

L'Informazione Neurale Accessibile e la Crisi dei Principi Di Diritto Democratici*

Alessia Del Pizzo ¹

¹ Università degli Studi Niccolò Cusano di Roma (Italia)

Abstract: Questo studio esamina l'impatto delle neurotecnologie e delle interfacce cervello-computer (BCI) sulla comprensione e gestione delle attività cerebrali, concentrandosi sulle implicazioni giuridiche, etiche e sociali. Grazie a tecniche avanzate di neuroimaging e machine learning, è ora possibile decodificare i segnali neurali, generando neurodati con applicazioni mediche, militari e commerciali. Tuttavia, queste tecnologie sollevano preoccupazioni riguardo alla protezione dei diritti fondamentali, come la libertà di pensiero, la riservatezza e il diritto all'autodeterminazione. L'accesso ai neurodati pone sfide in ambito forense, dove l'uso delle BCI potrebbe violare la presunzione di innocenza e il diritto al silenzio. Il lavoro analizza esempi normativi come i "neurodiritti" introdotti in Cile, proponendo la classificazione dei neurodati come dati personali sensibili e l'elaborazione di regolamenti che bilancino innovazione e tutela dei diritti.

Parole chiave: Brain-Computer Interface, Neurodati, Privacy, Neurotecnologie, Neurodiritti.

1 Il cervello: un organo complesso e sconosciuto.

Il cervello ha sempre esercitato un fascino indiscutibile sull'umanità, rappresentando uno degli oggetti di studio più complessi e affascinanti per filosofi, scienziati e letterati di ogni epoca. Fin dall'antichità, l'uomo ha cercato di svelare i misteri di questo straordinario organo, consapevole del suo ruolo centrale nel determinare l'identità, l'esperienza e il comportamento umano.

Emilio Bizzi, neuroscienziato e professore al *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), lo descrive come un organo straordinario, sottolineando che, pur pesando solo 1,2 kg e rappresentando il 2% del peso corporeo, richiede il 20% dell'energia quotidiana per sostenere le sue attività. Il cervello è in grado di generare circa 70.000 pensieri al giorno, dimostrando una potenza e una vastità che restano in gran parte incomprese¹.

Dal punto di vista strutturale, il cervello umano è composto da circa 86 miliardi di neuroni e più di 100.000 miliardi di sinapsi, con una rete di connessioni nervose che si estende per oltre 150.000 chilometri. Ogni

✉ alessia.delpizzo@unicusano.it (Alessia Del Pizzo);

📍 (Alessia Del Pizzo);

*I risultati di questo articolo sono stati presentati al Convegno interuniversitario "L'informazione e il diritto", 29-30-31 maggio 2024, Università Federico II, Orientale, Parthenope, Suor Orsola Benincasa, Napoli. Comitato scientifico: Prof. Francesco Romeo (Uni Federico II Napoli), Prof.ssa Vania Maffeo (Uni Federico II Napoli), Prof.ssa Roberta Montinaro (Università degli Studi L'Orientale di Napoli), Prof. Roberto Carleo (UNI Parthenope); Prof. Agostino De Caro (Uni Molise), Prof. Giuseppe Di Chiara (Uni Palermo), Prof.ssa Lucilla Gatt (Uni Suor Orsola Benincasa), Prof. Mariano Menna (Uni Campania).

1. E. BIZZI, *The History of Neuroscience*, in *Autobiography VI*, Larry R Squire, Oxford University Press, 2008.

millimetro cubo di corteccia cerebrale contiene oltre 100.000 neuroni, con assoni che si estendono per una lunghezza complessiva di circa 4 chilometri².

Questa complessità rende il cervello non solo un centro di controllo delle funzioni corporee, ma anche la sede di emozioni, pensieri e memoria, elementi che definiscono la nostra esperienza di vita.

Gli studi sul cervello hanno origini antichissime. Nel Mesolitico, per esempio, si praticavano già perforazioni craniche a scopo terapeutico, mentre i primi documenti scritti sul cervello risalgono all'antico Egitto con il Papiro Edwin Smith. Ippocrate, nel IV secolo a.C., intuì che il cervello fosse la sede delle emozioni e della percezione, riconoscendo anche il collegamento tra traumi cranici e paralisi.

Il cervello, come organo fisico, è un'entità tangibile e studiabile, ma il concetto di mente, che include funzioni cognitive come il pensiero, l'attenzione e la memoria, così come gli stati emotivi, rimane un terreno complesso. I dibattiti filosofici sul rapporto tra mente e corpo, come quelli di Platone, Aristotele e Cartesio, erano tentativi di comprendere fenomeni che oggi sappiamo essere il risultato diretto dell'attività cerebrale³. Quando Platone parlava dell'anima o Cartesio discuteva la separazione tra *res cogitans* (mente) e *res extensa* (corpo), stavano inconsapevolmente descrivendo aspetti che oggi è possibile ricondurre al cervello e al suo funzionamento.

La mente, come concetto filosofico, includeva tutto ciò che riguardava pensieri, emozioni, percezioni e volontà, ma le moderne neuroscienze, grazie a studiosi come Antonio Damasio, hanno chiarito che i processi mentali complessi, come la coscienza e le emozioni, non possono essere separati dalle strutture fisiche del cervello, ma emergono dall'attività cerebrale e dalle interazioni corporee⁴.

La formazione del cervello è il risultato di un delicato e costante dialogo tra fattori genetici e ambientali che, agendo in sinergia, modulano i circuiti neurali e plasmano il comportamento umano⁵. Si tratta quindi di un organo così intrinsecamente complesso che è possibile affermare che vi siano più dubbi insiti sul suo funzionamento che certezze.

La capacità di comprendere il cervello ha subito un'accelerazione significativa grazie alla genetica moderna e all'Intelligenza Artificiale (IA), che hanno ulteriormente ampliato le nostre conoscenze, permettendo di esplorare la mente e il cervello con strumenti sofisticati. L'IA, grazie all'elaborazione di grandi quantità di dati, sta fornendo nuovi modelli per comprendere la coscienza, avvicinandoci alla risposta di domande che per secoli hanno stimolato la riflessione filosofica.

Popper ed Eccles, nel descrivere la mente come «entelechia del cervello», sottolineano come la coscienza e l'attività mentale emergano da dinamiche cerebrali complesse⁶. Alan Turing, con la sua "Macchina di Turing", ha dato avvio a una nuova dimensione di studio del cervello, proponendo una visione computazionale della mente che oggi trova realizzazione nei moderni algoritmi di IA.

Il sistema nervoso viene suddiviso in Sistema nervoso centrale (SNC) e periferico (SNP), nonostante vi sia una continuità tra i due. Il SNC comprende l'encefalo (protetto dalle meningi) e il midollo spinale, mentre il SNP è costituito da tutte le altre parti del sistema nervoso. Per lungo tempo, la scatola cranica è stata vista come un confine invalicabile per la comprensione dell'intelligenza, poiché i meccanismi cognitivi erano inaccessibili, limitati agli studi *post-mortem*. L'essere umano ha trovato modi per esprimere i propri processi mentali attraverso il linguaggio, i comportamenti e la scrittura, ma tali segnali indiretti fornivano solo una visione parziale delle emozioni e dei pensieri.

2. Ibidem.

3. Si veda: A. BRANCACCI, *Studi su Platone e il platonismo*, Edizione di Storia e Letteratura, Roma 2017; W. D. ROSS, *Aristotelis De anima*, Oxford University Press, Oxford 1956; G.J. LOKHORST, *Descartes and the pineal gland*, Enciclopedia di filosofia di Stanford, 2005; R. DESCARTES, *Le passioni dell'anima*, artt. XXVII-XXIX; XXXIXXXXII; XXIV-XXXVI; XL-XLI, in *Opere filosofiche*, a cura di E. LOJACONO, TORINO, Utet, 1994, II, pp. 611-616; 618.

4. A.R. DAMASIO, *Il sé viene dalla mente: la costruzione di un cervello cosciente*, Adelphi, Milano 2012.

5. M. RUTTER, et al., *Gene-environment interplay and psychopathology: multiple varieties but real effects*, *J. Child Psychol Psychiatry* 47, 226-261, 2006.

6. K. POPPER, J. ECCLES, *L'io e il suo cervello*, I e II, Armando Editore, Roma, 1992.

Dalla metà del ventesimo secolo, tecnologie avanzate come il *neuroimaging* in vivo (ad esempio, EEG, MEG, fMRI) hanno reso possibile studiare il cervello durante l'attività, rivoluzionando la ricerca neuroscientifica. Strumenti come il *machine learning* (ML) e il *deep learning* (DL) hanno reso possibile l'analisi di enormi quantità di dati neurali, rivelando correlazioni e schemi precedentemente inaccessibili all'analisi umana⁷.

2 Brain Computer Interface: dal pensiero al bip verso il significato.

Con l'avanzamento tecnologico, le neurotecnologie hanno trasformato radicalmente la comprensione del cervello, permettendo non solo diagnosi più accurate delle patologie neurologiche, ma anche l'accesso in tempo reale ai processi cognitivi. Grazie a dispositivi e tecniche sofisticate, è possibile accedere, monitorare, esplorare, manipolare e simulare la struttura e le funzioni dei sistemi neurali, offrendo nuove opportunità per lo studio e l'intervento sui meccanismi alla base delle attività cerebrali.

In particolare, le tecniche di *neuroimaging* in vivo consentono l'osservazione diretta del cervello durante specifici compiti cognitivi e motori. Tali tecniche, suddivise in categorie strutturali e funzionali, offrono una rappresentazione sempre più dettagliata dei correlati neurali dei processi mentali.

Le tecniche strutturali, come l'angiografia, la tomografia computerizzata (CT) e la risonanza magnetica nucleare (MRI), sono utilizzate per analizzare la morfologia del SNC, evidenziando eventuali anomalie strutturali.

Le tecniche funzionali sfruttano fenomeni fisici come l'elettricità e il magnetismo, ad esempio attraverso l'elettroencefalografia (EEG) e la risonanza magnetica funzionale (fMRI), per analizzare in tempo reale l'attività cerebrale. Questi metodi hanno rivoluzionato la comprensione del cervello umano, permettendo di correlare specifiche aree cerebrali a determinate funzioni cognitive e comportamentali. Tuttavia, la vera svolta è avvenuta con l'integrazione di strumenti computazionali avanzati.

Il ML ha accelerato significativamente la ricerca neuroscientifica, fungendo da catalizzatore nell'interpretazione del cervello umano⁸. Il DL, con le sue reti neurali artificiali multi-strato, si è dimostrato estremamente efficace nell'analizzare dati complessi come quelli generati dal *neuroimaging*, consentendo di scoprire correlazioni nascoste e non lineari⁹.

Tra le moderne neurotecnologie, un ruolo di primo piano è occupato dalle *Brain-Computer Interface* (BCI), sistemi avanzati che, integrati con algoritmi di IA, rappresentano una frontiera promettente per la comprensione e l'interazione con il cervello umano¹⁰.

Le BCI sono progettate per creare un canale di comunicazione diretto tra il cervello e dispositivi esterni, sfruttando i segnali neurali senza l'intervento dei processi neuromuscolari¹¹.

Originariamente sviluppate nell'ambito dell'ingegneria biomedica e della neuroingegneria, queste interfacce utilizzano tecnologie come EEG, la fMRI e la spettroscopia funzionale nel vicino infrarosso (fNIRS) per

-
7. D.S. WEISBERG, *The Seductive Allure of Neuroscience Explanations*, in *Journal of Cognitive Neurosciences*, 3, 2008.
 8. I sistemi di ML rappresentano un significativo progresso rispetto alla *Good Old Fashioned Artificial Intelligence* (GOFAI). Mentre il GOFAI si basa su regole logiche e simboliche definite dai programmatori per risolvere problemi specifici, il ML adotta un approccio più flessibile e adattivo. Gli algoritmi di ML apprendono direttamente dai dati, migliorando le loro capacità attraverso un processo interattivo di sperimentazione e feedback. Si veda: A.L. SAMUEL, *Some studies in machine learning using the game of checkers*, in *IBM Journal of research and development*, 1959; J. SCHMIDHUBER, *Deep learning in neural networks: An overview*, in *Neural networks*, 2015; JI GLASER, AS BENJAMIN, R FARHOODI, KP KORDING, *The roles of supervised machine learning in systems neuroscience*, in *Prog Neurobiol.* 2019, doi: 10.1016/j.pneurobio.2019.01.008.
 9. L.K. AVBERSEK, G. REPOVS, *Deep learning in neuroimaging data analysis: Applications, challenges, and solutions*, in *Sec. Neuroimaging for Cognitive Neuroscience*, I – 2022.
 10. La storia delle BCI inizia negli anni Settanta con Jacques Vidal, che conì il termine e ipotizzò una comunicazione diretta tra cervello e computer. Tuttavia, già nel 1964, il Dott. William Grey Walter aveva dimostrato la possibilità di controllare dispositivi esterni tramite segnali cerebrali. Da allora, la ricerca ha confermato che i segnali cerebrali possono essere usati per comunicare con i computer, portando a sviluppi tecnologici rivoluzionari.
 11. C. GUGER, B.Z. ALLISON, *Brain-computer interface research: a state-of-the-art summary*, in *Journal of neural engineering*, 2019.

supportare persone con disabilità motorie, traducendo l'attività cerebrale in comandi operativi per dispositivi esterni.

Il funzionamento delle BCI si articola in quattro fasi principali. La prima fase consiste nella generazione di un'attività cerebrale specifica da parte dell'utente in risposta a uno stimolo. Nella seconda fase, i segnali cerebrali vengono rilevati e registrati dall'interfaccia. Successivamente, nella terza fase, i dati neurali grezzi vengono elaborati per essere trasformati in informazioni utili, migliorando il rapporto segnale-rumore (SNR) e filtrando gli elementi rilevanti per l'ulteriore elaborazione. Qui, l'IA, in particolare gli algoritmi di ML, svolge un ruolo fondamentale nella decodifica e classificazione dei segnali neurali. Infine, nella quarta fase, i segnali tradotti vengono trasformati in *output*, che si manifesta attraverso il controllo di dispositivi esterni.

Questi sistemi sono spesso definiti come tecnologie di «brain reading», poiché permettono di decodificare le intenzioni e i pensieri degli utenti dai segnali cerebrali¹². La versatilità delle BCI consente il controllo di una vasta gamma di dispositivi, che spaziano da protesi robotiche a macchine industriali, fino a strumenti musicali e dispositivi di comunicazione.

Grazie al ML, le BCI moderne sono in grado di decodificare segnali cerebrali per il controllo di applicazioni complesse, e studi recenti hanno dimostrato la possibilità di interpretare emozioni e pensieri con grande accuratezza¹³. Questi sviluppi indicano un futuro in cui le BCI saranno in grado di comprendere e prevedere processi cognitivi e intenzioni umane con un livello di profondità ancora maggiore.

3 I neurodati e il nuovo scenario della sorveglianza mentale.

Negli ultimi decenni si è reso possibile acquisire dati neurali, ma solo di recente l'evoluzione delle tecniche di elaborazione ha consentito di sfruttarli per scopi inferenziali e predittivi. L'integrazione tra BCI e IA ha rivoluzionato l'analisi dei segnali cerebrali, convertendo i segnali grezzi in neurodati, che forniscono una comprensione senza precedenti delle dinamiche cognitive, comprese le attività cerebrali, gli stati mentali ed emotivi¹⁴.

I neurodati, a differenza di altre categorie di dati personali, sono strettamente legati alle funzioni vitali e cognitive dell'individuo, distinguendosi persino dai dati biometrici. Essi non solo riflettono l'essenza dell'identità personale e dell'esperienza soggettiva, ma svolgono un ruolo centrale nella comprensione dei processi cognitivi, con implicazioni che spaziano dalla previsione dello stato di salute al comportamento, offrendo opportunità nella medicina predittiva e nella terapia personalizzata¹⁵.

Un aspetto rilevante è la possibilità di intervenire sui neurodati tramite tecniche di neurostimolazione, che consentono non solo diagnosi precoci, ma anche la modifica di funzioni neurologiche specifiche, con importanti applicazioni nel trattamento delle malattie neurodegenerative¹⁶. Esempi concreti includono esoscheletri e protesi robotiche controllati attraverso neurotecnologie, che permettono di tradurre il pensiero in movimento.

Allo stato attuale, i software di analisi dei dati neurali non sono ancora in grado di fornire informazioni dirette sul contenuto semantico del pensiero. Sebbene possano identificare variazioni di attivazione cerebrale durante differenti compiti cognitivi, non è possibile «leggere» il pensiero nel senso stretto del termine. Ciò che questi sistemi riescono a fare è dedurre informazioni sui potenziali stati mentali in base ai *pattern* neurali osservati.

12. J.D. HAYNES, *Brain Reading: decoding mental states from brain activity in humans*, in J. ILLES e B.J. SAHAKIAN (a cura di), *The Oxford Handbook of Neuroethics*, Oxford, Oxford University Press (2011).

13. Si veda: V.L.A. FARWELL, E. DONCHIN, *Talking off the top of your head: Toward a mental prosthesis utilizing event-related brain potentials*, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 70, 1988; K. LATIFZADEH, N. GOZALPOUR, V. J. TRAVER, T. RUOTSALO, A. KAWALA-STERNIUK, AND L. A. LEIVA, *Efficient Decoding of Affective States from Video-elicited EEG Signals: An Empirical Investigation*, in *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.*, 2024. <https://doi.org/10.1145/3663669>; T. NASELARI, D.E. STANSBURY, J.L. GALLANT, *Cortical representation of animate and inanimate objects in complex natural scenes*, in *Journal of physiology-Paris*, 109(1-3), 2015.

14. G. SCORZA, *Neuroverso: il cervello è nudo. Quale impatto sulle nostre vite, diritti e libertà*, Mondadori Università, 2023.

15. *Ibidem*.

16. M. IENCA, *Tra cervelli e macchine: riflessioni su neurotecnologie e su neurodiritti*, in *Politeia*, fascicolo 133, 2019.

Tuttavia, questo limite tecnologico non esclude la necessità di riflettere sull'impatto etico e giuridico che l'accesso e l'interpretazione dei dati neurali possono avere, poiché il diritto spesso fatica a stare al passo con l'innovazione tecnologica¹⁷. La possibilità di spiegare scientificamente i meccanismi cerebrali umani solleva interrogativi sulla compatibilità di tali scoperte con i principi democratici che fondano i sistemi giuridici occidentali.

L'IA potrebbe permettere, in futuro, di decodificare aspetti complessi dei contenuti mentali, come esperienze visive nascoste e modelli predittivi del flusso di coscienza, con implicazioni rilevanti per il diritto, in particolare per la neuroscienza forense, che potrebbe offrire nuovi strumenti per interpretare il comportamento umano attraverso i neurodati.

Il campo delle neurotecnologie è in rapida espansione, alimentato da ingenti investimenti pubblici e privati, che stanno favorendo applicazioni oltre l'ambito clinico, includendo scopi militari e commerciali. Governi e agenzie militari, in particolare negli Stati Uniti e in Cina, stanno sviluppando BCI per migliorare le capacità cognitive dei soldati, anche in condizioni estreme. Progetti come il *Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies (BRAIN) Initiative* negli Stati Uniti e il *China Brain Project* sono tra i maggiori finanziatori di queste tecnologie¹⁸.

Tra le ricerche più rilevanti nel campo delle neuroscienze spiccano il *Brain Activity Map (BAM)* e Neuralink. Il BAM si concentra sulla mappatura delle aree cerebrali responsabili della produzione di stati mentali coscienti, mentre Neuralink ha sviluppato BCI che permettono a scimmie di controllare dispositivi esterni, come videogiochi, con il solo pensiero. Sebbene affascinanti, questi sviluppi sollevano preoccupazioni etiche significative.

Rafael Yuste, ricercatore della BRAIN Initiative, ha avvertito che la capacità di leggere e trascrivere l'attività neurale potrebbe consentire la lettura e la trascrizione delle menti. Questo comporta la possibilità non solo di accedere ai pensieri, ma anche di intervenire sui processi mentali, sollevando il rischio di un potenziale «hacking del cervello»¹⁹.

Nonostante l'interesse medico dichiarato da molte di queste iniziative, l'interesse commerciale è altrettanto evidente. L'espansione delle neurotecnologie in ambito commerciale solleva interrogativi critici sulla protezione del libero arbitrio, dell'integrità psichica e della riservatezza. Il rischio è quello di un'ulteriore erosione dei confini tra sfera privata e pubblica, con implicazioni significative per la libertà individuale e la governance etica.

I pensieri, prodotti della mente e manifestazione di processi cognitivi, costituiscono uno degli aspetti più intimi della nostra identità. La possibilità di un disvelamento completo di tali processi appare rivoluzionaria, ma comporta implicazioni difficili da immaginare per la vita personale, la società e i fondamenti democratici. L'accesso diretto a questi pensieri tramite tecnologie avanzate complica ulteriormente il quadro, poiché la maggior parte dei processi mentali avviene a livello inconscio e sfugge al controllo dell'individuo.

Secondo Wilfred Bion, i processi mentali più primitivi sono profondamente radicati nell'apparato neurologico, e non tutti i pensieri derivano da un processo consapevole di «pensare»²⁰. In questo contesto, la prospettiva che le BCI possano decodificare i pensieri inconsci pone gravi rischi etici e giuridici. Strumenti capaci di sondare i pensieri più reconditi potrebbero violare diritti consolidati come la libertà di pensiero e la riservatezza, mettendo a rischio i pilastri delle moderne democrazie.

17. N. IRTI, E. SEVERINO, *Dialogo su diritto e tecnica*, Editori Laterza, 2001.

18. M. KOSAL, J. PUTNEY, *Neurotecnologia e sicurezza internazionale: previsione dell'adozione commerciale e militare delle interfacce cervello-computer (BCI) negli Stati Uniti e in Cina*, in *Politica e scienze della vita*, 2023;42(1):81-103. doi:10.1017/pls.2022.2

19. S. GOERING, R. YUSTE, *On the Necessity of Ethical Guidelines for Novel Neurotechnologies*, *Cell* 167(4):882-885, 2016.

20. W.R. BION, *Addomesticare i pensieri selvatici: tre inediti*, a cura di F. BION, F. Angeli, Milano, 1998.

4 Cervelli in codice e democrazia in crisi.

L'impiego di neurotecnologie in ambito forense pone interrogativi critici, soprattutto in relazione all'accesso ai pensieri più intimi di un imputato e all'analisi delle intenzioni non ancora concretizzate come possibili prove nei procedimenti giudiziari. Questo potrebbe compromettere i principi giuridici consolidati, che da secoli regolano la responsabilità penale e tutelano l'integrità dell'individuo. Il principio che impedisce l'auto-incriminazione è un pilastro del diritto penale democratico, vietando qualsiasi coercizione sulla libertà morale dell'imputato, e garantendo il diritto al silenzio. Tale diritto, che consente all'imputato di astenersi dal fornire dichiarazioni che possano autoincriminarlo, protegge la dignità e l'integrità morale della persona.

Il Patto Internazionale sui Diritti Civili e Politici e la giurisprudenza della Corte Europea dei Diritti dell'Uomo (CEDU) riconoscono esplicitamente questo diritto, stabilendo che nessuna persona accusata può essere obbligata a testimoniare contro sé stessa o a dichiararsi colpevole. Questo principio ha lo scopo di prevenire abusi di autorità, proteggendo l'imputato da confessioni forzate che potrebbero compromettere l'equità del processo.

L'avvento delle neurotecnologie e delle BCI, capaci di accedere direttamente ai pensieri e alle intenzioni di un individuo, introduce una sfida senza precedenti. Questi strumenti potrebbero bypassare il diritto al silenzio, estraendo informazioni dall'attività cerebrale senza il consenso esplicito o consapevole dell'imputato. Ciò minerebbe la libertà morale dell'accusato, che non avrebbe più il controllo su cosa rivelare o tacere.

Questo scenario richiede una riflessione giuridica profonda: se la mente potesse essere "interrogata" senza il consenso del soggetto, il principio di non auto-incriminazione rischierebbe di essere compromesso. La tecnologia potrebbe diventare una nuova forma di coercizione, più sottile, ma altrettanto pericolosa, rispetto alle pressioni tradizionali²¹.

La Costituzione italiana tutela il diritto al silenzio, considerandolo parte integrante del diritto alla difesa (art. 24), della libertà morale (art. 2 e 13), e della presunzione di innocenza (art. 27). Tuttavia, le neuroscienze e le neurotecnologie minacciano questi principi, offrendo potenzialmente un accesso diretto ai pensieri dell'imputato, erodendo così le protezioni costituzionali.

Oltre al contesto giuridico, le neurotecnologie possono influenzare anche l'autodeterminazione individuale, non solo nei procedimenti legali, ma anche nelle scelte politiche e di consumo. L'uso di BCI per manipolare i processi decisionali potrebbe compromettere l'identità personale e la libertà di scelta, ridimensionando il diritto all'autodeterminazione, sancito dagli articoli 2, 13 e 32 della Costituzione italiana²².

L'innovazione nel campo delle neuroscienze e delle interfacce neurali sta ridisegnando il modo in cui la volontà umana si manifesta. Oggi, il pensiero non deve necessariamente tradursi in linguaggio o azione per essere efficace: può essere direttamente trasmesso e interpretato da sistemi tecnologici avanzati. Questa trasformazione mette in crisi la tradizionale separazione tra la sfera privata e quella pubblica, un principio fondante del diritto occidentale che storicamente ha garantito la protezione della riservatezza e stabilito i confini tra ciò che può essere conosciuto e ciò che deve restare inviolabile. Tuttavia, con il progresso delle tecnologie neurali, questa distinzione si sta dissolvendo, rendendo accessibili aspetti della mente umana fino a ieri inaccessibili. Pensieri non verbalizzati, emozioni profonde e inclinazioni cognitive in fase embrionale possono diventare oggetto di analisi, con conseguenze rilevanti sul piano etico e giuridico.

Il fatto che buona parte dei processi mentali avvenga in modo inconscio amplifica le criticità di questo scenario²³. Se decisioni, emozioni e convinzioni sono influenzate da meccanismi di cui non è possibile essere pienamente consapevoli, il rischio che tali dinamiche possano essere analizzate o persino manipolate solleva interrogativi sulla protezione dell'individualità e dell'autonomia personale. Questo fenomeno implica un nuovo livello di controllo, andando oltre le classiche forme di sorveglianza e disciplinamento del comportamento

21. P.L. SILVA, L. VALERA, *Protecting the mind*, Springer 2022.

22. G. Scorza, op. cit.

23. Si veda: J.A. BARGH, E. MORSELLA, *The unconscious mind*, Perspectives on Psychological Science, vol. 3, no. 1, p. 73-79, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2008.00064.x>; G. LAKOFF, M. JOHNSON, *Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and Its Challenge to Western Thought*, New York: Basic Books, 1999.

umano. In questa prospettiva, la mente non è più un territorio esclusivamente privato, ma diventa un nuovo spazio di potere e influenza.

Davanti a questo scenario, il diritto si trova di fronte a un quesito fondamentale: le attuali tutele legali, concepite per garantire la riservatezza e l'autonomia, sono sufficienti per proteggere la sfera mentale, o è necessario introdurre nuove forme di garanzia specifiche per le neurotecnologie?

Le posizioni sul tema si dividono tra chi ritiene che il quadro normativo vigente sia già in grado di rispondere a queste sfide e chi invece sostiene l'esigenza di nuove categorie giuridiche. Secondo una parte della dottrina, i diritti fondamentali attualmente riconosciuti, come la privacy e la libertà di pensiero, possono essere reinterpretati e applicati in modo più sofisticato per adattarsi alla realtà emergente. Da questa prospettiva, il diritto, per sua natura, evolve con il tempo e non sarebbe necessario creare nuovi diritti, ma piuttosto rafforzare quelli esistenti e declinarli in relazione alle nuove tecnologie²⁴.

D'altro canto, vi è chi sostiene che il diritto tradizionale non sia adeguato a gestire i rischi introdotti dalle neurotecnologie²⁵. Questa posizione si basa sull'idea che la mente non possa essere considerata alla stregua di un semplice dato personale, ma rappresenti l'essenza stessa dell'identità umana, e pertanto richieda protezioni specifiche contro l'accesso e la manipolazione non autorizzata. In particolare, alcuni studiosi hanno proposto la definizione di «neurodiritti», intesi come diritti fondamentali pensati per tutelare la dimensione cognitiva dell'individuo²⁶.

Il dibattito sui neurodiritti ha assunto una dimensione globale. Già nel 2017, il *Morningside Group*, guidato da Rafael Yuste, ha sollevato l'attenzione sull'urgenza di regolamentare l'uso delle neurotecnologie, in particolare per prevenire abusi in ambito commerciale o coercitivo²⁷. I principali aspetti su cui si dovrebbe intervenire includono:

1. Il controllo sui dati neurali, garantendo che ogni individuo possa decidere se e come condividere le proprie informazioni cerebrali;
2. La protezione dell'integrità mentale, impedendo che le capacità decisionali vengano alterate senza consenso;
3. L'accesso equo alle neurotecnologie, per evitare che solo una parte della popolazione possa trarne vantaggio, creando disparità sociali;
4. La prevenzione di distorsioni algoritmiche, affinché i sistemi di intelligenza artificiale utilizzati in ambito neurotecnologico non siano influenzati da pregiudizi²⁸.

Sulla base di queste considerazioni, si è consolidata la proposta di quattro neurodiritti fondamentali:

- Libertà cognitiva, che tutela il diritto dell'individuo a pensare senza influenze esterne indesiderate e senza pressioni per adottare strumenti di neurotecnologia contro la propria volontà;
- Privacy mentale, che estende il concetto di riservatezza alla sfera cerebrale, vietando il monitoraggio o l'accesso non autorizzato alle informazioni neurali;
- Integrità mentale, che garantisce che nessuno possa intervenire sulla mente altrui senza consenso;
- Continuità psicologica, che protegge l'identità personale nel tempo, evitando alterazioni forzate della memoria o delle percezioni individuali.

24. Si veda: F. SHEIN, *Neuroscience, mental privacy, and the law*, Harv J Law Public Policy 36(2):653–713, 2013; P. LÓPEZ-SILVA, R. MADRID, *Sobre la Conveniencia de incluir los Neuroderechos en la Constitución o en la Ley*, Rev Chil De Derecho y Tecnol 10(1):49–72, 2021.

25. M. IENCA, R. ANDORNO, *Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology*, in Scienze della vita, società e politica, 2017.

26. Ivi.

27. R. YUSTE, S. GOERING, B. ARCAS et al., *Four ethical priorities for neurotechnologies and AI*, Nature 551, 159–163, 2017. <https://doi.org/10.1038/551159a>.

28. Ivi.

Il Cile è stato il primo Paese al mondo a riconoscere i neurodiritti nella propria Costituzione. Già nel 2020, è stato presentato un disegno di legge sulla neuroprotezione, con l'obiettivo di tutelare l'integrità mentale e impedire qualsiasi forma di manipolazione tecnologica senza il consenso dell'individuo. Questo esempio pionieristico potrebbe ispirare legislazioni future a livello globale. Tuttavia, il disegno di legge cileno solleva anche la questione della mancanza di una definizione chiara di "mente", un concetto essenziale per regolamentare l'uso delle neurotecnologie.

Nel 2021, il Cile ha formalmente inserito i «neurodiritti» nella sua Costituzione per proteggere l'integrità mentale, e nell'agosto 2023 la Corte Costituzionale cilena ha ulteriormente regolamentato l'uso di dispositivi di monitoraggio cerebrale, stabilendo che tali strumenti devono essere approvati dalle autorità sanitarie e che il consenso per l'uso di dati neurali a scopo di ricerca deve essere informato e specifico²⁹.

Questi sviluppi normativi sottolineano la necessità di un dialogo interdisciplinare tra neuroscienze, etica e diritto per garantire che la protezione dei diritti umani resti al centro dell'innovazione tecnologica. La crescente attenzione verso la tutela della mente rappresenta una delle sfide più significative per il diritto contemporaneo, segnando un passaggio epocale: dalla protezione della fisicità dell'individuo a quella della sua dimensione cognitiva. Questo cambiamento impone un delicato equilibrio tra il progresso tecnologico e la salvaguardia delle libertà fondamentali.

Se da un lato le neuroscienze offrono opportunità straordinarie per la salute e il potenziamento umano, dall'altro il rischio di una sorveglianza senza precedenti sulla sfera mentale solleva interrogativi cruciali. Affrontare questa sfida non è solo una questione normativa, ma un imperativo etico che potrebbe ridefinire il futuro della democrazia e della libertà individuale. Solo attraverso una regolamentazione attenta e dinamica sarà possibile bilanciare l'innovazione con la tutela della persona, evitando che i diritti fondamentali vengano compromessi dall'avanzamento tecnologico.

4.1 Privacy mentale e protezione dei neurodati.

L'avanzamento delle neuroscienze e delle BCI sta trasformando radicalmente il concetto di privacy, ponendo sfide giuridiche e tecniche di grande rilievo. Se in passato la protezione della sfera personale si limitava alla riservatezza delle informazioni, alla tutela della proprietà privata e delle comunicazioni³⁰, oggi il progresso tecnologico sta spostando questo confine fino a includere la mente stessa. La possibilità di raccogliere, analizzare e interpretare i segnali neurali apre scenari inediti, in cui pensieri, emozioni e intenzioni non espresse potrebbero essere accessibili a terzi senza che l'individuo abbia pieno controllo su di essi.

Questa evoluzione impone un ripensamento della normativa esistente, soprattutto in relazione alla protezione della privacy mentale. È fondamentale riconoscere che la mente deve essere considerata un territorio inviolabile, dove nessuno può interferire o accedere senza consenso. Tuttavia, mentre l'introduzione dei neurodiritti appare necessaria per colmare un vuoto normativo sulla tutela della libertà cognitiva e integrità psicologica, il concetto di neuroprivacy³¹ come categoria autonoma risulta superfluo. La protezione dei dati neurali, infatti, è già garantita dall'attuale quadro giuridico europeo, in particolare dal Regolamento Ue 2016/679 (Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati - GDPR), il quale, grazie alla sua struttura elastica e tecnologicamente neutra, è in grado di adattarsi a queste nuove sfide senza la necessità di creare ulteriori definizioni giuridiche.

Il vero problema non riguarda l'assenza di regolamentazione, ma la capacità di proteggere effettivamente questi dati con strumenti tecnologici adeguati. Il GDPR stabilisce principi chiari sulla gestione delle informazioni sensibili, includendo tra i dati protetti quelli biometrici, genetici e sanitari. I neurodati, pur avendo peculiarità specifiche, rientrano a pieno titolo in questa categoria e sono dunque già soggetti alle tutele previste per i dati sensibili. L'istituzione della neuroprivacy come categoria giuridica autonoma risulterebbe superflua, generando un'inutile duplicazione normativa. La vera sfida, invece, consiste nell'adottare misure efficaci per garantire la protezione concreta di queste informazioni.

29. P.L. SILVA, L. VALERA, *op. cit.*

30. Si veda: S. D. WARREN, L. D. BRANDEIS, *The Right to Privacy*, in «Harvard Law Review», 4, 1890, n. 5, pp.193-220.

31. M. IENCA, R. ANDORNO, *op. cit.*, p. 1-14.

La protezione della privacy mentale è essenziale per garantire che gli individui non siano esposti al rischio di sorveglianza cognitiva o manipolazione mentale. L'accesso non autorizzato agli stati cognitivi di una persona non solo comprometterebbe la sua riservatezza, ma potrebbe anche interferire con la sua autodeterminazione, aprendo la strada a forme di controllo più invasive. Se le neurotecnologie consentono di decodificare intenzioni, emozioni o preferenze senza che l'individuo ne sia consapevole, si verrebbe a creare una situazione in cui la libertà di pensiero rischia di essere minacciata alla radice³². È quindi indispensabile un intervento normativo che riconosca la privacy mentale come diritto autonomo, tutelando la mente come spazio inviolabile e impedendo che le neurotecnologie possano essere utilizzate per scopi di controllo, coercizione o sorveglianza.

Tuttavia, se la privacy mentale necessita di un riconoscimento formale, lo stesso non può dirsi per la neuro-privacy, che appare come un concetto ridondante rispetto alla normativa già esistente. I dati neurali, al pari di quelli sanitari o biometrici, rientrano già tra le informazioni protette dal GDPR. Questo regolamento, oltre a stabilire il principio della minimizzazione dei dati, prevede che ogni trattamento debba avvenire con il consenso esplicito dell'interessato e che siano adottate misure di sicurezza adeguate per impedire l'uso improprio delle informazioni raccolte³³. La questione, dunque, non è di natura normativa, ma eminentemente tecnica: siamo realmente in grado di proteggere questi dati? Esistono strumenti adeguati per garantire la sicurezza dei neurodati contro accessi non autorizzati o manipolazioni?

Le reali criticità emergono infatti sul piano della sicurezza tecnologica. I neurodati presentano caratteristiche uniche che rendono la loro protezione particolarmente complessa. A differenza di altri dati personali, essi sono difficili da anonimizzare, poiché mantengono un'impronta univoca che può essere associata all'individuo anche dopo la rimozione di riferimenti identificativi diretti³⁴. Inoltre, la loro vulnerabilità agli attacchi informatici rappresenta un problema significativo: senza adeguati sistemi di sicurezza, potrebbero essere intercettati, analizzati e utilizzati per scopi non autorizzati. Il rischio di profilazione cognitiva, discriminazione o manipolazione comportamentale è concreto, e proprio per questo la questione centrale non è la creazione di nuove norme, ma l'adozione di strumenti tecnologici in grado di garantire la protezione effettiva di queste informazioni.

L'evoluzione delle neurotecnologie impone quindi un cambiamento di prospettiva. Piuttosto che concentrarsi sulla definizione di nuove categorie giuridiche, è necessario investire nello sviluppo di misure tecniche avanzate per la protezione dei dati neurali. Sistemi di crittografia specifici, protocolli di accesso sicuro, strumenti di verifica indipendente e modelli di privacy by design devono essere integrati nelle neurotecnologie per garantire che la tutela dei neurodati non sia solo un principio teorico, ma una realtà concreta. Senza questi strumenti, qualsiasi norma rimarrebbe inefficace.

In definitiva, la protezione della mente nell'era delle neurotecnologie deve essere affrontata con un approccio pragmatico. Se da un lato è necessario riconoscere e implementare i neurodiritti, in particolare la privacy mentale, dall'altro non vi è alcun bisogno di introdurre il concetto di neuro-privacy come categoria separata, poiché i neurodati godono già di una protezione normativa adeguata. Il vero nodo da sciogliere riguarda la capacità tecnica di garantire questa tutela: senza strumenti di sicurezza adeguati, il rischio non è l'assenza di norme, ma la loro inefficacia nell'applicazione pratica. Solo combinando diritto e tecnologia sarà possibile garantire che il progresso delle neuroscienze e delle BCI avvenga nel rispetto della libertà e della dignità umana, evitando che queste innovazioni si trasformino in strumenti di sorveglianza e controllo.

5 Conclusioni.

L'avanzamento delle neurotecnologie ridefinisce i confini tra libertà individuale, autodeterminazione e protezione della sfera mentale, portando il diritto a confrontarsi con scenari fino a ieri impensabili. Se la pos-

32. G. MECCACCI, P. HASELAGER, *Identifying Criteria for the Evaluation of the Implications of Brain Reading for Mental Privacy*, *Science and engineering ethics*, 15, pp. 1-9, 2017.

33. F. PIZZETTI, *Privacy e il diritto europeo alla protezione dei dati personali. Dalla Direttiva 95/46 al nuovo Regolamento europeo*, Giappichelli Editore 2016.

34. D. HALLINAN, P. SCHÜTZ et al., *Neurodata and Neuroprivacy: Data Protection Outdated?*, in «Surveillance & Society», 12 (2013), n.1, pp. 55-72.

sibilità di accedere ai pensieri di un individuo o di influenzarne le decisioni appare sempre più concreta, le implicazioni per la società, la giustizia e la democrazia non possono essere ignorate. Il rischio di manipolazione dei processi decisionali e di controllo della volontà umana pone interrogativi profondi sulla capacità delle attuali tutele giuridiche di preservare l'identità personale e l'integrità della mente.

In ambito giudiziario, il pericolo è particolarmente evidente: l'utilizzo delle BCI potrebbe alterare il principio della presunzione di innocenza e il diritto al silenzio, trasformando il pensiero in prova e rendendo vulnerabile l'accusato a un accesso involontario alle proprie intenzioni. La garanzia di non auto-incriminazione, pilastro del diritto penale democratico, rischierebbe di essere vanificata se il confine tra volontà consapevole e rivelazione involontaria venisse eroso da strumenti capaci di decodificare la mente.

Tuttavia, la questione non si esaurisce nell'ambito forense. Le neurotecnologie aprono la strada a forme di condizionamento ben più ampie, con il potenziale di influenzare le scelte politiche, economiche e personali in modi difficili da percepire e ancor più da contrastare. Se i meccanismi decisionali possono essere decifrati, anticipati o addirittura plasmati da stimoli subliminali, l'autonomia dell'individuo si indebolisce, lasciando spazio a un modello di società in cui la volontà non è più del tutto libera.

Di fronte a queste trasformazioni, la protezione della mente assume un ruolo di primo piano. Riconoscere i neurodiritti è un passo necessario per impedire derive lesive della dignità umana, ma allo stesso tempo bisogna evitare una frammentazione eccessiva delle tutele. Il concetto di neuroprivacy, inteso come categoria normativa autonoma, rischia di introdurre una duplicazione inutile, poiché i neurodati rientrano già tra le informazioni sensibili tutelate dal GDPR. Piuttosto che creare nuove definizioni giuridiche, è più efficace applicare con rigore gli strumenti esistenti, garantendo che la normativa attuale si traduca in protezione concreta.

Il vero nodo non è l'assenza di regole, ma la capacità di sviluppare soluzioni tecnologiche in grado di proteggere davvero questi dati. Senza meccanismi di sicurezza efficaci, qualsiasi norma resterebbe una tutela solo teorica. Crittografia avanzata, protocolli di accesso selettivo e sistemi di verifica indipendente devono diventare parte integrante delle neurotecnologie, affinché la protezione della privacy mentale non rimanga solo un principio sulla carta.

In definitiva, il progresso delle neuroscienze e delle BCI impone un equilibrio tra innovazione e tutela dei diritti fondamentali. Il diritto non deve ostacolare la ricerca, ma neppure lasciare spazio a scenari distopici in cui la mente diventa un territorio accessibile a terzi senza limiti. La sfida non è solo giuridica, ma etica e sociale: preservare la libertà di pensiero e l'autonomia individuale in un'epoca in cui il confine tra il privato e il pubblico si assottiglia sempre più. Per farlo, serve un approccio pragmatico e lungimirante, capace di coniugare sviluppo tecnologico e rispetto della dignità umana, senza scivolare né nel technocontrollo né nella paralisi normativa.

Bibliografia

- Bargh J.A, Morsella E., *The unconscious mind, Perspectives on Psychological Science*, vol. 3, no. 1, p. 73-79, 2008.
- Bion W.R., *Addomesticare i pensieri selvatici: tre inediti*, a cura di F. Bion, F. Angeli, Milano, 1998.
- Bizzi E., *The History of Neuroscience*, in *Autobiography VI*, Larry R. Squire, Oxford University Press, 2008.
- Brancacci A., *Studi su Platone e il platonismo*, Edizione di Storia e letteratura, Roma, 2017.
- Damasio A.R., *Il sé viene dalla mente: la costruzione di un cervello cosciente*, Adelphi, Milano, 2012.
- Descartes R., *Le passioni dell'anima*, artt. XXVII-XXIX; XXXIX-XXXII; XXIV-XXXVI; XL-XLI, in *Opere filosofiche*, a cura di E. Lojacono, Torino, Utet, 1994, II, pp. 611-616; 618.
- Farwell V.L.A., Donchin E., *Talking off the top of your head: Toward a mental prosthesis utilizing event-related brain potentials*, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 70, 1988.
- Goering S., Yuste R., *On the Necessity of Ethical Guidelines for Novel Neurotechnologies*, *Cell*, 167(4):882-885, 2016.

- Glaser J.I., Benjamin A.S., Farhoodi R., Kording K.P., The roles of supervised machine learning in systems neuroscience, in *Prog Neurobiol.*, 2019, doi: 10.1016/j.pneurobio.2019.01.008.
- Guger C., Allison B.Z., Brain-computer interface research: a state-of-the-art summary, in *Journal of Neural Engineering*, 2019.
- Hallinan D., Schütz P. et al. Neurodata and Neuroprivacy: Data Protection Outdated?, in *Surveillance & Society*, 12 (2013), n.1, pp. 55–72.
- Haynes J.D., Brain Reading: decoding mental states from brain activity in humans, in J. Illes e B.J. Sahakian (a cura di), *The Oxford Handbook of Neuroethics*, Oxford, Oxford University Press, 2011.
- Ienca M., Tra cervelli e macchine: riflessioni su neurotecnologie e su neurodiritti, in *Politeia*, fascicolo 133, 2019.
- Ienca M. Andorno R. Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology, in *Scienze della vita, società e politica*, 2017.
- Irti N., Severino E., *Dialogo su diritto e tecnica*, Editori Laterza, 2001.
- Kosal M., Putney J., Neurotecnologia e sicurezza internazionale: previsione dell'adozione commerciale e militare delle interfacce cervello-computer (BCI) negli Stati Uniti e in Cina, in *Politica e scienze della vita*, 2023;42(1):81-103. doi:10.1017/pls.2022.2.
- Lakoff G. Johnson M. *Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and Its Challenge to Western Thought*, New York: Basic Books, 1999.
- Latifzadeh K., Gozalpour N., Traver V.J., Ruotsalo T., Kawala-Sterniuk A., Leiva L.A., Efficient Decoding of Affective States from Video-elicited EEG Signals: An Empirical Investigation, in *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.*, 2024. <https://doi.org/10.1145/3663669>.
- Lokhorst G.J., Descartes and the pineal gland, *Enciclopedia di filosofia di Stanford*, 2005.
- López-Silva P., Madrid R., Sobre la Conveniencia de incluir los Neuroderechos en la Constitución o en la Ley, *Rev Chil De Derecho y Tecnol* 10(1):49–72, 2021.
- Meccacci G., Haselager P., Identifying Criteria for the Evaluation of the Implications of Brain Reading for Mental Privacy, *Science and Engineering Ethics*, 15, pp. 1-9, 2017.
- Naselaris T., Stansbury, D.E., Gallant, J.L., Cortical representation of animate and inanimate objects in complex natural scenes, in *Journal of Physiology-Paris*, 109(1-3), 2015.
- Pizzetti F., Privacy e il diritto europeo alla protezione dei dati personali. Dalla Direttiva 95/46 al nuovo Regolamento europeo, Giappichelli Editore, 2016.
- Popper K., Eccles, J., *L'io e il suo cervello, I e II*, Armando Editore, Roma, 1992.
- Ross W.D., *Aristotelis De anima*, Oxford University Press, Oxford, 1956.
- Rutter M., et al., Gene-environment interplay and psychopathology: multiple varieties but real effects, *J. Child Psychol Psychiatry*, 47, 226–261, 2006.
- Samuel A.L., Some studies in machine learning using the game of checkers, in *IBM Journal of Research and Development*, 1959.
- Schmidhuber J., Deep learning in neural networks: An overview, in *Neural Networks*, 2015.
- Scorza G., *Neuroverso: il cervello è nudo. Quale impatto sulle nostre vite, diritti e libertà*, Mondadori Università, 2023.
- Shein F., Neuroscience, mental privacy, and the law, *Harv J Law Public Policy* 36(2):653–713, 2013.
- Silva P.L., Valera, L., *Protecting the mind*, Springer, 2022.
- Warren S.D., Brandeis L.D., The Right to Privacy, in *Harvard Law Review*, 4, 1890, n. 5, pp. 193–220.

- Weisberg D.S., The Seductive Allure of Neuroscience Explanations, in *Journal of Cognitive Neurosciences*, 3, 2008.
- Yuste R. Goering S. Arcas B. et al. Four ethical priorities for neurotechnologies and AI, *Nature* 551, 159–163, 2017. <https://doi.org/10.1038/551159a>.