

A proteção da pessoa humana diante das neurotecnologias: autonomia e vulnerabilidade das crianças e adolescentes

Joyceane Bezerra de MENEZES*

RESUMO: O artigo analisa os desafios éticos e jurídicos colocados pelas neurotecnologias associadas à inteligência artificial para a tutela da pessoa humana, com foco na autonomia e vulnerabilidade de crianças e adolescentes. Parte-se da descrição da convergência entre neurociência, realidade virtual, interfaces cérebro-máquina e algoritmos de IA evidenciando tanto seu potencial terapêutico e educacional quanto riscos de vigilância, manipulação mental, impacto na identidade pessoal e aprofundamento de desigualdades. Adota-se metodologia qualitativa, de caráter bibliográfico e documental, examinando literatura especializada e iniciativas normativas internacionais e nacionais sobre neurodireitos. Em seguida, discute-se o uso de dispositivos invasivos e não invasivos em população infanto-juvenil, destacando incertezas quanto aos efeitos no cérebro em desenvolvimento, fragilidades do consentimento e do assentimento, bem como riscos à privacidade mental e à agência. Analisa-se, ainda, o debate em torno da criação de uma nova categoria de direitos – os neurodireitos – confrontando posições favoráveis e críticas, à luz da teoria da fundamentação dos direitos humanos e da ideia de jurisdição de novos problemas jurídicos. Conclui-se que a proteção da mente constitui valor jurídico emergente e que, mais do que inflacionar catálogos de direitos, impõe-se a construção de um marco regulatório robusto e orientado pelos princípios da dignidade, igualdade, autonomia e responsabilidade, apto a garantir a proteção reforçada de crianças e adolescentes frente às neurotecnologias.

PALAVRAS-CHAVE: Neurotecnologia; crianças e adolescentes; neurodireitos; autonomia; vulnerabilidade; direitos humanos; privacidade mental; inteligência artificial.

SUMÁRIO: 1. Introdução; – 2. A convergência entre neurotecnologia e inteligência artificial – impactos éticos e jurídicos; – 3. O uso de dispositivos de interface cérebro-máquina em crianças e adolescentes; – 4. Neurodireitos e direitos humanos – há necessidade de uma nova categoria?; – 5. Considerações finais; – Referências bibliográficas.

TITLE: *The Protection of Human Beings in the Face of Neurotechnologies: Autonomy and Vulnerability of Children and Adolescents*

ABSTRACT: *The article analyzes the ethical and legal challenges posed by neurotechnologies associated with artificial intelligence for the protection of human beings, focusing on the autonomy and vulnerability of children and adolescents. It begins with a description of the convergence between neuroscience, virtual reality, brain-machine interfaces, and AI algorithms, highlighting both their therapeutic and educational potential and the risks of surveillance, mental manipulation, impact on personal identity, and deepening inequalities. A qualitative methodology is adopted, of a bibliographic and documentary nature, examining specialized literature and international and national normative initiatives on neuro-rights. Next, the use of invasive and non-invasive devices in children and adolescents is discussed, highlighting uncertainties regarding the effects on the developing brain, weaknesses in consent and assent, as well as risks*

* Doutora em Direito pela Universidade Federal de Pernambuco. Pós-Doutorado em Direito e Novas Tecnologias pela Universidade Reggio Calabria. Mestre em Direito pela Universidade Federal do Ceará. Professora titular da Universidade de Fortaleza - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Direito (Mestrado/Doutorado) da Universidade de Fortaleza, na Disciplina de Direito de Família e Sucessões na contemporaneidade: autonomia e vulnerabilidade. Professora titular da Universidade Federal do Ceará. Coordenadora do Grupo de Pesquisa CNPQ: Direito Civil na Legalidade Constitucional. Fortaleza, Ceará, Brasil. Editora da Pensar, Revista de Ciências Jurídicas, da UNIFOR. E-mail: joyceane@unifor.br.

to mental privacy and agency. It also analyzes the debate surrounding the creation of a new category of rights—neuro-rights—confronting favorable and critical positions in light of the theory of the foundation of human rights and the idea of jurisdiction over new legal problems. It concludes that the protection of the mind is an emerging legal value and that, rather than inflating catalogs of rights, it is necessary to build a robust regulatory framework guided by the principles of dignity, equality, autonomy, and responsibility, capable of ensuring enhanced protection for children and adolescents in the face of neurotechnologies.

KEYWORDS: *Neurotechnology; children and adolescents; neuro-rights; autonomy; vulnerability; human rights; mental privacy; artificial intelligence.*

CONTENTS: *1. Introduction; – 2. The convergence between neurotechnology and artificial intelligence – ethical and legal impacts; – 3. The use of brain-machine interface devices in children and adolescents; – 4. Neuro-rights and human rights - is there a need for a new category?; – 5. Final considerations; – Bibliographical references.*

1. Introdução

Os avanços tecnológicos em biotecnologia, inteligência artificial e demais ciências cognitivas (NBIC), notadamente a neurociência, têm promovido significativas mudanças no modo de ser e interagir em sociedade, influenciando áreas diversas, desde a pesquisa clínica até aplicações comerciais voltadas ao melhoramento da saúde, do bem-estar e do desempenho das pessoas. Sem considerar sua utilização no campo do entretenimento como os jogos eletrônicos, experiências de realidade virtual e interfaces imersivas.

Com a interface cérebro x máquina prometem-se próteses neurais inteligentes, baseadas em algoritmos capazes de implementar ou recuperar funções motoras, cerebrais, comunicacionais e cognitivas que foram comprometidas por deficiências ou doenças neurológicas. Podem, inclusive, operar um melhoramento cognitivo, transformando em realidade o que antes era mera ficção científica.

Com a convergência de tecnologias de Inteligência Artificial (IA), os avanços em neurotecnologia foram ainda mais potencializados, permitindo a aplicação de suas soluções em diversos setores da vida – da saúde, segurança e educação ao entretenimento e à domótica, com o desenvolvimento das chamadas casas inteligentes.

A despeito das inúmeras vantagens que podem empreender, o uso dessas tecnologias também desperta relevantes preocupações éticas e jurídicas, uma vez que podem aumentar os riscos de vigilância e de manipulação mental e decisória. Também podem interferir na edificação da identidade pessoal e aprofundar as situações de desigualdade, em virtude da dificuldade do acesso igualitário aos recursos tecnológicos. Embora sejamos todos vulneráveis em face da neurotecnologia associada aos recursos de IA, há

sujeitos que ainda serão mais expostos à lesão de direitos como as crianças, as pessoas idosas e/ou com deficiência. Mas os avanços tecnológicos nesse seguimento da indústria não retrocederão, fazendo-se necessária uma regulação robusta de sua aplicação para evitar distorções e ameaças aos direitos humanos.

Muitas vezes, o usuário desconhece o potencial intrusivo desses artificios que, embora não implantados no corpo, possuem a capacidade singular de captar dados mentais e interferir na atividade avaliativa da pessoa. A falta de consciência expõe riscos à autonomia do sujeito, que utiliza o produto sem dimensionar plenamente seus efeitos e impactos na sua esfera pessoal.

Todos esses avanços desvelam preocupações em quatro áreas importantes para a tutela da personalidade humana: a privacidade e consentimento; a autonomia e identidade; o melhoramento humano e riscos de vieses, evocando o fortalecimento do direito à privacidade, à autonomia e à identidade.¹ Isso tudo sem desconsiderar que a dificuldade de acesso aos recursos que a neurotecnologia promete também poderá dividir a humanidade entre os que gozarão ou não desses bens, resvalando em mais um fato de desigualdade. O uso de instrumentos de aprimoramento cognitivo pode conduzir à formação de indivíduos dotados de superpoderes em discrepância com aqueles que não disporão do acesso aos mesmos recursos. Rememora-se a reflexão ética desenvolvida por Habermas, no livro “O futuro da natureza humana”.²

É nesse cenário que o presente artigo se desenvolve, visando analisar os riscos de lesão aos direitos humanos, sobretudo à autonomia das pessoas já consideradas vulneráveis, em especial as crianças e adolescentes. Indagando, por outro lado, se há necessidade de uma nova categoria de direitos nominada *neurodireitos*. Não se sabe, com segurança, os impactos que as interfaces cérebro-máquina podem acarretar ao desenvolvimento cerebral infanto-juvenil como também não se tem certeza quanto ao destino dos dados mentais que são coletados. Além desse fator, há o problema do consentimento que, não raro, é comprometido, pela falta de informações concretas. As crianças e adolescentes têm menos compreensão ainda, em virtude da fase especial de desenvolvimento na qual se encontram.

¹ YUSTE, R.; GOERING, S.; BI, G.; CARMENA, J. M.; CARTER, A.; FINS, J. J. et al. Four ethical priorities for neurotechnologies and AI. *Nature*, vol. 551, 2017, p. 159 e ss.

² HABERMAS, Jürgen. *O futuro da natureza humana*. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

Adota-se a metodologia de natureza qualitativa, com enfoque teórico bibliográfico e documental para analisar artigos científicos e demais obras de referência de autores brasileiros e estrangeiros que já se dedicaram ao tema dos neurodireitos. Como ponto de partida, elege-se a seguinte questão: a tutela da pessoa em face dos desafios impostos pelos avanços da neurotecnologia associada à inteligência artificial exige a criação de uma nova categoria específica de direitos – os chamados neurodireitos – ou o catálogo de direitos humanos e fundamentais existentes, em especial aqueles voltados à proteção da criança e adolescentes, é suficiente para tanto?

O texto se subdivide em três tópicos principais: o primeiro examina a convergência entre a neurologia e a inteligência artificial, destacando seus impactos éticos e jurídicos; o segundo discute o uso de dispositivos de interface cérebro-máquina em crianças e adolescentes; e o terceiro analisa a necessidade de uma nova categoria de direitos – os neurodireitos – voltada à tutela da pessoa humana diante dessas inovações tecnológicas.

2. A convergência entre neurotecnologia e inteligência artificial – impactos éticos e jurídicos

A neurociência corresponde a área do conhecimento que estuda a estrutura do cérebro e os seus padrões funcionais, observando os processos químicos e biológicos associados à ativação dos circuitos cerebrais ligados ao estresse, à dor, à memória e às emoções, em geral. Nos últimos anos, os avanços em tecnologia de neuroimagem (fMRI, PETscans) permitiram a observação objetiva de certos sofrimentos que antes eram considerados meramente subjetivos. De sorte que, atualmente, há exames que permitem observarem-se as alterações no cérebro da pessoa com depressão, dor crônica, estresse pós-traumático etc.

No âmbito da neurociência, também se pode observar a adaptabilidade do cérebro humano aos estímulos externos e experiências vivenciadas, inclusive aquelas que decorrem de eventos negativos dos quais resultarão lesões. Isso se explica em razão da neuroplasticidade cerebral que se deriva de vários mecanismos como a plasticidade sináptica, o remodelamento dendrítico e as alterações na atividade neural.³ Da infância à ancianidade o cérebro mantém a neuroplasticidade, ou seja, a aptidão de construir e reconstruir conexões neuronais ao longo da vida. É mais intensa nos primeiros anos e mais limitada na maturidade e na velhice, mas ao longo da vida, permite-nos os

³ LEEB, R.; SAGHA, H.; CHAVARRIAGA, R.; MILLÁN, J.D.R. A hybrid brain-computer interface based on the fusion of electroencephalographic and electromyographic activities. *J. Neural Eng.*, 2015, 12, 046018.

processos de aprendizagem, adaptação e recuperação funcional, ainda que em ritmos e intensidades diferentes em cada etapa da existência. Na explicação de Enrique Carcieres Nieto e outros,

A lo largo de nuestra vida, etapa fetal, infancia, adolescencia, madurez y vejez, la identidad cambia, porque el conectoma cambia y se modifica con el tiempo. Las neuronas, como la especie de árboles microscópicos que son, pueden tener nuevas ramas y perder otras. Se pueden crear sinapsis y se pueden eliminar otras. Estos cambios en el conectoma humano están, hasta cierto punto, programados por los genes, pero también dependen del ambiente y las experiencias. La actividad neuronal continuamente está cambiando y modificando las conexiones para responder a las exigencias del medio y resolver los problemas de adaptación. En este sentido, las experiencias cambian nuestro conectoma, razón por la cual, cada conectoma es único, y es el resultado de la interacción entre naturaleza y crianza, entre genes y medio ambiente.⁴

Nos últimos anos, convergência de tecnologias como a realidade virtual (VR), inteligência artificial (A) e a neurociência apresentaram transformações revolucionárias sobre o modo como vivemos, impactando áreas da saúde, educação e entretenimento. Muitas dessas inovações têm ressonância imediata na plasticidade cerebral.

De acordo com Drigas e Sideraki,⁵ a realidade virtual (VR) imerge o usuário em ambientes criados pelo computador em simulação ao mundo real, de modo a proporcionar-lhe diversas experiências interativas e sensoriais. A partir da manipulação dos *inputs* sensoriais recebidos pelo cérebro, a VR pode induzir mudanças neurais para impulsionar respostas adaptativas no sistema nervoso central. Eis uma modalidade de interferência na neuroplasticidade cerebral que pode ser útil em certas abordagens clínicas, como aquela que visa o tratamento de pessoas que estão sob estresse pós-traumático. Empresas como a Johnson & Johnson também usam a VR para treinar cirurgiões, por meio de simulações realistas. No âmbito do entretenimento, o recurso é usado para encontros virtuais, jogos, concertos e espaços colaborativos de trabalho. Sem considerar o campo da educação, no qual transformam a experiência da aprendizagem, promovendo viagens virtuais, simulações interativas e integrações com realidade aumentada.

⁴ CÁCERES NIETO E.; DIEZ, García J.; GARCÍA, Garcia E. Neuroética y neuroderechos. *Revista del Posgrado em Derecho de La UNAN*, n. 15, julio-diciembre/2021, p. 1 e ss.

⁵ DRIGAS, A.; SIDERAKI, A. Brain Neuroplasticity Leveraging Virtual Reality and Brain-Computer Interface Technologies. *Sensors*, 2024, 24, 5725.

Algoritmos de IA auxiliam na interpretação de grandes volumes de dados de neuroimagem, viabilizando a identificação de padrões associados a certas doenças ou estados mentais na facilitação resultados diagnósticos. Como antes referido, as interfaces cérebro-máquina podem ajudar a controlar dispositivos como computador ou eletrodomésticos a partir de sinais cerebrais. Prometem facilidades na vida quotidiana ou o aprimoramento do mercado de entretenimento, com os jogos que promovem interação baseada em experiência de realidade virtual imersiva.

As interfaces cérebro-máquina podem monitorar os marcadores neurais de ansiedade e modular os ambientes e realidade virtual, auxiliando os pacientes usuários a confrontar seus medos em ambiente controlado. Processando os dados neurais em tempo real, tais interfaces podem otimizar a eficácia da terapia na medida em que promovem adaptações neurais duradouras para reduzir os sintomas de ansiedade, sustentam Drigas e Sideraki.⁶

Essa captação e processamento de dados mentais pelos algoritmos de IA servem para gerar intervenções personalizadas, de sorte a estimular e direcionar a plasticidade cerebral conforme demandas específicas. Com isso, prometem resultados positivos na recuperação de pacientes que sofreram sequelas de Acidente Vascular Cerebral ou tiveram, por qualquer infortúnio, um comprometimento dos circuitos cerebrais.

Sistemas de VR-BCI, ajustados dinamicamente, podem intervir na sobrecarga cognitiva e a favorecer a retenção do conhecimento. Paralelamente, a técnica de treinamento cerebral denominada *neurofeedback* que é monitorada em tempo real e, normalmente, medida por eletroencefalograma – EEG, pode apresentar resultados importantes na indução de mudanças neuroplásticas neuronais com vista ao aprimoramento cognitivo de pessoas típicas (sem quaisquer diversidades funcionais).⁷ A pessoa poderá ser treinada para aumentar a amplitude de determinadas frequências de ondas cerebrais, aprimorando a atenção e a memória de trabalho, com as mudanças correspondentes nos padrões de conectividade neural.⁸

⁶ DRIGAS, A.; SIDERAKI, A. Brain Neuroplasticity Leveraging Virtual Reality and Brain-Computer Interface Technologies. *Sensors*, 2024, 24, 5725.

⁷ DRIGAS, A.; SIDERAKI, A. Brain Neuroplasticity Leveraging Virtual Reality and Brain-Computer Interface Technologies. *Sensors*, 2024, 24, 5725.

⁸ DUMAN, Ronald S.; AGHAJANIAN, George K.; SANACORA, Gerard; KRYSTAL, John H. Synaptic plasticity and depression: New insights from stress and rapid-acting antidepressants. *Nat. Med.*, 2019, 25, 624-634.

Nas conclusões da pesquisa realizada por Drigas e Sideraki,⁹ a literatura demonstra que a aplicação conjunta de algoritmos de IA, com VR e BCI permitem mensurar e modular a neuroplasticidade neuronal, desvelando um potencial transformador que perpassa a área da saúde, em especial a reabilitação médica, o aprimoramento cognitivo e educacional, até os campos do lazer e recreação. Apesar das vantagens, anotaram críticas relevantes que ressaltam os riscos que essas tecnologias oferecem à autonomia e à privacidade mental. O tratamento de dados mentais suscita preocupações éticas e jurídicas sobre o papel do controlador dos dados e a possibilidade de sua utilização/manipulação abusiva para fins de vigilância e manipulação comportamental. Um outro ponto crítico, como também referimos anteriormente, está no custo elevado e complexidade técnica das interfaces cérebro-máquina que dificultarão o acesso às pessoas, contribuindo para gerar situações de grave desigualdade.¹⁰

A neurotecnologia não retrocederá. Dados do Relatório elaborado em 2024 pela Grand View Research, Inc, informam que o mercado global de interfaces cérebro-máquina (Brain-Computer Interface – BCI) foi avaliado em USD 2,0 bilhões, em 2023, devendo crescer a uma taxa anual composta (CAGR) de 17,8% entre 2024 e 2030. Naquele mesmo ano, a América do Norte liderou o mercado, com uma participação de 39,4% nos investimentos, o equivalente a cerca de R\$ 424 milhões de dólares. A crescente incidência de distúrbios neurológicos como Parkinson, Alzheimer e a doença de Huntington, associada às demandas por experiências de jogos imersivos e melhoramento cognitivo podem ser os fatores a explicar o interesse econômico no desenvolvimento dessas tecnologias.

Os dispositivos de interface cérebro-máquina podem ser classificados como invasivos ou não invasivos, conforme sejam ou não implantados cirurgicamente no tecido cerebral. São exemplos de BIDs invasivos os *chips* desenvolvidos pelas empresas Neuralink e a Padromics que, implantados no tecido cerebral, visam a otimização de respostas funcionais por pessoas com deficiência ou doença neurológica. Entre os BIDs não invasivos há os *headsets* que usam sensores de eletroencefalograma (EEG) portáteis e permitem a captação de sinais cerebrais sem a necessidade de implante por cirurgia. Há *headsets*, tiaras, faixas ou fones que são usados com *biofeedback* para meditação ou treino cognitivo, jogos controlados pelo pensamento, experimentos educacionais etc., São dispositivos que empregam a EEG (Eletroencefalografia) para captação dos padrões

⁹ DRIGAS, A.; SIDERAKI, A. Brain Neuroplasticity Leveraging Virtual Reality and Brain-Computer Interface Technologies. *Sensors*, 2024, 24, 5725.

¹⁰ HALKIOPOULOS, Constantinos; AROUTZIDIS, A.; ANTONOPOULOU, Hera. Advances in neuroimaging and machine learning for BCI-VR systems. *Brain Res. Bull.*, 2024, 18, 139-143.

de ondas cerebrais que os algoritmos podem traduzir em comandos digitais para mover objetos em jogo ou selecionar opções de tela, por exemplo.

A Neuralink, empresa de neurotecnologia fundada por Elon Musk, desenvolveu o *chip Telepathy*, com o objetivo de auxiliar a pessoas com deficiência motora a exercer o controle sobre dispositivos digitais a partir do pensamento.¹¹ Em 2023, o produto obteve a aprovação da *Food and Drug Administration - FDA* para que a empresa pudesse iniciar os testes em humanos. No início de 2024 foi realizado o primeiro implante, por meio de cirurgia no paciente quadriplégico, Noland Arbaugh.

Em 2025, a concorrente Paradromics testou o *chip Connexus* em um paciente diagnosticado com epilepsia grave. A intervenção cirúrgica, consistente no implante e retirada do *chip*, durou cerca de 20 minutos e foi realizada por um neurocirurgião da Universidade de Michigan, em hospital daquela mesma instituição.¹² A proposta desse *chip* é a de promover a recuperação da comunicação de pessoas com deficiências motores graves em virtude de Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), Acidente Vascular Cerebral (AVC) e lesão da medula espinhal etc.

No âmbito neuroprotético, grupos de Minnesota vem desenvolvendo pesquisas para a otimização das chamadas próteses inteligentes, nas quais os recursos de IA com interface cérebro-máquina são conjugados para traduzir a intenção de movimento da pessoa amputada.¹³ O braço *LUKE*, desenvolvido pela Deka Research and Development e o *Ossur Proprio Foot*, da Össur HF. usam tecnologia semelhante.¹⁴ Trata-se de produtos em desenvolvimento que ainda enfrentam desafios para alcançar maior precisão na interpretação dos sinais neurais. Ruídos externos e a variabilidade do sinal podem prejudicar o seu desempenho e dificultar um controle confiável por parte do usuário.¹⁵

Interfaces cérebro-máquina não invasivos como os *headsets* fabricados pela *Emotiv* e *Muse* também funcionam a partir da captação de ondas cerebrais (Eletroencefalografia - EEG), batimentos cardíacos, respiração e movimento, a depender do modelo. O primeiro

¹¹ PARIKH PM, Venniyoor A. Neuralink and Brain-Computer Interface-Exciting Times for Artificial Intelligence. *South Asian J Cancer*. Apr 15;13(1):63-65.

¹² Paradromics Completes first-in-human recording with the Connexus Brain-Computer Interface. Disponível em: paradromics.com/news/paradromics-completes-first-in-human-recording-with-the-connexus-brain-computer-interface. Notícia igualmente veiculada, no Brasil, in Chip cerebral: empresa rival de Musk testa primeiro implante em humano. Disponível em: g1.globo.com/.

¹³ LUU, Diu Khue et al. Artificial Intelligence Enables Real-Time and Intuitive Control of Prostheses. *Nerve Interface*, 2025.

¹⁴ ÖSSUR HF. *Prosthetic Feet*, online. Disponível em: ossur.com/.

¹⁵ Como a IA está revolucionando as próteses para refinar o movimento. Disponível em: informationweek.com/machine-learning-ai/how-ai-is-revolutionizing-prosthetics-to-refine-movement.

dispositivo tem o objetivo de traduzir os sinais cerebrais para detecção de emoções ou possibilitar o controle de dispositivos digitais como computador, eletrodomésticos etc. Já o segundo, presta-se ao treinamento da atividade cerebral para facilitar a meditação, a melhoria do sono e a concentração. Embora não sejam interfaces invasivas, também tem potencial lesivo à autonomia e à privacidade, inspirando preocupações éticas e jurídicas.

A Corte constitucional do Chile proibiu a comercialização do *headseat* da *Emotiv Inc.*, em decisão pioneira prolatada no ano de 2023,¹⁶ no caso *Girardi vs. Emotiv Inc.* Ao julgar o recurso, a Corte reconheceu que os neurodados são de natureza altamente sensível, na medida em que revelam aspectos íntimos da identidade, intenções e estados mentais do sujeito, merecendo, por isso, proteção reforçada, embora a legislação tradicional sobre dados pessoais não trate de modo expresse sobre eles. Assim, destacou que um consentimento genérico oferecido pela empresa aos usuários seria insuficiente, dada a possibilidade de reidentificação, comercialização indevida, vigilância digital e outros riscos de uso não autorizado. Em última análise, o tribunal decidiu que a comercialização de dispositivo desse porte exige um rigoroso controle regulatório e sanitário mais rigoroso, aptos a afastar os riscos à autonomia e à dignidade da pessoa humana. Em 2021, o Chile havia alterado a Constituição para incluir a proteção da atividade cerebral e informações dela provenientes, como um direito fundamental.¹⁷

3. O uso de dispositivos de interface cérebro-máquina em crianças e adolescentes

As pesquisas em neurociências são mais recorrentes no público adulto. Mas existem ensaios clínicos limitados como público infanto-juvenil, apontando resultados promissores. Há interfaces cérebro-máquina não invasivas sendo testadas em terapias de neuroestimulação e *neurofeedback* para diferentes transtornos pediátricos, enquanto a estimulação cerebral profunda, de caráter invasivo, também foi usada em casos de distonia infantil, inclusive, com aprovação excepcional da FDA. Alguns estudos também

¹⁶ Discutia-se a comercialização do dispositivo, fabricado pela empresa norte-americana *Emotiv Inc.*, que capta e armazena dados da atividade elétrica cerebral dos usuários, conhecidos como neurodados. Nas razões do demandante, Guido Girardi, o equipamento não assegurava a proteção adequada da privacidade mental e da integridade psicológica, malferindo as garantias constitucionais quanto aos neurodireitos e a legislação pertinente à proteção de dados pessoais. NEURORIGHTS BRASIL, *Sentença da Corte Suprema do Chile – caso Girardi vs. Emotiv Inc.*, online, disponível em: neurorights.com.br/jurisprudencia/663/.

¹⁷ “O desenvolvimento científico e tecnológico estará ao serviço das pessoas e será realizado com respeito à vida e à integridade física e psíquica. A lei regulará os requisitos, condições e restrições para sua utilização em pessoas, devendo resguardar especialmente a atividade cerebral, assim como a informação proveniente dela” (Tradução livre). LEI N.º 21.383, *modificación constitucional para protección de los neuroderechos*, Chile, 25 de outubro de 2021, publicada em: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, online.

avaliaram a otimização da capacidade de crianças saudáveis para a realização de tarefas simples com o uso de interface cérebro-máquina baseadas em EEG.

No entanto, esses estudos e ensaios também suscitaram preocupações significativas, em razão das implicações imediatas e de longo prazo, permeadas por inúmeras incertezas quanto aos efeitos sobre o cérebro em desenvolvimento, o que justifica a recomendação de cautela por parte de engenheiros e especialistas em ética, conforme apresenta o Relatório da Unicef, elaborado e publicado em 2024.¹⁸

Na infância, as experiências sensoriais atreladas à visão, audição, olfato, tato, paladar afetam o desenvolvimento cerebral. A cada experiência, o cérebro cria uma conexão neural e essas múltiplas conexões vão desenvolvendo emoções, habilidades e adaptabilidade à novas informações, em virtude da plasticidade cerebral que se tem nessa fase da vida. O cérebro infantil é um sistema em desenvolvimento no qual os neurônios proliferam em períodos que variam de criança para criança e os dispositivos que ignoram os mecanismos naturais podem interferir negativamente, em prejuízo das funções emocionais e cognitivas, a exemplo do autocontrole, memória, resolução de problemas e tomada de decisão).¹⁹ Além desses efeitos, a estimulação cerebral não

¹⁸ Conforme trecho do Relatório da Unicef, “As neurotecnologias, combinadas com outras tecnologias de captação de dados, como *wearables*, aumentam a possibilidade de interferência na integridade física e mental das crianças, justamente enquanto essas dimensões ainda estão em formação. A vigilância moderna pode ser usada para inferir estados mentais, prever e influenciar a saúde e os comportamentos, além de explorar ou manipular experiências cognitivas e sensoriais, pensamentos e emoções em cada etapa do desenvolvimento. Nesse ecossistema digital, incluindo ambientes imersivos, as neurotecnologias podem produzir novas formas de conhecer e decidir o que fará a próxima geração clicar, comprar, amar e odiar. Progressivamente, a grande quantidade de dados comportamentais, biométricos e neurais coletados sobre as crianças pode conferir enorme poder a quem os detém, analisa ou acessa. Isso inclui a capacidade de rastrear o desenvolvimento interno das crianças e até moldá-las a formas específicas de ser. Os atores envolvidos vão desde Estados e forças policiais até empresas de marketing, seguradoras e, potencialmente, cibercriminosos. Diversos direitos da criança estão em risco de violação, incluindo o direito à privacidade, à liberdade de pensamento, consciência e religião, e ao acesso a fontes diversas de informação. Os riscos decorrentes do mau uso da neurotecnologia são particularmente significativos para crianças, pois a infância é um período crítico para o desenvolvimento cerebral e a formação da identidade. A compreensão que as crianças têm sobre essas tecnologias e sua capacidade de fornecer consentimento informado e significativo variam conforme a idade, as capacidades em evolução e os diferentes estágios de desenvolvimento – o que cria variações em seu nível de proteção. Pais, famílias ou responsáveis também podem ignorar essas capacidades em evolução ao tomar decisões sobre a saúde da criança relacionadas à neurotecnologia. Para além da questão do consentimento, pais ou cuidadores podem acreditar estar agindo no melhor interesse da criança ao impor o uso de determinadas neurotecnologias – por exemplo, na esperança de melhorar as capacidades intelectuais para que tenha melhor desempenho escolar. Mesmo com boas intenções, essas ações – não por agentes externos, mas vindas da própria família – podem resultar em violação dos direitos da criança. Diante do rápido avanço dos campos médico e comercial da neurotecnologia, é necessária uma ação urgente para garantir o desenvolvimento e uso seguros dessas tecnologias com crianças. Se leis internacionais, direitos humanos e da criança, regras e mecanismos de governança não forem utilizados para estabelecer uma orientação ética robusta e para desenvolver e aplicar regulamentações adequadas no presente e no futuro próximo, a crescente disponibilidade e normalização da neurotecnologia poderá gerar implicações nocivas” (tradução livre) (UNICEF for Every child. *Neurotechnology and Children: How is neurotechnology impacting children today, and what could it mean for them in the future?*. Disponível em: [unicef.org/innocenti/reports/neurotechnology-and-children](https://www.unicef.org/innocenti/reports/neurotechnology-and-children)).

¹⁹ UNICEF for Every child. *Neurotechnology and Children: How is neurotechnology impacting children today, and what could it mean for them in the future?*. Disponível em: [unicef.org/innocenti/reports/neurotechnology-and-children](https://www.unicef.org/innocenti/reports/neurotechnology-and-children).

invasiva pode acarretar dores de cabeça, desconforto, perda de memória e convulsões; enquanto as interfaces mais invasivas geram os riscos da cirurgia, a necessidade do acompanhamento médico e potenciais alterações permanentes na função cerebral. No público adulto já foram relatadas mudanças no comportamento, como impulsividade e oscilações de humor.

Ao tempo em que a intervenção na atividade neuronal pode restaurar ou otimizar funções sensoriais e cognitivas prejudicadas, também pode violar direitos como a privacidade mental, a liberdade de agência e até mesmo da identidade pessoal, efeitos potencialmente maiores em relação às crianças cujo cérebro se acha em franco desenvolvimento.

Para além desses riscos objetivos, o uso das interfaces cérebro-máquina em crianças e adolescente também suscitam implicações éticas no âmbito do consentimento ou assentimento. É desafiador garantir o consentimento informado, na medida em que as crianças dependem dos pais ou responsáveis. Se observada a necessidade do assentimento, haverá limitações em relação ao nível de compreensão que a criança pode apresentar.

Embora as interfaces cérebro máquina invasivas ainda não sejam de fácil acesso no atual estágio da arte, as interfaces cérebro-máquina não invasivas têm se expandido no mercado mundial e estão disponíveis à venda nas principais plataformas comerciais *on line*. O Emotiv, por exemplo, não apresenta um custo tão elevado e é usado para a neuroestimulação e *neurofeedback*, sem que se saiba, ao certo, os seus impactos potenciais. Estima-se que nos próximos 10 ou 15 anos, as interfaces cérebro-máquina não invasivas serão potentes o suficiente para alterar a atividade cerebral humana.²⁰

O Muse e o Emotiv Epoc X foram lançados no mercado como eletrônicos de uso pessoal. O primeiro mede a atividade cerebral por EEG e fornece *feedback* em tempo real para práticas de meditação e atenção plena; enquanto o Emotiv Epoc X, igualmente baseado em EEG, permite a leitura da atividade cerebral e o controle de objetos em tela por meio do pensamento. Parceria entre as empresas e escolas tem realizado testes em pequena escala no ambiente escolar, visando o uso dos headsets para introduzir os estudantes à

²⁰ UNICEF for Every child. *Neurotechnology and Children: How is neurotechnology impacting children today, and what could it mean for them in the future?*. Disponível em: [unicef.org/innocenti/reports/neurotechnology-and-children](https://www.unicef.org/innocenti/reports/neurotechnology-and-children).

neurotecnologia e estimular discussões sobre como esses dispositivos BCI podem contribuir para o engajamento dos estudantes e os resultados de aprendizagem.

A despeito das incertezas, escolas americanas como a Wheeler School, em Rhode Island, têm utilizado o headset da *Muse* entre os alunos da sala de Neurociência. O que parece uma inovação educacional pode, no entanto, esconder riscos que perpassam o consentimento livre e informado, a coleta e manipulação dos dados cerebrais, bem como a sua utilização indevida para fins de vigilância ou indução comportamental. São eloquentes os alertas sobre a necessidade urgente de uma abordagem ética multidisciplinar para elaboração de um robusto marco regulatório para o setor.²¹

Pesquisas demonstram que as pessoas têm conhecimento bastante limitado sobre as interfaces cérebro-máquina, ainda que declarem possuir algum conhecimento sobre ultrassonografia e eletroencefalografia (EEG).²² Disso resulta a incerteza quanto ao consentimento livre e informado concedido pelos pais dessas crianças, cujo assentimento ainda é menos confiável. Não se garante que foram efetivamente informadas quanto a todos os impactos que a tecnologia pode implicar.

Em que pese a relevância dos estudos, as preocupações éticas são importantes porque alertam para os riscos à privacidade dos estudantes, o uso indevido dos dados cerebrais pelos agentes participantes das pesquisas e pela própria empresa. Tais dispositivos podem coletar dados sensíveis sobre a atividade cerebral, julgar suas habilidades e abrir portas para a discriminação, inclusive. Pode-se dizer, em síntese, que dispositivos de interface cérebro-máquina oferecem riscos de comprometimento da autonomia e privacidade infanto-juvenil,²³ nos seguintes termos:

- As crianças e adolescentes não tem capacidade jurídica para consentir e, nem sempre os seus pais ou responsáveis recebem a informação adequada a respeito dos riscos que tais produtos podem oferecer ao conjunto de direito dos infantes;

- As interfaces invasivas coletam dados mentais, consubstanciados como sinais elétricos correlacionados às intenções, emoções e estados mentais, com riscos de

²¹ HALKIOPOULOS, Constantinos; GKINTONI, Evgenia; AROUTZIDIS, Anthimos; ANTONOPOULOU, Hera. Advances in neuroimaging and deep learning for emotion detection: a systematic review of cognitive neuroscience and algorithmic innovations. *Diagnostics*, vol. 15, n. 4, 2025, p. 456.

²² SATTLER, Sebastian; MEHLKOP, Guido; NEUHAUS, Alexander; WEXLER, Anna; REINER, Peter B. Exploring disparities in self-reported knowledge about neurotechnology. *Nature - Scientific reports*, 15, 18488 (2025).

²³ BERGERON, David et al. Pediatric Neurosurgery: Technical and Ethical Considerations. *Journal of Child Neurology*, 2023, Vol. 38(3-4), 223-238.

comprometimento à confidencialidade e de permitir o uso indevido como a comercialização das informações, sem desconsiderar possível intrusão na vida psíquica da criança/adolescente;

- Na medida em que a interface é integrada ao funcionamento cerebral também poderá gerar impactos no desenvolvimento da identidade pessoal do usuário, além de oferecer riscos de estigmatização, perda do livre-arbítrio ou agência e ainda eventual dependência da tecnologia;

- Em sendo os sinais cerebrais traduzidos por meio de algoritmos de inteligência artificial, há riscos de interpretações erráticas dos pensamentos ou intenções do usuário, levando a ações involuntárias que despertam o questionamento acerca da responsabilidade por eventuais danos (a criança/adolescente, os pais/responsáveis, os médicos ou os desenvolvedores do sistema);

- O alto custo dos dispositivos restringe o acesso a poucas pessoas, fazendo emergir mais um fator de desigualdade em detrimento daqueles que não terão recursos para se beneficiar da tecnologia.

Para que os benefícios da neurotecnologia possam efetivamente contribuir para o desenvolvimento infantil, é imprescindível a criação de um marco regulatório e de governança robusto, capaz de assegurar a proteção dos dados e da privacidade mental das crianças e adolescentes, bem como de fortalecer e garantir a efetividade de seus direitos humanos e fundamentais. Esse marco deve, ainda, assegurar o respeito ao consentimento informado e ao assentimento prestado pela própria criança, reconhecendo suas especificidades cognitivas e emocionais. Por fim, deve garantir o acesso equitativo às neurotecnologias, de modo a evitar desigualdades e prevenir qualquer forma de discriminação.

4. Neurodireitos e direitos humanos – há necessidade de uma nova categoria?

O termo “Neurodireitos” foi aplicado pela primeira vez por Marcelo Ienca e R. Adorno em artigo publicado no ano de 2017,²⁴ quando analisaram as principais normas de direitos humanos e concluíram que elas seriam insuficientes para proteger as pessoas em face das neurotenologias, sendo necessária criação de novos direitos a partir da

²⁴ IENCA, M.; ANDORNO, R. A New Category of Human Rights: Neurorights. *BCM blog*, 2017.

adaptação daqueles existentes. No curso das pesquisas, arrolaram entre os neurodireitos: o direito à liberdade cognitiva,²⁵ à privacidade mental, à integridade mental, o direito à identidade pessoal em oposição à manipulação ilícita dos dados cerebrais, e o direito de acesso às melhorias cognitivas, a salvo dos vieses discriminatórios.

De modo semelhante, Rafael Yuste²⁶ também indicou a emergência de cinco neurodireitos: o direito à identidade que visa garantir a capacidade de controlar a integridade física e mental diante da intrusão das interfaces cérebro-máquina; o direito ao livre-arbítrio (agência) de modo a preservar a liberdade de pensamento e a autodeterminação na realização das próprias escolhas; a privacidade mental, impedindo que os pensamentos sejam divulgados, manipulados ou decodificados por agente externo; o direito de acesso às melhorias cognitivas, a fim de evitar a discriminação e garantir a igualdade; e por fim, o direito à proteção contra os vieses algorítmicos. Enrique Cárceres Nieto e outros²⁷ também defendem a emergência dos neurodireitos como uma nova categoria de direitos – quarta geração de direitos humanos, criando-se instituições e regras voltadas a garantia de sua eficácia e implementação.

A partir das contribuições desses autores, podemos classificar como neurodireitos: a liberdade cognitiva / agência (livre-arbítrio); a privacidade mental ou neuroprivacidade; a integridade mental; a identidade pessoal e o acesso igualitário às melhorias cognitivas com a proteção contra vieses.

Mas a proposição para a criação de uma categoria autônoma – os neurodireitos, não está imune a críticas. Os críticos à formulação de novos direitos, a exemplo de J Bublitz,²⁸ entendem que o interesse em questão – dignidade, integridade, privacidade e identidade já têm proteção pelo ordenamento e que o termo *neurodireitos* é cercado por imprecisão técnica que pode trazer mais desvantagem do que vantagens na tutela da pessoa. Defende a aplicação contextualizada dos direitos às novas tecnologias, a

²⁵ O direito à liberdade cognitiva havia sido mencionado anteriormente por Wry Sententia, para significar: “el derecho y la libertad de controlar la propia conciencia y el proceso de pensamiento electroquímico”. (SENTENTIA, W. Neuroethical considerations: cognitive liberty and converging technologies for improving human cognition. *Annals of the New York Academy of Science*, n. 1013, 2004, p. 221 e ss.).

²⁶ YUSTE, R.; GOERING, S.; BI, G.; CARMENA, J. M.; CARTER, A.; FINS, J. J. et al. Four ethical priorities for neurotechnologies and AI. *Nature*, vol. 551, 2017, p. 159 e ss.

²⁷ CÁRCERES NIETO E.; DIEZ, García J.; GARCÍA, García E. Neuroética y neuroderechos. *Revista del Posgrado em Derecho de La UNAN*, n. 15, jul.-dez./2021, p. 1 e ss.

²⁸ BUBLITZ, Jan Christoph. Novel Neurorights: From Nonsense to Substance Neuroethics, vol. 15, 2022, p. 3-4.

revisão das práticas de governança, consentimento e proteção dos dados, bem como critérios éticos claros para pesquisas com interfaces cérebro-máquina.

Rafael Asis Roig também aponta outros críticos²⁹ à ideia dos neurodireitos, cujo argumento se apoia no risco de a inflação de direitos enfraquecer a proteção dos direitos humanos. Os argumentos sustentam que a tensão entre as neurotecnologias e a capacidade de adaptação do sistema jurídico aos novos desafios deve ser solucionada com base na teoria da metafundamentalidade, segundo a qual os direitos humanos transcendem as disposições constitucionais e se orientam por princípios universais voltados à proteção da dignidade da pessoa humana.

Pioneiro na positivação dos neurodireitos, o Chile alterou a Constituição, em 2021,³⁰ incluindo a proteção da atividade cerebral e informações dela provenientes, como um direito fundamental.³¹ No ano de 2023, a Suprema Corte do Chile proferiu uma decisão inédita no caso Girardi vs. Emotiv Inc., tornando-se o primeiro tribunal no mundo a aplicar diretamente o conceito de neurodireitos.³² Na ótica de Ana Maria D'Ávila Lopes,³³ a construção latino-americana do neurodireito visa a compatibilização do avanço científico com o núcleo central e irradiador dos direitos humanos, de modo a evitar que a tecnologia possa se converter em instrumento de alienação da dignidade da pessoa humana e fator de exclusão e vulnerabilidade. Ressalta a necessidade de

²⁹ Rafael Asis Roig dedica a nota de rodapé nº 20 a arrolar alguns autores que criticam a necessidade de uma nova categoria de direitos para a tutela pretendida (ROIG, Rafael Asis. Sobre neuroderechos. *Materiales de Filosofía del Derecho*, n. 2022/01. Disponível em: <https://e-archivo.uc3m.es/>).

³⁰ Em anos anteriores, algumas iniciativas já alertavam a preocupação com os neurodireitos: em 2019, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, elaborou o primeiro documento internacional e intergovernamental para abordar a interface entre tecnologia e os atributos personalíssimos da pessoa humana. Embora não constitua uma norma cogente, tem a finalidade de orientar os Estados-nação e pesquisadores a tratarem os desafios éticos e legais emergentes da neurotecnologia, ressaltando a importância de se respeitarem os direitos humanos e valores sociais, dentre os quais a liberdade cognitiva e proteção dos dados cerebrais. Naquele mesmo ano, o Conselho da Europa publicou a *Strategic Action Plan on Human Rights and Technologies on Biomedicine* para o período de 2020-2025 (Conselho da Europa, 2021), ressaltando a integridade mental como um dos quatro pilares temáticos. Em 2020, a Resolução nº 20 do Parlamento Europeu, apresentou recomendações especiais sobre aspectos éticos da inteligência artificial, robótica e tecnologias conexas. Embora não haja mencionado os neurodireitos especificamente, reforçou a importância de parâmetros éticos para que o desenvolvimento tecnológico possa garantir a dignidade da pessoa humana, a autonomia individual e a autodeterminação (PINTARELLI, Camila Kühl. *O direito de pensar: um novo capítulo na história do pensamento jurídico*. Coimbra: Instituto Jurídico, 2025).

³¹ CHILE. Ley n. 21.383, *modificación constitucional para protección de los neuroderechos*, 25 de octubre de 2021.

³² Discutia-se a comercialização do dispositivo *Insight*, fabricado pela empresa norte-americana Emotiv Inc., que capta e armazena dados da atividade elétrica cerebral dos usuários, conhecidos como neurodados. Nas razões do demandante, Guido Girardi, o equipamento não assegurava a proteção adequada da privacidade mental e da integridade psicológica, malferindo as garantias constitucionais quanto aos neurodireitos e a legislação pertinente à proteção de dados pessoais (NEURORIGHTS BRASIL, *Sentença da Corte Suprema do Chile – caso Girardi vs. Emotiv Inc.* Disponível em: neurorights.com.br/jurisprudencia/663/).

³³ LOPES, Ana Maria D'Ávila. Neurotecnologia: quando a tecnologia ameaça a dignidade humana. In: LOPES, Ana Maria D'Ávila; PAREDES, Felipe; PEREIRA JR., Antonio Jorge; MAIA, Aline Passos (Org.). *Neurodireito, neurotecnologias e direitos humanos*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2022, p. 20.

um novo direito mas adverte que ainda há dúvidas em relação aos aspectos conceituais.

A Corte chilena reconheceu que os neurodados são de natureza altamente sensível, na medida em que revelam aspectos íntimos da identidade, intenções e estados mentais do sujeito, merecendo, por isso, proteção reforçada, embora a legislação tradicional sobre dados pessoais não trate de modo expreso sobre eles. Assim, destacou que um consentimento genérico oferecido pela empresa aos usuários seria insuficiente, dada a possibilidade de reidentificação, comercialização indevida, vigilância digital e outros riscos de uso não autorizado. Em última análise, o tribunal decidiu que a comercialização de dispositivo desse porte exige um rigoroso controle regulatório e sanitário mais rigoroso, aptos a afastar os riscos à autonomia e à dignidade da pessoa humana.

Desde então, pode-se observar outras iniciativas voltadas à regulamentação dos chamados neurodireitos. O Comitê Internacional de Bioética da UNESCO, em relatório de 2021 sobre as implicações éticas da neurotecnologia, propôs alguns caminhos para o reconhecimento e a proteção dos neurodireitos. Dentre as soluções propostas, estão a inclusão de protocolos complementares na Declaração Universal dos Direitos Humanos, o fortalecimento do texto da Declaração diante dos novos gerados pela neurotecnologia e, ainda, a criação de uma nova Declaração Universal específica sobre Direitos Humanos e Neurotecnologia. Para o Comitê, essa norma teria o condão de assegurar a tutela das atividades cerebrais de todas as pessoas, independentemente de raça, gênero, condição socioeconômica ou capacidade cognitiva; vedar o uso de dados cerebrais para fins de vigilância, discriminação ou elaboração de perfis sem consentimento informado; submeter o uso estatal e privado da neurotecnologia a controle ético e jurídico rigoroso; e, por fim, promover a difusão de informação, educação e diálogo público para garantir um uso responsável e ético dessas tecnologias.

O Parlamento Latinoamericano y Caribeño apresentou, em 2022, a Lei Modelo de Neurodireitos para a América Latina e o Caribe, de modo a servir como uma orientação para a harmonização legislativa da matéria, na América Latina. Usa o termo neurodireito como um marco jurídico internacional que visa proteger o cérebro, a individualidade e a atividade neural das pessoas frente aos avanços da neurotecnologia. Em 2023, a Comissão Jurídica Interamericana da Organização dos Estados Americanos – OEA, apresentou a Declaração de Princípios Interamericanos em matéria de Neurociências, Neurotecnologias e Direitos Humanos. Propõe vincular os avanços nessa área à proteção dos direitos humanos, de sorte a garantir a integridade e privacidade neural, a proteção

do pensamento e da consciência, mediante políticas legislativas específicas. Considera, entre os seus princípios, a atividade neural como sendo a mais íntima das atividades humanas e destaca a indispensabilidade do consentimento expresso e informado para o tratamento dos dados neurais. Data do ano de 2023, a chamada Declaração de León, originária dos Ministérios de Ciência e Tecnologia da União Europeia como sendo a primeira declaração europeia voltada à proteção dos direitos fundamentais em face do desenvolvimento neurotecnológico.

Dentre as normativas nacionais e constitucionais, destaca-se a iniciativa do Chile em alterar o texto constitucional em 2021 para inserir o direito à neuroproteção como decorrência da dignidade da pessoa humana proteção à mente humana. E, logo em seguida, promulgar a Lei n. 21.283, de 2021, sobre a proteção dos dados neurais, diferenciando-os dos dados pessoais. Após o Chile, coube a Espanha elaborar a chamada Carta de Direitos Digitais, em 2021, ressaltando a importância da tutela à privacidade e autodeterminação mentais, assegurando a confidencialidade e segurança dos dados obtidos de processos cerebrais, bem como o pleno domínio sobre eles.

No Brasil, Projeto de Emenda Constitucional n. 29/2023 visa adicionar um novo inciso ao art. 5º, da Constituição Federal, para garantir a proteção da integridade mental da pessoa humana. Por meio da Emenda Constitucional n. 85, a Constituição do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, para prevê que as políticas públicas estaduais em ciência e tecnologia devem assegurar a proteção à integridade mental do sujeito humano, aplicando-se tanto à neurotecnologia quanto às medidas governamentais relacionadas à comunicação digital. No Congresso Nacional, tramita Projeto de Lei n. 522/2022 que visa modificar a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei n. 13.709/2018), a fim de inserir a proteção especial ao dado neural, cuja definição proposta seria “qualquer informação obtida, direta ou indiretamente, da atividade do sistema nervoso central e cujo acesso é realizado por meio de interfaces cérebro-computador, ou qualquer outra tecnologia, invasiva ou não-invasiva”. Também tramita no Senado Federal, o Projeto de Lei n. 04/2025 que visa reformar o Código Civil, prevendo tutela específica para os neurodireitos no Livro de Direito Civil Digital, mais especificamente, no art. 2027-Q.

No México também há projeto de Emenda à Constituição, visando incluir o direito à integridade e privacidade psíquica no artigo 4.º, garantindo-se a identidade individual plena e integral. A *House Bill 24-1058*, do Estado do Colorado, aprovada em abril de 2024, foi o primeiro ato normativo sobre o tema, fora dos eixos América Latina e União Europeia. Foi o primeiro documento voltado a incluir a proteção sobre os dados neurais

no âmbito da proteção da privacidade de dados, conceituando-os como as informações geradas pela mensuração da atividade dos sistemas nervosos centrais ou periféricos, processadas por ou com assistência de dispositivo neurotecnológico.

Essas recomendações internacionais, leis modelos ou alterações constitucionais demonstram que a mente humana passou a constituir um valor jurídico a ser tutelado em virtude do desenvolvimento tecnológico que suscitou a necessidade de sua proteção.

Na proposta de Castanheira Neves,³⁴ um fato se jurisdiciza e demanda a emergência de nova categoria jurídica quando se está diante de um problema que reclama uma solução jurídica específica. Sobretudo quando se está em face de uma situação social que é objeto de controvérsia prática estampando relevante tensão entre liberdade, autonomia e vinculação ou integração comunitária, de sorte a reivindicar uma garantia normativa apta a afirmar a pessoa como sujeito ético.³⁵

O sentido do direito é o sentido prático da liberdade e nessa medida é que o direito não nasce de um fato isolado, mas da preocupação compartilhada com os problemas humanos emergentes em determinados contextos temporal e espacial. Sua construção requer duas etapas essenciais: a compreensão das condições que tornam o direito possível e a delimitação das dimensões que estruturam a específica normatividade.

São condições de possibilidade, os pressupostos humanos culturais consubstanciados nas relações sociais objetivas que circundam os problemas jurídicos emergentes e a convivência intersubjetiva em sociedade que se fundamenta na responsabilidade recíproca e, na condição ética que implica o reconhecimento da dignidade da pessoa humana como sujeito de direitos e deveres.

A estrutura da normatividade, por seu turno, corresponde aos valores e princípios que sustentam a validade do direito: a igualdade, a responsabilidade e a justiça, segundo Castanheira Neves. A igualdade diz respeito a destinação universal do estatuto que não pode gerar discriminação por qualquer critério, seja ele a raça, classe, sexo, gênero, grupo social etc. A responsabilidade consiste no princípio que se deduz da participação comunitária na qual não se é apenas titular de direitos, mas também titular de

³⁴ NEVES, Antonio Castanheira. Uma reconstituição do sentido do direito: na sua autonomia, nos seus limites, nas suas alternativas.

³⁵ PINTARELLI, Camila Kühn. *O direito de pensar: um novo capítulo na história do pensamento jurídico*. Coimbra: Instituto Jurídico, 2025, p. 607.

responsabilidades, a contraface da própria autonomia. A justiça, por fim, é considerada a matriz estrutural do próprio direito e decorre da dialética entre autonomia e responsabilidade. Constitui uma exigência normativa que integra o reconhecimento de cada pessoa como sujeito de direito e de responsabilidades em face das demais com as quais coexistem em comunidade. Nessa perspectiva, a justiça se confunde com o próprio direito, pois ambos expressam a articulação entre autonomia e responsabilidade, fundamentos da coexistência humana em sociedade.³⁶

No cenário atual, a consolidação das neurotecnologias suscitam reflexões quanto a problemas éticos e jurídicos preocupantes em razão dos impactos que a sua aplicação pode gerar na esfera da dignidade, da autonomia e das liberdades, justificando a sua normatização, em especial, para delimitar o campo das responsabilidades.

O autor aponta três aspectos a serem observados para afirmar-se a validade do direito.³⁷ O primeiro se dá no âmbito sociológico e histórico, denotando que o direito é contingencial, sendo alterável como tempo, a cultura e as instituições. Pode variar a cada contexto histórico, temporal e espacial. O segundo plano decorre de uma ordem de princípios racionais e universais, como a dignidade, a liberdade e a igualdade, cujo teor credenciam o sentido permanente do direito. Por último a validade também se extrai do critério da justiça que se traduz a partir do equilíbrio entre liberdade individual e o bem comum, em alguma medida, da harmonia entre autonomia e responsabilidade.

No contexto atual em que a neurotecnologia impõe riscos aos valores em questão, a proteção jurídica do ato de pensar, a tutela do livre arbítrio, o direito à higidez da identidade pessoal não são um excesso de juridicismo. Trata-se da ampliação de certos direitos em vista da tutela de interesse jurídico específico para melhor viabilizar a sua proteção. É a neurotecnologia e a comunicação digital que findou por mudar a forma da pessoa ser e estar mundo, suscitando problemas comuns que reivindicam respostas específicas.³⁸

A quadra histórica atual mostra o confronto imediato entre a autonomia e a responsabilidade. Se por um lado, há um segmento explorando a neurotecnologia com o risco de atingir negativamente a esfera jurídica de pessoas, malferindo-lhes interesses

³⁶ NEVES, Antonio Castanheira. Uma reconstituição do sentido do direito: na sua autonomia, nos seus limites, nas suas alternativas.

³⁷ NEVES, Antonio Castanheira. Uma reconstituição do sentido do direito: na sua autonomia, nos seus limites, nas suas alternativas.

³⁸ PINTARELLI, Camila Köhl. *O direito de pensar: um novo capítulo na história do pensamento jurídico*. Coimbra: Instituto Jurídico, 2025, p. 182.

jurídicos caros e específicos, razoável é apostar na resposta jurídica igualmente específica.

5. Considerações finais

As neurotecnologias associadas à inteligência artificial revelam um campo de possibilidades que desafia os fundamentos do direito e da ética contemporâneos. Com a sua capacidade de interagir diretamente com a atividade cerebral humana, as chamadas interfaces cérebro-máquina inauguram, a um só tempo, uma nova fronteira científica e uma zona de vulnerabilidade inédita, tornando-se relevante e urgente repensar a tutela da pessoa, sobretudo as crianças e adolescentes, no que diz respeito a privacidade mental, o direito de agência e identidade pessoal, indispensáveis à dignidade humana. A problemática suscitada neste capítulo quanto à suficiência ou não dos direitos humanos existentes para enfrentar tais desafios é, ao mesmo tempo, a indagação sobre a necessidade de criação de uma nova categoria de direitos, os chamados *neurodireitos*.

O reconhecimento dos *neurodireitos* pode traduzir um avanço simbólico relevante, ao dar visibilidade a novas formas de risco, sobretudo quando se considera a exposição acentuada de crianças e adolescentes a produtos neurotecnológicos ainda sem regulação adequada. A especificação da tutela de interesses em xeque não implicará a fragmentação da tutela da pessoa.

Mas para além da previsão específica de novos direitos especiais, é fundamental que a neurotecnologia seja apoiada em três diretrizes fundamentais: a regulação ética e científica da pesquisa e do mercado; a criação de mecanismos de proteção efetiva aos grupos vulneráveis, especialmente crianças e adolescentes; e a construção de um sistema jurídico que assegure o livre exercício da vontade e a inviolabilidade da mente humana. A autonomia, aqui, não deve se contrapor à responsabilidade, mas se realizar por meio dela, na medida em que o uso ético da tecnologia seja orientado à promoção do bem comum.

Em síntese, o direito é chamado a reafirmar o seu sentido prático de liberdade — não como permissão ilimitada, mas como reconhecimento mútuo de dignidades. A proteção da mente, nesse contexto, é a proteção da própria condição humana, cuja integridade depende da capacidade de o direito resistir ao avanço técnico sem abdicar de sua missão humanizadora. Assim, o desafio contemporâneo não é conter a ciência, mas garantir que ela permaneça a serviço da pessoa, convertendo a inovação em instrumento de justiça e de afirmação da humanidade compartilhada.

Referências bibliográficas

- BERGERON, D. et al. Pediatric neurosurgery: technical and ethical considerations. *Journal of Child Neurology*, 2023, Vol. 38(3-4), 223-238.
- BUBLITZ, J. C. Novel neurorights: from nonsense to substance. *Neuroethics*, vol. 15, 2022.
- CÁCERES NIETO, E.; DIEZ, G. J.; GARCÍA, E. Neuroética y neuroderechos. *Revista del Posgrado en Derecho de la UNAN*, n. 15, jul.-dez./2021.
- DRIGAS, A.; SIDERAKI, A. Brain neuroplasticity leveraging virtual reality and brain-computer interface technologies. *Sensors*, 2024, 24, 5725.
- DUMAN, R. S. et al. Synaptic plasticity and depression: new insights from stress and rapid-acting antidepressants. *Nat. Med.*, 2019, 25, 624-634.
- HABERMAS, Jürgen. *O futuro da natureza humana*. São Paulo: Martins Fontes, 2004.
- HALKIOPOULOS, C.; AROUTZIDIS, A.; ANTONOPOULOU, H. Advances in neuroimaging and machine learning for BCI-VR systems. *Brain Res. Bull.*, 2024, 18, 139-143.
- HALKIOPOULOS, C. et al. Advances in neuroimaging and deep learning for emotion detection: a systematic review of cognitive neuroscience and algorithmic innovations. *Diagnostics*, vol. 15, n. 4, 2025.
- IENCA, M.; ANDORNO, R. A new category of human rights: neurorights. *BMC Blog*, 2017.
- LEEB, R. et al. A hybrid brain-computer interface based on the fusion of electroencephalographic and electromyographic activities. *J. Neural Eng.*, 2015, 12, 046018.
- LOPES, A. M. D. Neurotecnologia: quando a tecnologia ameaça a dignidade humana. In: LOPES, A. M. D.; PAREDES, F.; PEREIRA JR., A. J.; MAIA, A. P. (Org.). *Neurodireito, neurotecnologias e direitos humanos*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2022.
- LUU, D. K. et al. Artificial intelligence enables real-time and intuitive control of prostheses. *Nerve interface*. [S. l.], 2025.
- NEVES, A. C. Uma reconstrução do sentido do direito: na sua autonomia, nos seus limites, nas suas alternativas. *Revista da Faculdade de Direito da Universidade Lusófona do Porto*, vol. 1, n. 1, 2012.
- PARIKH, P. M.; VENNIYOOR, A. Neuralink and brain-computer interface: exciting times for artificial intelligence. *South Asian J Cancer*. Apr 15;13(1):63-65.
- PINTARELLI, C. K. *O direito de pensar: um novo capítulo na história do pensamento jurídico*. Coimbra: Instituto Jurídico da Universidade de Coimbra, 2025.
- ROIG, R. A. Sobre neuroderechos. *Materiales de Filosofía del Derecho*, n. 2022/01. Disponível em: <https://e-archivo.uc3m.es/>.
- SATTLER, S. et al. Exploring disparities in self-reported knowledge about neurotechnology. *Nature - Scientific reports*, 15, 18488 (2025).
- SENTENTIA, W. Neuroethical considerations: cognitive liberty and converging technologies for improving human cognition. *Annals of the New York Academy of Science*, n. 1013, 2004.
- YUSTE, R. et al. Four ethical priorities for neurotechnologies and AI. *Nature*, vol. 551, 2017.

Como citar:

MENEZES, Joyceane Bezerra de. A proteção da pessoa humana diante das neurotecnologias: autonomia e vulnerabilidade das crianças e adolescentes **Civilistica.com**. Rio de Janeiro, a. 14, n. 3, 2025. Disponível em: <<https://civilistica.emnuvens.com.br/redc>>. Data de acesso.



civilistica.com

Recebido em:
13.10.2025

Publicado a convite.