

LUCIO ROMANO
ENHANCEMENT COGNITIVO
E NUOVO UMANESIMO DIGITALE

Tra i vari ambiti di applicazione della farmaceutica e delle tecnologie biomediche, il potenziamento o *cognitive enhancement* rappresenta uno tra i più attuali e problematici sotto il profilo bioetico¹. Assistiamo a una evoluzione della medicina che possiamo già catalogare come una realtà dei nostri tempi e da cui si rileva l'integrazione tra la classica finalità curativa-preventiva-riabilitativa con quella potenziativa. Vale a dire dalle dimensioni del miglioramento e della ottimizzazione con interventi che spingono le capacità biofisiche "all'interno della normalità statistica", all'*enhancement*. Quest'ultimo inteso come interventi intenzionali, tramite uso di conoscenze e tecnologie biomediche, sul corpo umano al fine di modificarne il normale funzionamento "oltre il livello tipico della specie" e "oltre il margine statisticamente normale"². Da cui il movimento del postumano che «vorrebbe andare più in là di un potenziamento medico e intellettuale; il suo punto di arrivo ideale è annullare la dimensione biologica, luogo di malattia e morte, e l'idea stessa di natura umana, per giungere a "una condizione ultra-umana, cioè ad abbandonare la fragilità della condizione attuale per aprirsi a un futuro nel quale un uomo nuovo (e, per questo, un oltre-uomo) sarà capace di riprogrammare sé stesso"³ radicalmente, anche a livello cerebrale»⁴.

-
- 1 "Human *enhancement* refers to a very broad range of techniques and approaches aimed at augmenting body or cognitive functions, through performance-enhancing drugs, prosthetics, medical implants, human-computer teaming, etc., that result in improved characteristics and capabilities, sometimes beyond the existing human range", in C. Cinel, D. Valeriani, R. Poli, *Neurotechnologies for human cognitive augmentation: current state of the art and future prospects*. Front Hum Neurosci. 2019; 13:13
 - 2 Comitato Nazionale per la Bioetica, *Neuroscienze e potenziamento cognitivo farmacologico: profili bioetici*. Roma, 2013.
 - 3 L. Grion, *Dalla sfiducia allo slancio. L'alternativa alla provocazione transumanista*. In Id. (ed), *La sfida postumanista. Colloqui sul significato della tecnica*. Il Mulino, Bologna, 2012.
 - 4 G. Cucci, *Postumano e transumano*, La Civiltà Cattolica 2022, III, pp. 133-145.

Il Comitato Nazionale per la Bioetica (CNB) ha affrontato il controverso crinale fra terapeutico/migliorativo, nel Parere su “Neuroscienze e potenziamento cognitivo farmacologico: profili bioetici”⁵. Il CNB rileva che «pur restando la contrapposizione basilare quella fra ‘naturalisti’ e ‘normativisti’⁶, oggi generalmente si ammette che la linea di demarcazione fra terapeutico-riparativo/*enhancement* di funzioni e capacità possa, talvolta, essere sfumata e presupponga, comunque, un previo accordo circa ciò che è ‘normale’/‘anormale’. Tale questione», evidenzia il CNB, «assume un carattere ancor più problematico quando si tratta poi di affrontarla nel settore di competenza della neuropsicologia, nel quale il confine fra terapeutico/migliorativo diventa particolarmente difficile da tracciare per più motivi. [...] Un primo motivo può esser individuato nel processo di progressiva medicalizzazione che, a partire dal XIX secolo, ha investito la sfera delle emozioni. Quelle che una volta erano considerate normali reazioni emotive degli esseri viventi alle circostanze della vita (lutti, frustrazioni, stress...) sono state progressivamente riconvertite in stati patologici, legittimando, in questo senso, la loro medicalizzazione e il ricorso sempre più diffuso alla prescrizione medico-psichiatrica di psicofarmaci. [...] Un secondo motivo sta nella possibilità di far ricorso, per giustificare la prescrizione e/o l’assunzione dei farmaci per il miglioramento dell’umore (*mood enhancers*) come pure della performance cognitiva, alla definizione allargata di salute proposta dall’Organizzazione Mondiale della Sanità (l’OMS, nel suo statuto, definisce il concetto di salute come “uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale”). Una tale definizione inibisce la possibilità di tracciare una netta distinzione fra malattia e sofferenza psichica, con tutti gli effetti, non solo positivi, derivanti da un’interpretazione che esalta la dimensione soggettiva della sofferenza. [...] Un terzo motivo sta nel fatto che, anche per le ragioni menzionate, risulta sempre più difficile distinguere tra terapia dei disturbi affettivi e dell’umore, da una parte, ed *enhancement* cognitivo dall’altra, in quanto il loro rapporto può rivelarsi di tipo

5 Comitato Nazionale per la Bioetica, “Neuroscienze e potenziamento cognitivo farmacologico: profili bioetici”.

6 I ‘naturalisti’ pensano che si possa dare una descrizione scientifica oggettiva, valutativa, della distinzione servendosi di metodi statistici: l’esistenza o meno di una deviazione dalle norme regolanti le funzioni fisiologiche tipiche degli organismi umani costituirebbe un criterio di distinzione universalizzabile. I ‘normativisti’, di contro, reputano invece che ciò che viene classificato, nelle diverse epoche e società, come ‘malattia’ sia sempre frutto di un determinato contesto sociale e dei valori culturali che lo informano; insistendo sugli aspetti di costruzione sociale inerenti alla definizione di ‘salute’ e di ‘malattia’, essi ritengono che i due concetti siano sempre permeati da giudizi di valore, storicamente e culturalmente determinati.

circolare: un intervento biomedico che migliora lo stato d'animo può aver ricadute positive sulle funzioni cognitive, calmando l'ansietà e rafforzando le motivazioni, così come un miglioramento di alcune prestazioni mentali può avere effetti positivi sul tono dell'umore e l'autostima⁷.

Una vera e propria sfida sotto il profilo antropologico, pertanto, è quella proposta dal *cognitive enhancement*. Una nuova era il cui paradigma sarebbe la liberazione dai limiti dati dalla natura con la ridefinizione radicale dello statuto umano⁸.

L'obiettivo non è solo superare e correggere difetti e sofferenze che la natura assegna alla dimensione umana ma andare anche oltre, come evoca Max O'Connor nella Lettera a Madre Natura in cui propone sette emendamenti alla "costituzione umana"⁹. «Emendamento n. 1: non sopporteremo più la tirannia dell'invecchiamento e della morte. Per mezzo di alterazioni genetiche, manipolazioni cellulari, organi sintetici e ogni altro mezzo necessario, ci doteremo di vitalità duratura e rimuoveremo la nostra data di scadenza. Ognuno di noi deciderà quanto a lungo potrà vivere. Emendamento n. 2: espanderemo la portata delle nostre capacità cognitive con strumenti computazionali e biotecnologici. Intendiamo superare le abilità percettive di ogni altra creatura e inventare nuovi sensi per espandere la nostra comprensione e il nostro apprezzamento del mondo intorno a noi. Emendamento n. 3: miglioreremo la nostra organizzazione e capacità neurale, incrementando la nostra memoria ed espandendo la nostra intelligenza. Emendamento n. 4: forniremo la neocorteccia di una "meta-mente". Questa rete distribuita di sensori, processori di informazioni e intelligenza, incrementerà la nostra consapevolezza di noi stessi e ci permetterà di modulare le nostre emozioni. Emendamento n. 5: non saremo più schiavi dei nostri geni. Ci assumeremo la responsabilità dei nostri programmi genetici e otterremo il totale controllo dei nostri processi biologici e neurologici. Porremo rimedio a tutti i difetti individuali e della specie lasciatici in eredità della nostra storia evolutiva. Ma non ci fermeremo qui: potremo scegliere sia la forma del nostro corpo che le sue funzioni, raffinando ed aumentando le nostre abilità fisiche ed intellettuali, fino a livelli mai raggiunti da nessun altro essere umano nella storia. Emendamento n. 6: ridefiniremo, muovendoci allo stesso tempo con audacia e con cautela, i nostri modelli motivazionali e le nostre risposte emotive in

7 Comitato Nazionale per la Bioetica, *"Neuroscienze e potenziamento cognitivo farmacologico: profili bioetici"*.

8 G. Cucci, *Postumano e transumano. L'antropologia del futuro?*, in *La Civiltà cattolica*, Quaderno 4130, 2022, pp. 133 ss.

9 Cfr. M. More, *Lettera a Madre Natura*. In <https://disf.org/educational/max-more-lettera-a-madre-natura>

modi che, come individui, riterremo salutari. Cercheremo una soluzione ai tipici eccessi emotivi umani, introducendo emozioni più raffinate. Avendo così rimosso le barriere emotive ad una razionale auto-correzione, potremo fare a meno di insalubri certezze dogmatiche. Emendamento n. 7: riconosciamo il tuo genio nell'uso di composti basati sul carbonio per crearci. Tuttavia, non limiteremo le nostre capacità fisiche, intellettuali ed emotive rimanendo puri organismi biologici. Nella ricerca del controllo sul nostro organismo, ci integreremo progressivamente con le nostre tecnologie. Questi emendamenti alla nostra costituzione ci porteranno da una condizione umana ad una ultra-umana. Crediamo, inoltre, che "ultra-umanizzare" gli individui risulterà in relazioni, culture e ordinamenti politici di una innovatività, ricchezza, libertà e responsabilità senza precedenti. Ci riserviamo il diritto di introdurre ulteriori emendamenti, sia collettivamente che come individui. Non cerchiamo una condizione di inalterabile perfezione e continueremo, quindi, nella nostra ricerca di nuove forme di eccellenza, sulla base dei nostri principi e delle nostre capacità tecnologiche»¹⁰.

Emergono interrogativi sostanziali. Ci sono limiti etici nel potenziamento di capacità abituali o nel miglioramento del corpo e della mente? Quando un uomo è definibile 'normale' e quando non lo è?¹¹

Alcuni bioeticisti hanno messo in discussione non solo la possibilità di tracciare, nelle diverse circostanze, una convincente distinzione fra terapeutico/migliorativo e potenziante, altresì il valore di questa distinzione come criterio per la formulazione di giudizi sulla liceità/illiceità delle differenti pratiche rese possibili, o anche solo pensabili, dallo sviluppo biotecnologico. In altri termini, secondo tale inquadramento, l'equivalenza fra terapeutico/consentito e potenziante/non consentito, non sembra essere convincente e pertanto d'aiuto per la valutazione bioetica¹².

Diversi sono i settori della biomedicina interessati all'*enhancement*. Ricordiamone alcuni, forse principali almeno per adesso, riconducibili ai settori della neuropsicologia e della bionica che si avvalgono della neurorobotica (es. riproduzione di modelli artificiali del cervello umano; percezione visiva mediante sensori o visione artificiale; comunicazione tra essere umani e sistemi artificiali, anche in forma non verbale, compresa generazione e

10 G. Cucci, *Postumano e transumano*, cit.

11 Cfr. E. Postigo Solana, *Transumanesimo e postumano: principi teorici e implicazioni bioetiche*. Medicina e Morale 2009/2: pp. 267-282; S.M. Outram, *Ethical considerations in the framing of the cognitive enhancement debate*. Neuroethics 2011, 5, Issue 2, pp. 173-184.

12 N. Bostrom, A. Sandberg, *Cognitive enhancement: Methods, ethics, regulatory challenges*. Science & Engineering Ethics 2009, 15, 3, pp. 311-41.

comprensione di stati emotivi ovvero *affective computing*), della biomimetica (es. artefatti bio-ispirati come arti artificiali che si interfacciano con il Sistema Nervoso Periferico per riattivare o correggere il comando motorio o restituire sensibilità alla persona; sistemi bionici ibridi o artefatti robotici connessi direttamente al corpo umano e percepiti dal cervello come parte del corpo stesso come *living artefact*) e del *Brain Computer Interface* (BCI; interfaccia invasiva con impianto chirurgico di sensore a diretto contatto con il cervello; abilità di leggere attività neuronale, processare i segnali e inviare comandi al mondo esterno; comunicazione diretta tra attività neuronale dispositivo esterno come ad esempio controllare un braccio robotico tramite il pensiero). Fino a giungere alla cyborgizzazione dell'uomo secondo il progetto della *National Science Foundation* che, partendo da device elementari in relazione con gli elementi nanometrici del corpo umano come le proteine, si prefigge lo scopo di ottenere il controllo di sistemi molto complessi come quello emotivo o cognitivo¹³. Nello specifico il progetto NBIC della *National Science Foundation* si avvale dello sviluppo che si genera dall'intersezione di nanotecnologie (N; interagire con i singoli elementi dell'uomo visto come sistema complesso), biotecnologie (B; applicazioni che si servono dei sistemi biologici, degli organismi viventi o di derivati di questi per produrre o modificare prodotti o processi per un fine specifico), tecnologie dell'informazione (I; tecnologie che hanno come fine la manipolazione dei dati tramite conversione, immagazzinamento, protezione, trasmissione e recupero) e scienze cognitive (C; insieme di discipline che hanno come oggetto di studio la cognizione di un sistema pensante, sia esso naturale o artificiale)¹⁴.

Il settore della neuropsicologia è oggi prevalentemente coinvolto in merito alle reazioni emotive degli esseri viventi alle circostanze della vita (lutti, frustrazioni, stress,...) e alla loro riconversione in stati patologici (depressione, disturbo affettivo,...); nell'ambito delle forme fisiologiche o patologiche di declino cognitivo; nei vantaggi da conseguire nella competizione sociale e lavorativa; nel settore scolastico secondo una visione biologista del funzionamento mentale con la finalità di assicurare una influenza positiva sullo sviluppo individuale (*individual's flourishing*) e sul benessere sociale, perfino con l'obiettivo di mitigare le diseguaglianze¹⁵.

13 Cfr. P. Benanti, *Digital age*. San Paolo, Cinisello Balsamo 2020; P. Benanti, *Postumano, troppo postumano. Neurotecnologie e «human enhancement»*. Castelvecchi, Roma, 2017.

14 P. Benanti, *Cyborg*. In G. Russo (a cura di), *Nuova Enciclopedia di Bioetica e Sessuologia*. Elledici Ed, Torino 2018, pp. 728-732.

15 A. Buchanan, *Cognitive enhancement and education. Theory and Research in Education*, 2011, v. 9, 2, pp. 145-162.

In questo ambito, tra i Farmaci per il Potenzamento Cognitivo (FPC), ricordiamo i neurostimolatori o farmaci nootropici la cui finalità è di incrementare la memoria a breve e lungo termine; impedire il consolidamento di memorie indesiderabili¹⁶; aumentare la concentrazione, l'apprendimento e il controllo cognitivo. Questi farmaci nootropici sono stati altresì richiamati in letteratura con suggestive classificazioni quali *smart drugs*, *lifestyle drugs*, *viagra for the brain*, *cosmetic neurology*¹⁷.

Emerge una diffusa legittimazione della medicalizzazione, il ristabilimento di equilibri compromessi, il miglioramento e l'ottimizzazione di benessere psichico e prestazioni. Una visione biologizzante che accantonerebbe determinati (determinanti?) bio-psico-sociali quali cause sociali e familiari nonché relazionali come origini del malessere. Giungendo, poi, a una problematica se non opaca distinzione tra la terapia dei disturbi affettivi e dell'umore e il *neuroenhancement* cognitivo¹⁸ per migliorare la memoria, ad esempio, o ridurre lo stress o non sentire la fatica, ecc. Obiettivi che hanno come ultima finalità l'aumento delle proprie prestazioni attraverso l'assunzione di alcuni farmaci (ricorso oggi abbastanza frequente) o utilizzando stimolazioni transcraniche di tipo elettrico o magnetico.

Quali le criticità più immediate ed evidenti inerenti alla richiesta di FPC? Ricordiamone alcune: responsabilità prescrittiva in assenza di condizione patologica; produttivismo da farmaco-centrismo con una visione quantitativa dell'intelligenza; potere della chimica di plasmare gli esseri umani; logoramento dei valori dell'impegno personale e dei valori politico-sociali (lealtà, *fairness*, solidarietà sociale, eguaglianza di opportunità, cooperazione, comune cittadinanza, ecc.); massimizzazione della produttività immediata ed efficienza, anche al di sopra delle proprie capacità¹⁹.

Ne conseguono, inoltre, problemi di *policy* di non secondaria importanza: penalizzazione o emarginazione di chi si rifiutasse di fare ricorso a FPC; lesione della garanzia di lealtà nella competizione e del principio del merito a parità di condizioni secondo eguaglianza di opportu-

16 N. Levy N. *Changing one's mind. The ethics of memory erasure in eternal sunshine of the spotless mind*. S&F 2011, n. 5.

17 Cfr. J. Harris, *Chemical cognitive enhancement: is it unfair, unjust, discriminatory, or cheating for healthy adults to use smart drugs?* Oxford Handbook of Neuroethics; J. Illes, B.J. Sahakian (eds), Oxford Univ. Press, Oxford, 2011. Langreth R. *Viagra for the brain*. Forbes, 4 February 2002; A. Chatterjee, *Cosmetic neurology. The controversy over enhancing movement, mentation, and mood*. Neurology 2004, 63, pp. 968-974; A. Chatterjee, *The promise and predicament of cosmetic neurology*. Journal of Medical Ethics, 2006, 32, pp. 110-113.

18 Comitato Nazionale per la Bioetica, *Neuroscienze e potenziamento cognitivo*.

19 *Ibidem*

nità; prevalenza del competere, per quanto in una posizione favorita a danno del cooperare; agire orientato sul senso di sé e del proprio valore; manipolazione della giustizia distributiva allocando risorse potenzianti secondo utilità e determinanti preordinati e selettivi per alcuni a sfavore di altri; classificare o stratificare le persone secondo vari criteri o finalità, assumendo decisioni discriminatorie, stigmatizzanti o arbitrarie esclusivamente sulla base di tali profili²⁰.

Con il *neuroenhancement* cognitivo si procede sulla base di una visione riduzionista dell'intelligenza umana che viene intesa come un insieme di funzioni-prestazioni separate, su ciascuna delle quali si può intervenire autonomamente ed efficacemente con il ricorso a potenzianti. «Nella loro ambiguità intrinseca le nuove tecnologie rivelano ora il proprio classico carattere di *pharmakon*, rimedio e veleno, e impongono una riformulazione dei compiti di facoltà che ritenevamo unicamente nostre: ragione, volontà, immaginazione»²¹.

Allo stato attuale, condividendo le considerazioni del Comitato Nazionale per la Bioetica, «risulta arduo formulare un giudizio bioeticamente univoco sui FPC che potrebbero essere sviluppati in un futuro più o meno prossimo, per i numerosi motivi cui si è accennato: lo stato ancora iniziale delle ricerche unitamente alla loro notevole accelerazione che non consente adeguati momenti di assestamento, la conoscenza ancora parziale del loro funzionamento e dei complessi meccanismi cerebrali su cui andrebbero a incidere, etc. Con le cautele sopramenzionate – e con la realistica previsione che nemmeno negli anni a venire si troverà una pillola ‘magica’ in grado di migliorare complessivamente le nostre prestazioni cognitive sostituendosi ai processi usuali di istruzione e formazione, di studio e di apprendimento – si può ritenere che in futuro un impiego ‘saggio’ e adeguatamente regolato di potenzianti cognitivi di tipo farmacologico, una volta accertata la loro non nocività ed efficacia, non sia, in linea di principio, di per sé moralmente condannabile. La non illiceità astratta non elimina tuttavia i numerosi problemi bioetici e di *policy* – già peraltro discussi in letteratura – che un eventuale sviluppo di FPC più sicuri e efficaci solleva e ai quali è opportuno almeno accennare, questi riguardano in particolare: 1) la coercizione (diretta e indiretta) e la libertà: si discute – nell’ipotesi di una legalizzazione – sulla eventualità che questa pratica possa, se non diventare obbligatoria, comunque (risultare?) coercitiva per la popolazione in generale o per determinate categorie (sia del settore pubblico che privato), nel senso di una penalizza-

20 *Ibidem*

21 R. Bodei, *Dominio e sottomissione*. Il Mulino, Bologna, 2019, p. 10

zione-emarginazione di chi si rifiutasse di farvi ricorso; 2) l'equità: ugualmente desta preoccupazione la possibilità che, lasciando la regolazione della distribuzione al libero mercato, solo persone facoltose possano, invece, permettersi l'accesso a FPC efficaci e verosimilmente molto costosi, col risultato di rendere ancor più gravose le diseguaglianze 'naturalì' e sociali già esistenti. Un problema, questo, che è oggetto di un'animata discussione nell'ambito dei diversi modelli di giustizia distributiva che si interrogano sui criteri più idonei a una 'giusta allocazione delle risorse potenzianti; 3) la correttezza e il merito: ci si domanda inoltre come si potrebbe garantire la lealtà nella competizione e il principio del merito una volta che si ammettesse una liberalizzazione dei FPC; 4) la percezione di sé e del legame sociale: a questo proposito è stato sottolineato il rischio che la diffusione dell'uso di FPC possa favorire una visione del proprio agire orientata più alla prestazione immediata che non all'impegno autoformativo e che ciò possa incidere sul senso di sé e del proprio 'valore' e, al contempo, accentuare la tendenza a competere invece che a cooperare»²².

Oltre al *neuroenhancement* cognitivo tramite FPC, ricordiamo il settore della bionica. Scienza che studia le funzioni sensorie e motorie degli organismi viventi, al fine di riprodurle o potenziarle con dispositivi elettronici o di altro tipo²³.

È indubitabile che, richiamando ad esempio il settore delle protesi, si è sviluppata una costante e significativa progressione di conoscenze e applicazioni fino a giungere a funzioni che superano le capacità umane. I recenti progressi degli stimolatori cerebrali profondi e delle interfacce cervello-macchina hanno di fatto molto ampliato le possibilità di neuroprotesi e neuromodulazione. Insieme ai progressi in neuroingegneria, nanotecnologia, biologia molecolare e scienze dei materiali, è ora possibile affrontare questioni delle neuroscienze in modo nuovo e più potente. È possibile applicare queste nuove tecnologie in modi che vanno dall'aumen-

22 Comitato Nazionale per la Bioetica, *Neuroscienze e potenziamento cognitivo...*

23 Il procedimento tipico per lo studio bionico di un processo biologico consiste nella descrizione (analisi) del processo, nella traduzione della descrizione biologica in uno schema fisico-matematico, nella realizzazione concreta (sintesi) di tale schema con un dispositivo elettronico, costituente il modello analogico del processo in esame. I principali campi di ricerca della bionica vertono sugli organi di senso, sui neuroni artificiali e sui sistemi autoorganizzanti. Come organi di senso si qualificano trasduttori di vario tipo atti a simulare gli organi che nei viventi servono a rilevare stimoli esterni, convertendo in energia elettrochimica di impulsi nervosi l'energia meccanica, acustica, luminosa ecc. degli stimoli in questione. I sistemi autoorganizzanti sono macchine dotate di capacità 'intelligenti', quali 'riconoscere' gli stimoli esterni, e 'adattarsi all'ambiente' (omeostasi). In <https://www.treccani.it/enciclopedia/bionica/>

tare e ripristinare la funzione alle modalità di neuromodulazione, che trattano i disturbi neuropsichiatrici offrendo significativi vantaggi e potenziali benefici clinici per una varietà di disturbi come i dispositivi neurali già in uso clinico (es. stimolatori cerebrali profondi per il morbo di Parkinson o il tremore essenziale). Per quanto, come prevedibile, si rilevano vantaggi nelle applicazioni cliniche non mancano implicazioni etiche²⁴.

Tecnologie di ingegneria neurale come *Implanted Deep Brain Stimulators* (DBS), *Brain Computer Interfaces* (BCIs) e *Brain Machine Interfaces* (BMIs) sono strumenti potenzialmente trasformativi.

La stimolazione cerebrale profonda (DBS) è una procedura neurochirurgica che consente la neuromodulazione mirata basata su circuiti. La DBS è uno standard di cura nel morbo di Parkinson, nel tremore essenziale e nella distonia ed è anche oggetto di indagine attiva per altre condizioni legate a circuiti patologici, tra cui il disturbo depressivo maggiore e il morbo di Alzheimer. I moderni sistemi DBS – costituiti da un elettrodo intracranico, un cavo di prolunga e un generatore di impulsi – si sono evoluti negli ultimi due decenni. I progressi nell'ingegneria e nell'*imaging* insieme a una migliore comprensione dei disturbi cerebrali sono pronti a rimodellare il modo in cui la DBS viene interpretata e offerta ai pazienti. Si prevede che le innovazioni nella progettazione di elettrodi, stimolazione a circuito chiuso su richiesta e tecnologie di rilevamento miglioreranno l'efficacia e l'accettabilità della DBS²⁵.

Le interfacce cervello computer (BCIs) e le interfacce cervello macchina (BMIs) si riferiscono a neurotecnologie che osservano l'attività all'interno del cervello, la decodificano o decifrano per estrarre informazioni utili. Sebbene la terminologia BCIs e BMIs siano spesso usate in modo intercambiabile, c'è una tendenza prevalente a fare riferimento a interfacce non invasive che utilizzano BCI e interfacce impiantabili che utilizzano BMI. Esistono diversi metodi per osservare l'attività neurale: l'elettroencefalografia (EEG), la magnetoencefalografia (MEG), l'elettrocorticografia (ECoG) indicata anche come EEG intracranico, la risonanza magnetica funzionale (fMRI: functional Magnetic Resonance Imaging), la spettroscopia funzionale (fMRI: functional Near Infra-Red Spectroscopy), la tomografia a emissione di positroni (PET: Positron Emission Tomography) e altri. Da tutti questi approcci è ampiamente accettato che i metodi impiantabili (ad es. ECoG, registrazione intracorticale) superano i metodi non invasivi (ad es. EEG, fNIRS) a causa di una risoluzione spaziale e tempo-

24 JA Costa E Silva, RE Steffen, *The future of psychiatry: brain devices*. *Metabolism*. 2017 Apr; 69S:S8-S12

25 J.K Krauss, N. Lipsman, T. Aziz et al, T. et al. *Technology of deep brain stimulation: current status and future directions*. *Nat Rev Neurol* 2021, 17, pp. 75–87.

rale significativamente più elevata. Inoltre, sebbene sia possibile osservare l'attività utilizzando diverse modalità (ad es. elettrica, ottica, magnetica), la registrazione elettrica è la più consolidata e quindi la più adatta a breve termine per i dispositivi clinici emergenti²⁶.

Inoltre, un'interfaccia cervello-computer (BCI) può fungere da meccanismo di comunicazione che utilizza i segnali del cervello anche per controllare dispositivi esterni. Questo sarebbe particolarmente vantaggioso per coloro che hanno gravi problemi di disabilità motorie. Tuttavia, la generazione di tali segnali può essere anche indipendente dal sistema nervoso, come nel Passive-BCI. Il ricorso ad algoritmi e all'apprendimento automatico migliora l'accuratezza di tali sistemi fino a controllare un robot umanoide per eseguire un'attività desiderata²⁷.

Il loro uso e le prospettive future sollevano anche problemi di sicurezza. Secondo il rapporto del *Pew Research Center*, per quanto indirizzate a migliorare le capacità dell'essere umano, si sollevano questioni complesse relative proprio al potenziamento cognitivo, la capacità di consenso, le responsabilità legali e la trasparenza dei processi decisionali²⁸.

Dispositivi come il sistema *BrainGate* di sensori cerebrali impiantati accoppiati alla robotica in persone con paralisi, stimolatori transcranici fai-da-te, sistemi di stimolazione cerebrale a circuito chiuso o persino interfaccia cervello-cervello pongono questioni di rilevante impatto etico-sociale e legale. Se un dispositivo stimola il cervello mentre si decide un'azione, chi sarà il responsabile dell'azione? Un dispositivo potrà rendere accessibile agli altri l'interiorità dell'esperienza della singola persona? Il dispositivo cambierà il modo in cui si pensa sé stessi e la percezione degli altri? Tali interrogativi fondamentali sorgono anche quando un dispositivo è progettato solo per uno scopo relativamente circoscritto, come il ripristino del funzionamento tramite una protesi intelligente?

Sono questioni soprattutto collegate alle tecnologie di ingegneria neurale come gli stimolatori cerebrali profondi impiantati e le interfacce cervello-computer che rappresentano strumenti potenzialmente trasformativi per migliorare la salute e il benessere umano. *L'Hastings Center for Bioethics*

26 B. Rapeaux, T.G. Constandinou, *Implantable brain machine interfaces: first-in-human studies, technology challenges and trends*. *Curr Opin Biotechnol* 2021; 72: pp. 102-111.

27 V. Chamola, A. Vineet, A. Nayyar, E. Hossain, *Brain-Computer Interface-Based Humanoid Control: a review*. *Sensors* 2020; 20, 3620.

28 <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2022/03/17/5-key-themes-in-americans-views-about-ai-and-human-enhancement/>

ha individuato le aree principali di interesse etico nell'ingegneria neurale: identità, normalità, autorità, responsabilità, *privacy* e giustizia²⁹.

Comunque non sappiamo ancora come funzionano i singoli neuroni e come lavorano insieme per formare circuiti che si traducono in percezione, coscienza e memoria. I costanti progressi in biologia molecolare, neuroscienze e materiali condurranno nel tempo a impianti che con potenti computer, progressi nell'intelligenza artificiale e strumenti per decodificare le enormi informazioni ricevute, saranno in grado di interpretare direttamente l'attività elettrica dentro il cervello. E presto passeranno dall'essere utilizzati esclusivamente per problemi gravi come paralisi, amnesia e disturbi mentali a persone con meno disabilità traumatiche e per il potenziamento delle prestazioni umane. Saranno utilizzati per migliorare la memoria, la concentrazione, la percezione sensoriale e lo stato d'animo.

Ne risulta che quanto più diffuso è il ricorso al *neuroenhancement*, maggiori e ancor più problematiche saranno le conseguenze, comprese anche quelle meno prevedibili. Ma ciò significa, ancor più, abitare queste innovazioni con consapevolezza. Ritornano attuali e profetiche le parole del cardinale Carlo Maria Martini nei dialoghi de "Le cattedre dei non credenti": «Sono così minacciose tutte le tecnologie del virtuale? L'intero cammino verso l'intelligenza artificiale finirà per svalutare il valore della persona, riducendola a pura meccanica? O, invece, saranno i valori dell'uomo a indurre la scienza ad aprire nuovi fronti grazie alle conquiste tecnologiche? [scenario, questo] molto incoraggiante, purché l'intelligenza umana rimanga padrona dei processi»³⁰.

Emerge la necessità di un "nuovo umanesimo", una opportunità per gettare un nuovo ponte tra filosofia, tecnologia, scienze naturali e cultura. Una riproposizione di "*Bioethics. Bridge to the Future*", verso "un umanesimo digitale che non trasforma l'essere umano in una macchina e non interpreta le macchine come esseri umani, [che] riconosce la peculiarità dell'essere umano e delle sue capacità, servendosi delle tecnologie digitali per ampliare, non per restringerle, [che] si distingue dalle posizioni apocalittiche perché confida nella ragione propria degli esseri umani e dalle posizioni euforiche perché considera i limiti della tecnologia digitale"³¹.

29 E. Klein, T. Brown, M. Sample, A.R. Truitt, S. Goering, *Engineering the brain: ethical issues and the introduction of neural devices*. Hastings Cent Rep 2015;45(6): pp. 26–35.

30 Cit. in L. Floridi, F. Cabitza. *Intelligenza artificiale*. Bompiani, Firenze 2021, p. 24

31 J. Nida-Rumelin, N. Weidenfeld, *Umanesimo digitale*. Franco Angeli, Milano 2019, p. 8

Ecco l'esigenza di un'etica per gli algoritmi³², di un'etica per le tecnologie digitali ovvero dell'«algoretica»³³. «Notiamo un possibile parallelismo tra le origini della bioetica – quindi un neologismo che oggi designa un campo di indagine abbastanza chiaramente definito – e l'idea di un'etica per le tecnologie digitali, proposta con il neologismo algoretica. Nei due casi la riflessione etica viene provocata da coloro che operano sul campo e sono al centro dei processi di trasformazione delle loro discipline: genetisti e medici allora, scienziati dei dati e dei computer ora. Ma lo scenario si arricchisce oggi di un ulteriore elemento. [...] Biologia e informatica non sono più separate, ma procedono in stretta connessione»³⁴.

Parlare di algoretica significa mettere in campo l'esigenza di una elaborazione di sistemi informatici che siano in grado di rispettare alcuni principi fondamentali, come la tutela della *privacy*, la libertà personale e di educazione, la non discriminazione sociale, il controllo umano delle fonti delle informazioni: dati che già oggi possono essere autonomamente “governati” da alcuni algoritmi. Questo richiede un processo che limiti la potente autonomia delle macchine (algocrazia), in modo che la decisione ultima sfugga agli automatismi di un *software*³⁵. Infatti, con machine learning sufficientemente potenti, ci saranno poche aziende che avranno in mano l'intelligenza globale del pianeta (*global repository of intelligence*); un monopolio di imprese con un possesso illimitato di dati sensibili³⁶. Un progetto di algoretica richiede che siano coinvolti diversi

32 La voce algoritmo viene dal latino medievale *algorīthmum* o *algorīsmum*, latinizzazione di *al-Xwārizmī* ('uomo) della Corasmia' (regione dell'Asia centrale, oggi divisa tra il Turkmenistan e l'Uzbekistan), soprannome del famoso matematico arabo del IX secolo Muḥammad ibn Mūsā. Nel Medioevo il termine faceva riferimento a un 'sistema di calcolo fondato su cifre arabe'; oggi, il significato specialistico (matematico) è quello di 'insieme di regole per la risoluzione di un calcolo numerico' e per estensione 'metodo o procedimento matematico per la risoluzione di un problema'.

33 P. Benanti, *Oracoli. Tra algoretica e algocrazia*. Luca Sossella Ed. 2018. Cf. Francesco, *Discorso del Santo Padre Francesco ai partecipanti al Congresso "Child dignity in the digital world"*. Città del Vaticano, 14.11.2019

34 C. Casalone, *Una ricerca etica condivisa nell'era digitale*. La Civiltà Cattolica 2020, II pp.30-43; 4075 (4/18 aprile 2020). Cfr. A. Pessina, *Algoretica: un neologismo per un progetto ambizioso*, in <https://cattolicanews.it/pessina-algor-etica-un-neologismo-per-un-progetto-ambizioso>

35 «Con il termine algocrazia viene descritto un ambiente digitale di rete in cui il potere viene esercitato in modo sempre più profondo dagli algoritmi, cioè i programmi informatici che sono alla base delle piattaforme mediatiche, i quali rendono possibili alcune forme di interazione e di organizzazione e ne ostacolano altre», in A. Delfanti, A. Arvidsson, *Introduzione ai media digitali*. Il Mulino, Bologna, 2013, p. 23

36 CNB, CNBSV. *Sviluppi della robotica e della roboetica*. Roma, 17.7.2017

soggetti: non solo i programmatori e i grandi gruppi industriali che stanno alle loro spalle, ma gli stessi utenti, che debbono “imparare” a muoversi in questo nuovo ambiente culturale. Non basta, infatti, domandarsi che uso facciamo della tecnologia, ma bisogna chiederci che uso fa la tecnologia dei nostri stili di vita, delle nostre capacità e della nostra stessa personalità. Del resto, un “buon algoritmo” non è detto che sia di per sé stesso un “algoritmo buono”, cioè capace di non privarci dell’autonomia di pensiero e di spirito critico. In un’epoca in cui rischiamo di delegare alla tecnologia molti dei processi decisionali – non solo in campo diagnostico ma anche a livello economico – occorre, quindi, che si potenzino le capacità propriamente umane di governare i prodotti tecnologici che fanno parte della nostra vita quotidiana³⁷.

Dignità della persona, giustizia, sussidiarietà e solidarietà rappresentano, ancora una volta, paradigmi di riferimento³⁸. Ciò non significa il rifiuto o la condanna delle tecnologie, piuttosto la corretta e virtuosa comprensione sia delle modalità di applicazione sia delle correlate evoluzioni. È una visione positiva, realistica che evidenzia sì preoccupazioni in merito al pragmatismo tecnocratico ma al contempo vede nelle tecnologie un agire promettente dell’uomo³⁹. È tema bioetico ma non solo. È anche tema di biopolitica. In altri termini: non basta semplicemente affidarci alla sensibilità morale di chi fa ricerca e progetta dispositivi e algoritmi; occorre invece creare corpi sociali intermedi che assicurino rappresentanza alla sensibilità etica degli utilizzatori e degli educatori⁴⁰.

Il Parlamento Europeo, nella Risoluzione approvata sulle Raccomandazioni alla Commissione concernenti norme di diritto civile sulla robotica, sottolinea che il quadro etico di orientamento dovrebbe essere basato sui principi di beneficenza, non maleficenza, autonomia e giustizia, nonché sui principi sanciti all’art. 2 del trattato sull’Unione europea e nella Carta dei diritti fondamentali dell’Unione europea quali la dignità umana, l’uguaglianza, la giustizia e l’equità, la non discriminazione, il consenso informato, la vita privata e familiare e la protezione dei dati, così come sugli altri principi e valori alla base del diritto dell’Unione come la non stigmatizzazione, la trasparenza, l’autonomia, la responsabilità individuale e sociale⁴¹.

37 Francesco, *Incontro con i partecipanti alla plenaria della Pontificia Accademia per la Vita*. Città del Vaticano, 28.2.2020

38 *Ibidem*

39 *Ibidem*

40 *Ibidem*

41 Parlamento Europeo. *Risoluzione Raccomandazioni alla Commissione concernenti norme di diritto civile sulla robotica* (2015/2103 INL) (16.2.2017)