (2012). Critical neuroscience : a handbook of the social and cultural contexts of neuroscience. UK: Wiley-Blackwell.

Churches, O., Nicholls, M., Thiessen, M., Kohler, M., & Keage, H. (2014). Emoticons in mind: An event-related potential study. Social Neuroscience, 9(2), 196–202. https://doi.org/10.1080/17470919.2013.873737

Duarte, T. R. (2016). Mecanismos de homogeneização da atividade científica: o caso da ciência das mudanças climáticas. Sociedade e Estado, 31(3), 821–843. https://doi.org/10.1590/s0102-69922016.00030012

Durand, D. M. (2007). What is Neural Engineering ? Journal of Neural Engineering, 4. https://doi.org/10.1088/1741-2560/4/4/E01

Echeverria, J. (2009). Interdisciplinariedad y convergencia tecnocientífica nano-bio-info-cogno 1. Sociologias, 11(22), 22–53. https://doi.org/10.1590/S1517-45222009000200003

Guzmán, A., Romero, E., & Grossman, F. (2018). Convergencia de innovación en el nuevo paradigma tecnológico denanotecnología entre países. Contaduría y Administración, 63(1), 1–25. Retrieved from https://ideas.repec.org/a/nax/conyad/v63y2018i1p35-36.html

Harari, Y. N. (2015). Sapiens: uma breve história da humanidade. Porto Alegre: L&PM.

Haraway, D. (2009). Antropologia do ciborgue. Retrieved from https://we.riseup.net/assets/128240/antropologia do ciborgue.pdf

IBGE. (2016). Pesquisa nacional por amostra de domicílios: Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2013.

Asociación Latinoamericana de Sociología

Iturrate, I., Chavarriaga, R., Montesano, L., Minguez, J., & Millán, J. R. (2015). Teaching brain-machine interfaces as an alternative paradigm to neuroprosthetics control. Nature Scientific Reports, 1–10. https://doi.org/10.1038/srep13893

Jasanoff, S. (2004). States of Knowledge: The co-production of science and social order. Transformation. https://doi.org/10.4324/9780203413845

Jasanoff, S. (2011). Civic Epistemology. In Designs on nature: Science and democracy in Europe and the United States. Princeton University Press.

Jasanoff, S. (2015). Dreamscapes of modernity: Sociotechnical imaginaries and the fabrication of power. Chicago and London: University of Chicago Press.

Jo, H., Jun, H., Shin, J., & Lee, S. (2016). Biomedical Engineering: Frontier Research and Converging Technologies. Springer.

Kamensky, E. G. (2015). Context of NBIC-Technologies Development : Institutions , Ideology and Social Myths. Mediterranean Journal of Social Sciences, 6(6), 181–185. https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n6s4p181

Kao, J. C., Nuyujukian, P., Churchland, M. M., Cunningham, J. P., & Shenoy, K. V. (2015). Recent patents in brain-machine interfaces. Nature Biotechnology, 33(9), 927–927. https://doi.org/10.1038/nbt.3351

Kennedy, P. (2014). Brain-machine interfaces as a challenge to the â€œmoment of singularityâ€ Frontiers in Systems Neuroscience, 8(December), 1–3. https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00213

Knorr-Cetina, K. (2005). La fabricación del conocimiento: un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Knorr-Cetina, K. (2007). Culture in global knowledge socities knowledge cultures and epistemic cultures. Interdisciplinary Science Rewiens, 32(4), 361–375. https://doi.org/10.1179/030801807X163571

Kurzweil, R. (2005). The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology. Ethics and Emerging Technologies. Viking. https://doi.org/10.1057/9781137349088_26

Lacey, H. (2008). Aspectos cognitivos e sociais das práticas científicas. Scientiæ Studia, 6(1), 83–96.

Lebedev, M. A., & Nicolelis, M. A. L. (2006). Brain-machine interfaces : past , present and future. Trends in Nourosciences, 29(9), 536–546. https://doi.org/10.1016/j.tins.2006.07.004

Lebedev, M. A., Tate, I. A. J., Hanson, I. I. T. L., Li, I. I. Z., Doherty, I. I. J. E. O., A, I. I. J., … I, I. M. A. L. N. (2011). Future developments in brain-machine interface research. CLINICS, 66(1), 25–32.

Asociación Latinoamericana de Sociología

Leite, M. (2005). Biologia total: hegemonia e informação no genoma humano.

MCTIC. (2016). ESTRATÉGIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO 2016|2022. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.

Moxon, K. A., & Foffani, G. (2015). Brain-machine interfaces beyond neuroprosthetics. Neuron, 86(1), 55–67. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.03.036

Neves, F. M. (2009). Bíos e Techné: estudo sobre a construção do sistema biotecnologia periférico.

Nicolelis, M. (2008). Methods for neural ensemble recordings. Boca Raton: CRC Press - Taylor & Francis Group.

Nicolelis, M. (2011). Muito além do nosso eu: a nova neurociência que une cérebro e máquinas e como ela pode mudar nossas vidas. Sao Paulo: Companhia das Letras Editora.

Nicolelis, M. (2017). Are we at risk of becoming biological digital machines? Nature Human Behaviour, 1(1), 0008. https://doi.org/10.1038/s41562-016-0008

Pais-Vieira, M., Chiuffa, G., Lebedev, M., Yadav, A., & Nicolelis, M. A. L. (2015). Building an organic computing device with multiple interconnected brains. Scientific Reports, 5, 11869. https://doi.org/10.1038/srep11869

Paraná, E. (2017). Vida programada : o imbricamento ser humano-máquina e a ideologia da técnica no capitalismo contemporâneo. ContemporâNea, 7(1), 223–245. https://doi.org/10.4322/2316-1329.035

Perez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. Cambridge Journal of Economics 2010, 34, 185–202. https://doi.org/10.1093/cje/bep051

Roco, M. C. (2008). Possibilities for global governance of converging technologies. Journal of Nanoparticle Research, 10(1), 11–29. https://doi.org/10.1007/s11051-007-9269-8

Roco, M. C., & Bainbridge, W. S. (2002). Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Arlington, Virginia: National Science Foundation.

Roco, M. C., & Bainbridge, W. S. (2013). The new world of discovery, invention, and innovation: Convergence of knowledge, technology, and society. Journal of Nanoparticle Research, 15(9). https://doi.org/10.1007/s11051-013-1946-1

Rodríguez, D., Busco, C., & Flores, R. (2014). Technology in Society Information technology within society ' s evolution. Technology in Society, 1–9. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2014.08.006

Rose, N., & Abi-Rached, J. M. (2013). The New Brain Sciences and the Management of

Asociación Latinoamericana de Sociología

the Mind. Princeton University Press.

Sakura, O., & Mizushima, N. (2010). Towards the Governance of Neuroscience : Neuroethics in Japan with Special Reference to Brain – Machine Interface (BMI). East Asian Science, Technology and Society: An International Journal (2010), 4(July), 137–144. https://doi.org/10.1007/s12280-010-9121-6

Schneider, T., & Woolgar, S. (2015). Neuroscience beyond the laboratory: Neuro knowledges, technologies and markets. BioSocieties, 10(4), 389–399. https://doi.org/10.1057/biosoc.2015.38

Schummer, J. (2010). From Nano-Convergence to NBIC-Convergence: “The Best Way to Predict the Future is to Create it.” In Sociology of the Sciences Yearbook VOLUME XXVII - Governing Future Technologies Nanotechnology and the Rise of an Assessment Regime (pp. 57–73). Springer.

Stark, L. (2018). Algorithmic psychometrics and the scalable subject. Social Studies of Science, 48(2), 204–231. https://doi.org/10.1177/0306312718772094

Turkle, S. (1982). The Subjetive Computer: A Study in the Psychology of Personal Computation. Social Studies of Science, 12, 173–205.Turkle, S. (2003). From Powerful Ideas to PowerPoint. Convergence, 9(2), 19–25.

Waizbort, R., & Porto, F. (2018). Genes, seleção natural e comportamento humano: a mente adaptada da psi- cologia evolucionista. In P. C. Abrantes (Ed.), Filosofia da Biologia (2nd ed., pp. 325–351). Rio de Janeiro: Seropédica - EDITORA DO PPGFIL-UFRRJ.

Winner, L. (2014). Technologies as forms of life. In R. Sandler (Ed.), Ethics and Emerging Technologies (pp. 48–60). London: Palgrave Macmillan.

Asociación Latinoamericana de Sociología