

L'evoluzione tecnologica digitale per la salute della donna: luci ed ombre in medicina

*Cristina Tarabbia**

THE DIGITAL TECHNOLOGICAL EVOLUTION FOR WOMEN'S HEALTH: LIGHTS AND SHADOWS IN MEDICINE

ABSTRACT: Femtech defines a business system in which digital technologies are studied and used to support women in monitoring their health problems. Despite the advantages of digital medicine and the economic-cultural push in terms of innovation in the health system, these technologies are not yet inclusive, accessible and usable equally by all women. They also present countless critical issues in terms of scientific-methodological rigor and appropriateness of medical practice in its many facets. The article aims to contextualize Femtech in the current healthcare landscape, to present its main products and to focus on its advantages and criticalities, to promote correct digital literacy.

KEYWORDS: Woman's health; gender gap; Femtech; digital healthcare; digital literacy

ABSTRACT: *Femtech* definisce un sistema aziendale in cui le tecnologie digitali vengono studiate ed utilizzate per supportare le donne nel monitoraggio delle proprie problematiche di salute. Nonostante i vantaggi della medicina digitale e la spinta economico-culturale in ottica di innovazione del sistema sanitario, tali tecnologie non sono ancora inclusive, accessibili e fruibili equamente da tutte le donne. Inoltre presentano innumerevoli criticità in termini di rigore scientifico-metodologico ed appropriatezza della pratica medica nelle sue molteplici sfaccettature. L'articolo si propone di contestualizzare *Femtech* nell'attuale panorama sanitario, di presentarne i principali prodotti e di focalizzarne vantaggi e criticità, per favorire una corretta alfabetizzazione digitale.

PAROLE CHIAVE: salute della donna; divario di genere; *Femtech*; sanità digitale; alfabetizzazione digitale

SOMMARIO: 1. Introduzione: il divario digitale di genere – 2. Nascita ed evoluzione di Femtech – 3. Criticità genere-specifiche delle tecnologie digitali per la salute della donna – 4. Interrogativi e riflessioni nella pratica medica – 5. Conclusioni.

* *Ginecologa libero professionista; Membro Comitato Direttivo Centro Studi Nazionale su Salute e Medicina di Genere; Delegata Regionale Emilia-Romagna GISEG (Gruppo italiano Salute e Genere); Presidente AIDM Ferrara (Associazione Italiana Donne Medico). Mail: trbcst@unife.it. Contributo sottoposto a referaggio anonimo.*

1. Introduzione: il divario digitale di genere

Il diritto alla salute è riconosciuto dall'OMS come fondamentale ed universale per l'individuo e la collettività¹, ed è stato recepito e tutelato dalla giurisprudenza a livello nazionale², europeo³ ed internazionale⁴.

Il progresso scientifico e le politiche socio-sanitarie, attraverso i nuovi traguardi nella ricerca, l'attivazione degli screenings, l'educazione alla prevenzione ed alla responsabilità individuale per la salute ed i programmi sanitari,⁵ hanno prodotto a livello mondiale la riduzione dell'incidenza di molte patologie, il miglioramento generale delle condizioni di salute, maggiori opportunità di cura e l'aumento delle aspettative di vita.

Nonostante i dati epidemiologici globali, il godimento del diritto alla salute è tuttora disuniforme ed utopistico, sia per la reale persistenza di diseguaglianze economiche, socio-culturali, formativo-educazionali della popolazione nelle diverse etnie ed aree geografiche, sia per contesti sanitari non sempre appropriati, equi e sostenibili, a causa di criticità legate principalmente ad interessi economici divergenti e ad una rete troppo estesa di attori che genera problematiche di leadership, responsabilità, allocazione delle risorse, coordinamento delle azioni e comunicazione produttiva⁶.

E le donne sembrano pagarne il prezzo più alto.

Dal punto di vista sociale, la piena realizzazione del proprio potenziale viene ostacolata per differenti livelli di istruzione, occupazione, emancipazione economica, stato socio-famigliare, che rendono difficoltosa la conduzione di una vita sana⁷.

Ma soprattutto, e paradossalmente, in ambito sanitario esse incontrano una maggiore resistenza nell'essere riconosciute nella propria specificità biologica. Per motivi genetici, ormonali, epigenetici

¹ Art.25 della *Dichiarazione Universale dei Diritti Umani* adottata dall'Assemblea Generale dell'ONU il 10-12-1948: «Ogni individuo ha diritto ad un tenore di vita sufficiente a garantire la salute e il benessere proprio e della sua famiglia, con particolare riguardo all'alimentazione, al vestiario, all'abitazione, alle cure mediche e ai servizi sociali necessari; e ha diritto alla sicurezza in caso di disoccupazione, malattia, invalidità, vedovanza, vecchiaia o in ogni altro caso di perdita dei mezzi di sussistenza per circostanze indipendenti dalla sua volontà. La maternità e l'infanzia hanno diritto a speciali cure e assistenza. Tutti i bambini nati nel matrimonio o fuori di esso devono godere della stessa protezione sociale».

² Art.32 della *Costituzione Italiana*, approvata il 22-12-1947 «La Repubblica tutela la salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività, e garantisce cure gratuite agli indigenti. Nessuno può essere obbligato a un determinato trattamento sanitario se non per disposizione di legge. La legge non può in nessun caso violare i limiti imposti dal rispetto della persona umana».

³ Art.11 della *Carta Sociale Europea*, il trattato del Consiglio d'Europa adottato a Torino il 18-10-1961, entrata in vigore il 26-2-1965 e stata rivista a Strasburgo il 3-5-1996. La versione riveduta della carta è stata ratificata dall'Italia con la legge n.30 del 9-2-1999, entrata in vigore il 24-2-1999.

⁴ Art.12 della *Convenzione internazionale sui diritti economici, sociali e culturali (ICESCR)* redatta dal Consiglio economico sociale dell'ONU nel 1966, entrata in vigore il 3-1-1976, pluriratificata (ultima versione: Protocollo opzionale del 6-5-2013).

⁵ WHO *Global action plan for healthy lives and well-being for all*. Geneve, 2020. Consultabile al link <https://www.who.int/sdg/global-action-plan>.

⁶ N. SPICER, I. AGYEPONG, T. OTTERESEN, A. YAHN, G. OOMS, "It's far too complicated": why fragmentation persists in global health, *Global health*, 2020, 16, 60.

⁷ E. ANNANDALE, K. HUNT, *Gender inequalities in health*, Open University Press, Buckingham, UK, 2000.

L. M. BATES, O. HANKIVSKY, K. W. SPRINGER, *Gender and health inequities: a comment on the Final Report of the WHO Commission on the Social Determinants of Health*, in *Soc Sci Med*, 2009, 1002-1004.

ed ambientali le donne presentano un dimorfismo nella suscettibilità alle malattie, nell'esposizione ad agenti patogeni, nell'impatto degli stili di vita e del contesto sociale, nei fattori di rischio, nella localizzazione di una stessa patologia, nell'istologia delle lesioni, nella sintomatologia spesso atipica, nella comparsa di forme cliniche particolari, nelle complicanze, nella frequente presenza di comorbidità, nel decorso post-operatorio, nell'esperienza del dolore e nella risposta a farmaci e vaccini.⁸

Per quanto la denuncia scientifica dei pregiudizi e della cecità genere-specifici in sanità abbia mosso i suoi primi passi nel lontano 1991 ad opera di Bernardine Healy⁹ ed il genere sia stato riconosciuto nello stesso anno come un determinante fondamentale di salute in un paper di Margaret Whitehead e Göran Dahlgren¹⁰, in 30 anni l'ottica culturale genere-specifica non è ancora stata interamente acquisita e sul piano attuativo i sistemi sanitari risultano tuttora inappropriati ed iniqui a seconda se il paziente sia uomo o donna.

Persino in Italia, unico paese al mondo in cui l'applicazione di una corretta medicina genere-specifica è addirittura disciplinata a livello normativo¹¹.

Il "gender gap" si è ulteriormente ampliato con la pervasiva diffusione delle tecnologie digitali, che hanno influenzato e modificato il contesto in cui viviamo a tal punto da indurre l'impellente esigenza di rielaborare il "rainbow model" dei determinanti di salute,¹² includendovi l'ambiente digitale (*digital environment*).

⁸ F. MAUVAIS-JARVIS ET AL., *Sex and gender: modifiers of health, disease, and medicine*, Lancet, 2020, 396 (10250), 565-582

⁹ B. P. HEALY, *The Yentl Syndrome*, New Engl J Med, 1991; 325, 274-276. L'autrice, cardiologa della J. Hopkins University di Baltimora e prima donna a dirigere l'Istituto Nazionale della Salute in USA, osservò come le donne cardiopatiche fossero sotto-diagnosticate, meno ospedalizzate e sottoposte ad interventi e a terapie rispetto agli uomini e scrisse nell'editoriale: «*Yentl, the 19th-century heroine of Isaac Bashevis Singer's short story, had to disguise herself as a man to attend school and study the Talmud. Being "just like a man" has historically been a price women have had to pay for equality. Being different from men has meant being second-class and less than equal for most of recorded time and throughout most of the world. It may therefore be sad, but not surprising, that women have all too often been treated less than equally in social relations, political endeavors, business, education, research, and health care*».

¹⁰ G. DAHLGREN, M. WHITEHEAD, *Policies and Strategies to Promote Social Equity in Health*, Stockholm, 1991.

Gli autori, entrambi professori in Sanità pubblica all'Università di Liverpool ed attivi collaboratori dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) per la ricerca politica sui determinanti sociali di salute, nel 1991 hanno elaborato presso il *Karolinska Institutet* di Stoccolma il "rainbow model", una mappa concettuale sui fattori biologici e sociali che determinano la salute umana. Il modello è stato rivisitato più volte dagli stessi autori, di cui l'ultima nel 2021. G. DAHLGREN, M. WHITEHEAD, *The Dahlgren-Whitehead model of health determinants: 30 years on and still chasing rainbows*, Public Health, 2021, 199, 20-24.

¹¹ In Italia, il Ministero della Salute ed il Centro di riferimento per la medicina di genere dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) hanno prodotto congiuntamente il *Piano per l'applicazione e la diffusione della medicina di genere sul territorio nazionale (13-6-19)* come decreto attuativo della Legge Lorenzin 3/2018 "Delega al Governo in materia di sperimentazione clinica di medicinali, nonché disposizioni per il riordino delle professioni sanitarie e per la dirigenza sanitaria del Ministero della Salute", di cui nell'Art.3 si richiedeva la predisposizione di un «*Piano volto alla diffusione della medicina di genere mediante divulgazione, formazione e indicazione di pratiche sanitarie che nella ricerca, nella prevenzione, nella diagnosi e nella cura tengano conto delle differenze derivanti dal genere, al fine di garantire qualità e appropriatezza delle prestazioni erogate dal Servizio sanitario nazionale in modo omogeneo sul territorio nazionale*».

¹² O. J. DYAR ET AL., *Rainbows over the world's public health: determinants of health models in the past, present, and future*, Scand J Public Health, 2022 Nov; 50(7), 1047-1058.

Le applicazioni dell'intelligenza artificiale dominano ormai irreversibilmente la sanità e la pratica medica quotidiana, con indiscutibili vantaggi per la riorganizzazione dei servizi alla persona, l'erogazione delle prestazioni, nonché per la gestione clinica ed i percorsi di cura in termini di accuratezza, precisione, rapidità, riduzione del margine di errore, miglioramento dell'efficacia diagnostica e terapeutica.¹³

Tuttavia, la sanità digitale non è democratica, inclusiva, accessibile e fruibile equamente nei due generi: è stato stimato che nel mondo 259 milioni di donne in meno rispetto agli uomini ha accesso ad Internet, e che il 37% delle donne ancora non utilizza alcun sistema tecnologico, contro il 31% degli uomini.¹⁴

La diversa alfabetizzazione digitale delle donne risente naturalmente dell'area geografica di appartenenza: mentre nelle società più ricche e culturalmente avanzate le donne sono istruite ed utilizzano i servizi digitali per la salute più frequentemente degli uomini, il rapporto si inverte laddove la donna è socialmente e culturalmente meno evoluta e dove mancano la possibilità di formazione, la competenza tecnologica, la capacità di utilizzo, o le risorse economiche per l'accesso a dispositivi.¹⁵

Inoltre, non va trascurato il fatto che l'aumento progressivo dell'aspettativa di vita della popolazione riguarda particolarmente le donne¹⁶ e ciò influenza negativamente l'approccio alle nuove tecnologie delle persone anziane, già di per sé refrattarie all'utilizzo dei mezzi digitali per forma mentis e per competenze linguistiche limitate. L'invecchiamento apporta problemi di vista, di udito, di mobilità, per non parlare delle disabilità cognitive e dei problemi sanitari complessi, che limitano ulteriormente le capacità di utilizzo dei dispositivi per la salute. Infine, va considerato che le grandi anziane difficilmente abbandonano la propria abitazione, e spesso risiedono in zone rurali a scarsa copertura di rete.

Il gender gap digitale ha dunque aggravato fortemente le disuguaglianze in sanità legate al sesso dei pazienti, inducendo la necessità di monitoraggio e di risoluzioni.

Nel 2015 l'Unione Europea ha stabilito di misurare annualmente l'entità del *gender gap* attraverso l'indice DESI di digitalizzazione socio-economica: l'Italia si è sempre collocata al terz'ultimo posto.

In un recente rapporto, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha dichiarato che «affrontare il divario digitale di genere è fondamentale per colmare le disuguaglianze in sanità e per realizzare i significativi potenziali benefici per la salute che le tecnologie digitali possono apportare alle donne, alle loro comunità e alla società in generale»¹⁷ ed ha esteso a tutte le nazioni l'invito ufficiale di trattare e discutere tale importante argomento in occasione della Giornata Internazionale 2023 per i Diritti della Donna, al fine di stimolare il futuro fiorire di strategie che mirino a digitalizzare la salute femminile,

¹³ N. MATTEUCCI, M. MARCATILI, *e-Health ed evoluzione dei sistemi sanitari. Un'analisi empirica sull'Europa* in: Sanità digitale. Riflessioni teoriche ed esperienze applicative, a cura di G. VICARELLI e M. BRONZINI, 2019, Bologna.

¹⁴ INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU) Workshop, *Economic and fiscal incentives to accelerate digital transformation of data and applications over telecommunication infrastructure*, 3-4 Novembre 2022, Ginevra.

¹⁵ WORLD HEALTH ORGANISATION (WHO) EUROPEAN REGION, *Equity within digital health technology within the WHO European Region: a scoping review*, 2022, Copenhagen.

¹⁶ S. N. AUSTAD, *Why women live longer than men: sex differences in longevity*, *Gend Med*, 2006, 3, 79-92.

F. BAUM, C. MUSOLINO, H. A. GESESEW, J. POPAY, *New perspective on why women live longer than men: an exploration of power, gender, social determinants, and capitals*, *Int J Environ Res Public Health*, 2021 Jan, 18(2), 661.

¹⁷ WORLD HEALTH ORGANISATION (WHO) EUROPEAN REGION, *Equity within digital health technology within the WHO European Region: a scoping review*, 2022, Copenhagen.

promuovendo lo sviluppo e l'utilizzo di applicazioni dell'intelligenza artificiale per apportare significativi benefici al benessere della donna, area poco esplorata a livello aziendale ed ignorata dagli investitori.¹⁸

Una "rivoluzione digitale" progettata in tale ottica rappresenta dunque una nuova opportunità per colmare il *gender gap* e per favorire un sistema sanitario digitalizzato accessibile, inclusivo, trasparente ed equo.

2. Nascita ed evoluzione di FEMTECH

Le tecnologie digitali studiate e realizzate per la salute della donna sono indissolubilmente legate al nome di Ida Tin, imprenditrice danese nata e cresciuta a Copenaghen, ove ha gestito con la sua famiglia una compagnia che organizzava *tours* in motocicletta in varie parti del mondo.

Nel 2009, all'età di 30 anni, intollerante verso gli effetti collaterali provocati dall'uso dei contraccettivi ormonali, maturò l'esigenza di gestire naturalmente la propria fertilità, ma si stupì del disinteresse scientifico nei confronti della pianificazione familiare dall'esordio commerciale della pillola anticoncezionale circa 50 anni prima e di come l'utilizzo dei contraccettivi avessero promosso nella popolazione femminile una profonda disinformazione riguardo ai propri ritmi biologici ed alla sessualità, implementandone viceversa inconsapevolezza, tabù, pudore e refrattarietà nella comunicazione.¹⁹

Ida Tin diede forma al proprio bisogno coniugandolo ad altre caratteristiche personali: l'interesse riguardo all'influenza ormonale sulla fisio-patologia femminile, l'attribuzione di un grande valore alla vita riproduttiva quale espressione dell'identità di genere, il suo credo in un equo accesso ai percorsi di cura, l'interesse per la tecnologia e per i primi *I-Phone* presentati da Steve Jobs, ma soprattutto una grande intuizione e la sua formazione imprenditoriale maturata in famiglia e presso la Kaospilot School.²⁰

Pertanto, si trasferì a Berlino nel 2011, ove progettò e realizzò "CLUE", un'applicazione che permette alla donna di monitorare circa 30 categorie di dati connessi ai propri cicli ormonali femminili ed alla propria fertilità. La donna inserisce, mese dopo mese, informazioni multiple riguardo i propri cicli ormonali, che vengono elaborate dall'intelligenza artificiale integrata nell'applicazione e visualizzate sotto forma di calendario, con previsione dell'andamento ovulatorio e mestruale del ciclo successivo: più accurate, dettagliate e regolari sono le informazioni inserite, e più corrette sono le previsioni.²¹

¹⁸ UNITED NATION WOMEN, *International Women's Day 2023: "DigitALL: Innovation and technology for gender equality"*, OMS Announcement, 22 dicembre 2022.

¹⁹ IDA TIN: «Non riesco a capire come gli esseri umani fossero riusciti a camminare sulla luna ma non fossero riusciti a sostenere le donne nello scoprire in quali giorni possono o non possono rimanere incinte».

²⁰ Ida Tin si è laureata in Economia presso la Scuola di Economia Creativa danese Kaospilots (Aarhus), una *business school* alternativa di *process design* e *projet design*, la cui filosofia educativa è imperniata sullo sviluppo personale, della *leadership*, della creatività, dell'innovazione e su un'imprenditorialità fondata sui valori.

²¹ *App CLUE*: i dati raccolti si riferiscono all'inizio, all'intensità e alla fine del ciclo mestruale, alla presenza di sintomi pre-mestruali, post-mestruali, peri-ovulatori, ai rapporti sessuali ed a note personali riguardo alla percezione di variazioni del proprio stato psico-fisico generale in relazione alle diverse fasi ormonali. Nell'applicazione sono stati inseriti anche una selezione di articoli utili su fertilità e salute, nonché consigli dei medici specialisti. L'elaborazione dei dati avviene attraverso validati metodi scientifici di analisi ed il metodo

Ida Tin lanciò la propria *app* nel 2013, fondando la *startup* CLUE, un'organizzazione progettata per realizzare un modello di *business* innovativo, ripetibile, scalabile e volto ad una rapida crescita.²²

Ed in effetti CLUE è decollata vertiginosamente: attualmente vanta oltre 11 milioni di utenti attivi in 190 paesi, aprendo la strada ad una sorta di "rivoluzione" nel *business* in ambito prettamente femminile, che si è indirizzato verso le più innovative applicazioni dell'intelligenza artificiale quali *apps*, *software*, dispositivi indossabili (*wearable devices*), strumenti tecnologici utilizzati per diagnosi e terapia (*medical devices*), soluzioni digitali di sostegno alle terapie (digiceutici), assistenti virtuali, *robots* ed *avatar*.

Pertanto, nel 2016 Ida Tin ha coniato il neologismo "FEMTECH" (ovvero *Female Technology*: la tecnologia femminile) per definire un sistema aziendale nel settore della *Mobile Digital Health* in cui vengono studiati dispositivi e soluzioni tecnologiche innovative, scientificamente validate, per digitalizzare la salute delle donne e al tempo stesso per raccogliere dati che consentano di analizzare la salute femminile, di ottimizzare prodotti e servizi in tale ambito e di promuovere la nascita di piattaforme in grado di catalizzare finanziamenti a sostegno delle proposte.²³ Il termine è stato successivamente esteso ad indicare un settore più ampio che comprende anche le innovazioni tecnologiche applicate alle cure infermieristiche ed ostetriche della donna, per migliorarne l'assistenza sanitaria.

L'industria *FEMtech* ha registrato una notevole espansione mondiale, soprattutto nella regione Asia-Pacifico, divenutane il mercato di riferimento, probabilmente a seguito delle politiche socio-culturali orientate all'*empowerment* femminile. L'Australia resta il fanalino di coda, registrando uno scarso utilizzo di prodotti e di servizi ed un forte esodo imprenditoriale per ottenere finanziamenti alle proprie aziende.

FEMtech attualmente comprende *startup* progettate per monitorare 97 diverse condizioni di salute femminile, sia in aree della sfera riproduttiva e del benessere sessuale, sia riguardanti gli stili di vita ed altre malattie che suscitano l'interesse prioritario delle donne, quali le patologie osteo-articolari, cardiache, metaboliche e neurodegenerative cerebrali.

La salute riproduttiva rappresenta la sua più grande area di applicazione nel mercato.

La maggior parte delle *app* mobili è volta all'auto-monitoraggio dei cicli mestruali e dell'ovulazione attraverso il progressivo affinamento di calendari predittivi (*trackers*) sulla falsa riga di CLUE.²⁴

statistico utilizzato per la previsione è stato testato dall'*Institute for Reproductive Health della Georgetown University* e da *Cycle Technologies*, un'azienda ad impatto sociale che sviluppa prodotti tecnologici focalizzati sulla salute riproduttiva delle donne per quanto concerne la contraccezione priva di effetti collaterali e la prevenzione di gravidanze indesiderate. CLUE ha ricevuto il 4-3-2021 l'autorizzazione della *Food and Drug Administration* (FDA) per inserire nella propria piattaforma un programma specifico di controllo delle nascite, diventando ufficialmente una *app* per la "contraccezione digitale".

La *App* si sta attualmente evolvendo: viene costantemente arricchita di nuovi contenuti ed implementata di nuove funzioni che consentono all'utente di monitorare le variazioni dei cicli ormonali oltre i fini riproduttivi, per segnalare al medico modificazioni eventualmente correlabili a condizioni patologiche ginecologiche.

²² Ida Tin ha co-fondato la *startup* CLUE a Berlino, in luglio 2013, insieme al marito Hans Raffauf, ed agli amici Moritz von Buttlar e Mike LaVigne. Attualmente il *team* è formato da 45 persone, ha adottato la strategia di rinnovare la *app* originaria continuamente piuttosto che crearne altre, ed ha sviluppato il *software* per i dispositivi *Apple* ed *Android*.

²³ <https://www.youtube.com/watch?v=yJ6gHcZ1L9w>

²⁴ Principali *startup* "period tracker": Flo, WomanLog, Glow, NaturalCycles, Maya, Ovia, iOS13, watchOS6, Femometer.

Altre *startup* forniscono strumenti e soluzioni per supportare la paziente nella gestione efficace della fertilità,²⁵ della contraccezione,²⁶ della gravidanza²⁷, in un piano di cura personalizzato ed interattivo che prevede la raccolta dei dati, l'erogazione di informazioni sanitarie e di consulenze mediche da parte di specialisti esperti, e la possibilità di confronto con gruppi di pari.

Le più recenti *startup* utilizzano le tecnologie digitali per affrontare bisogni insoddisfatti dell'utenza femminile in aree meno esplorate delle patologie ginecologiche ed ostetriche, quali per esempio l'endometriosi, le cistiti ricorrenti, il parto pre-termine.²⁸

L'industria *FEMtech* non si limita allo sviluppo di *software* destinati alle *apps* mobili, ad oggi giunte all'esorbitante numero di circa 3000: alcune aziende creano "dispositivi medici intelligenti" per aiutare la donna ad auto-gestire alcuni eventi fisiologici che caratterizzano la propria vita riproduttiva (*in primis*, ancora una volta, la promozione della fertilità e la gestione della gravidanza) oppure per con-

²⁵ *Prelude Connect*: offre un piano interattivo personalizzato di supporto ai cicli di fecondazione medicalmente assistita: possono essere visualizzati gli appuntamenti, le terapie da assumere durante il ciclo di trattamento, la cartella clinica, gli esami di laboratorio ed è possibile effettuare televisite con il team di assistenza.

Prelude fertility: un team specialistico orienta verso la preservazione della fertilità tramite conservazione degli oociti, in attesa del momento procreativo più adatto in svariate situazioni: persone single, comunità LGBTQ+, programmazione di terapie citostatiche per patologia, necessità di *tests* genetici pre-impianto, riproduzione conto terzi (donatori di gameti).

Celmatix: progetta biotecnologie per il monitoraggio della complessa rete di segnalazione endocrina alla base della corretta funzionalità delle ovaie, per identificarne precocemente l'insufficienza e prevenirne gli effetti negativi sulla fertilità futura.

Progyny: orienta sulla scelta di aziende che propongono cicli intelligenti di fecondazione assistita a bassi costi.

Univfy: calcola la probabilità personalizzata di successo della coppia nei protocolli di fecondazione assistita proposti per il trattamento dell'infertilità, per pianificare in modo intelligente la scelta e massimizzare i risparmi sui costi.

Conceiving: propone servizi di *coaching* per la fertilità con medici esperti e gruppo dei pari.

²⁶ *MyPill*: offre servizi di consulenza con medici esperti per la scelta e la prescrizione del contraccettivo.

LadyPillaReminder: ottimizza un promemoria giornaliero per ricordarsi di assumere la pillola.

²⁷ *PregBuddy*: fornisce informazioni legate alla gestazione, lo sviluppo embrionale e fetale, i cambiamenti del corpo materno legati alle variazioni ormonali e all'incremento volumetrico uterino, la sintomatologia della gestante, le raccomandazioni relative agli stili di vita (esercizio fisico, alimentazione, cura del corpo e della psiche). La piattaforma include consulenze con ginecologi specialisti e condivisione di esperienze e consigli da parte di gruppi di neo-mamme.

Gravidanza-Sprout: offre un diario interattivo personalizzabile della gravidanza e servizi utili quali l'agenda delle visite (in cui annotare date degli appuntamenti e domande per il medico di riferimento), la lista per il bagaglio di mamma e neonato durante la degenza ospedaliera, la possibilità di registrare i movimenti fetali e le contrazioni uterine.

MavenClinic: clinica ginecologica virtuale fondata nel 2014 da Kate Ryder per la pianificazione della famiglia e la gestione delle problematiche di salute dei suoi componenti.

²⁸ *DotLab*: offre uno strumento diagnostico plurifunzionale (*app* i-Endometriosis) per supportare il *management* dell'endometriosi: fornisce alle pazienti informazioni generali sulla patologia, consente la quantificazione del dolore attraverso la compilazione di un diario mensile e l'utilizzo di un Misuratore VAS (*Visual Analogue Scale*) e fornisce un elenco dei centri specializzati di riferimento. Lo strumento comprende funzioni anche per il ginecologo, che accede ai dati inseriti dalla paziente e a materiale scientifico (*flow chart*, atlante delle localizzazioni, modello di cartella clinica, classificazione AFSr)

Uronote: consiste in un diario minzionale elettronico, dove vendono registrati segni e sintomi degli episodi di cistite, successivamente condivisi con lo specialista urologo via *mail*, velocizzando il processo diagnostico-terapeutico.

trastare condizioni invalidanti che li accompagnano, inficiando la qualità di vita, come per esempio la dismenorrea e l'incontinenza urinaria.²⁹

La menopausa rappresenta un moderno ambito applicativo di *FEMtech*, sia per il cambiamento culturale che ha visto l'avvento di una nuova filosofia del climaterio, sia per l'aumento dell'aspettativa di vita che vede le donne transitare in grande numero in questa fase dell'esistenza, inserite in un contesto familiare e lavorativo in cui devono essere ancora performanti per lungo tempo. La cessazione dell'attività endocrina ovarica influisce sull'apparato genitale e su tutti i tessuti dell'organismo femminile producendo cambiamenti che possono alterare la qualità di vita e/o predisporre a condizioni patologiche.

La donna è attualmente più informata, esigente, consapevole, attenta alla salute, e richiede al medico strategie preventive e strumenti efficaci per promuovere il proprio adattamento e conquistare uno stato prolungato di benessere psico-fisico.

Pertanto l'industria *FEMtech* si è inserita nel fiorente mercato della menopausa con un'ampia offerta di tecnologie digitali per monitorare la variegata e personale sintomatologia climaterica, supportare la sindrome genito-urinaria, l'incontinenza, gli stili di vita, l'estetica³⁰ ed anche per affrontare argomenti stigmatizzati, come la salute sessuale.³¹

Attualmente i nuovi scenari della ricerca nel settore biotecnologico digitale hanno favorito l'espansione e l'evoluzione di applicazioni mediche portentose in vari ambiti della salute e del benessere della donna oltre la sfera riproduttiva.

Alcune *startup* si sono specializzate nello sviluppo di *software* per la diagnostica precoce di patologie oncologiche femminili, *in primis* il carcinoma della cervice uterina ed il carcinoma mammario.³²

²⁹ *Rinovum*: fornisce dispositivi medici intelligenti per favorire la fertilità naturale, un "cappuccio cervicale" da posizionare in vagina prima del coito, costruito in modo tale da orientare gli spermatozoi verso l'orifizio uterino, ottimizzandone le possibilità di risalita nel canale cervicale.

BloomLife: produce sensori intelligenti wearable posizionati sull'addome materno, connessi allo *smartphone* della paziente, che trasmettono via *wifi* i dati relativi alle contrazioni uterine e ad altri parametri fisici critici al personale ostetrico preposto in una piattaforma di assistenza pre-partum remota.

Elvie: commercializza un tiralatte indossabile.

Daye: fornisce tamponi vaginali sostenibili contenenti cannabidiolo, un metabolita della Cannabis Sativa, che in estratto concentrato al 30% possono ridurre la dismenorrea in 20 minuti circa. L'applicazione vaginale ha biodisponibilità più elevata rispetto all'ingestione di gocce, in virtù della massima concentrazione dei recettori ai cannabinoidi in vagina.

Revive: ha creato un dispositivo vaginale di supporto della vescica, dell'uretra e dei muscoli perineali, che si inserisce come un assorbente interno per ridurre le perdite urinarie dovute all'incontinenza urinaria da sforzo.

³⁰ *PinkUpVamp*: consiste in un diario elettronico per monitorare le irregolarità di ciclo ed i cambiamenti percepiti, legati alla sindrome climaterica, con una sezione dedicata alle informazioni, ai risultati delle ricerche e al consulto ai medici.

KaNdy: azienda biotecnologica di sviluppo di un trattamento non ormonale della sintomatologia vasomotoria con un prodotto creato dall'intelligenza artificiale che modula i neuroni ipotalamici sensibili agli estrogeni.

ElektraHealth: fornisce una comunità di "benessere virtuale" chiamata "*meno-morphosis*" che propone strategie olistiche per il benessere in menopausa, rivisitando il significato del vivere il periodo climaterico.

³¹ *RosyWellness*: App sviluppata da medici e psicologi per le donne che hanno problemi sessuali, offrendo dei piani personalizzati che partendo da un quiz valutativo del benessere sessuale identifica il tipo di disfunzione.

³² *MobileODT*: ha creato un sistema integrato che esegue la cervicografia digitale automatizzata per lo screening del cancro cervicale. Un colposcopio intelligente mobile (EVA) raccoglie un set di immagini della cervice uterina, le trasmette attraverso una piattaforma per *smartphone* al sistema, ove sono elaborate

Altre aziende *FEMtech* offrono prodotti innovativi davvero inediti: bio-protesi mammarie 3D per la ricostruzione mammaria, latte materno prodotto in bioreattori da colture cellulari umane.³³

Le tecnologie digitali si prestano ad affrontare nuove sfide, in quanto la programmazione dei modelli operativi è estremamente flessibile, in grado di adattarsi ai contesti cui essere applicate ed alle esigenze di mercato. Pertanto, le aziende *FEMtech* riescono a creare strumenti innovativi su misura per supportare la salute di gruppi di donne iniquamente valutate nella propria specificità biologica e culturale, come le donne nere, le comunità LGPTQIA+, le donne economicamente svantaggiate,³⁴ oppure nel supporto preventivo alla violenza di genere.³⁵

Un panorama che *sembra* davvero spettacolare.

3. Criticità genere-specifiche nelle tecnologie femminili per la salute della donna

FEMtech ha successo perché fonde la tecnologia con il bisogno, se si considera che le donne rappresentano il 52% della popolazione mondiale e spendono circa 500 miliardi di dollari l'anno in spese mediche, rappresentando un enorme mercato potenziale.

Si prevede che il mercato di *FEMtech*, stimato attualmente di 22.5 miliardi di dollari, triplicherà in pochi anni, con una stima di 65 miliardi di dollari entro il 2027³⁶.

dall'intelligenza artificiale attraverso un algoritmo prospettico che fa diagnosi di reperti cervicali normali o tumorali in circa 60 secondi, rispetto alle 2 settimane necessarie al laboratorio per leggere il PAP TEST.

KheironMedicalTechnologies: ha creato il *software* "Mia", in cui l'intelligenza artificiale esamina le immagini provenienti dalle mammografie di *screening* e decide quali donne inviare ad ulteriori indagini nell'intervallo previsto tra le routinarie proiezioni. (34.1% di richiami in più, rispetto alle decisioni dei radiologi).

³³ *BioMilq*: sostenuta da Bill Gates, cofondatore miliardario di Microsoft, ha sviluppato una biotecnologia per produrre latte materno umano, utilizzando colture di cellule epiteliali mammarie poste in un bioreattore che simula l'ambiente materno, per favorire il fisiologico processo umano. La *startup* mira a migliorare le opportunità nutrizionali del neonato allorquando vi siano impedimenti all'allattamento al seno e ad avvicinare entrambi i genitori all'allattamento.

LatticeMedical (matisse): produce bio-protesi mammarie cave, stampate in 3D su modello della ghiandola mammaria della paziente mastectomizzata per carcinoma mammario, che vengono posizionate sopra la fascia del muscolo pettorale e successivamente riempite di tessuto adiposo omologo, prelevato intorno al seno. Il tessuto adiposo rigenera e riempie completamente il "guscio" 3D, che viene riassorbito entro 18 mesi.

³⁴ *HealthInHerHue*: piattaforma digitale di comunicazione interattiva tra le donne di colore e medici specialisti che informano e sensibilizzano su problemi di salute che le colpiscono in modo sproporzionato rispetto ad altre etnie, sia per fattori genetici che le espongono ad un maggiore rischio di patologie cardiovascolari, oncologiche e infettive, sia per disuguaglianze nell'esposizione a fattori ambientali e a condizioni di vita svantaggiate, sia per disparità di accesso alle cure.

FolxHealth: piattaforma digitale costruita dalle persone appartenenti alla comunità LGPTQIA+, che eroga servizi ed informazioni riguardanti la salute e la fertilità, fornisce terapie ormonali sostitutive (estrogeni e testosterone) e mette a disposizione gruppi di sostegno per i genitori e tutori di LGPTQIA+.

Kasha: piattaforma di *e-commerce* che ha creato un sistema inclusivo innovativo per vendere e distribuire prodotti per la salute e la cura della persona alle donne in Ruanda attraverso piccoli rivenditori nei mercati emergenti, per favorirne la crescita economica e migliorare il reddito.

³⁵ *SaferSmartJewellery*: produce un dispositivo digitale indossato come un gioiello (bracciale o ciondolo) che invia messaggi di allarme a destinatari prefissati, in situazioni di pericolo: nel *security device* è inserita la funzione di geolocalizzazione per i soccorritori.

³⁶ GLOBAL MARKET INSIDE, *Report*, 2022.

Eppure, nonostante i dati di mercato, *FEMtech* costituisce ancora una minima parte del mercato globale.

Una delle ragioni è che circa l'80% delle *startup* è stato fondato da almeno una donna, rispetto alla media del 20% per le nuove aziende ed è ampiamente documentato in letteratura che le compagnie gestite da donne ottengono meno finanziamenti rispetto a quelle fondate da uomini: nel 2022, negli Stati Uniti, solo il 2-3% dei capitali investiti in *startup* innovative è stato destinato ad imprese tecnologiche femminili e a servizi dedicati alla sfera ginecologica ed alla salute riproduttiva della donna.³⁷

Anche se nel settore *Femtech* stanno recentemente prendendo piede le “*business angels*”, nuove figure di investitrici che catalizzano capitali di rischio allo sviluppo di progetti innovativi, “chi” decide “cosa” finanziare resta ancora l'uomo, pertanto le scelte di mercato sono orientate secondo obiettivi e valori prevalentemente maschili.

Un'altra ragione va ricercata nella sotto-rappresentazione femminile nella formazione specifica tecnologico-informatica: nonostante l'andamento irreversibile del sistema sanitario nazionale verso innovazione, tecnologia, intelligenza artificiale e sostenibilità, in Italia solo il 22% circa delle ragazze sceglie corsi universitari STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), in 35 paesi europei, solo il 20% si laurea in Scienze relative all'utilizzo dell'intelligenza artificiale,³⁸ nell'Unione Europea solo il 17.7% di specialisti ICT (Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione) sono donne e in Italia solo il 14.8%.³⁹

Inoltre la carriera delle donne in tali settori è inferiore a quella degli uomini.⁴⁰

Se il settore tecnologico è dominato dagli uomini, anche la prospettiva sviluppata nei software riguardo ai futuri impieghi dei sistemi digitali sarà maschile, perpetrando ed esasperando ulteriormente il divario di genere già presente nella professione medica.

Occorre pertanto educare ed incoraggiare le studentesse in giovane età a scegliere percorsi formativi tecnologici ed innovativi, che diano loro competenze specifiche per lavori ove intelligenza medica, creatività, progettazione e pensiero critico “a rete” siano dominanti: ciò svilupperebbe prospettive paritarie, e inoltre darebbe loro ruoli più difficilmente automatizzabili e sostituibili in sede lavorativa dai *software*, riducendo la disoccupazione ed il sotto-impiego femminile nei ruoli apicali.

Un'importante criticità genere-specifica di *FEMtech* potrebbe riguardare il fatto che il processo di digitalizzazione della sanità deve essere “di precisione”, costruita per l'uomo e per la donna, in accordo con gli studi scientifici e con le evidenze mediche degli ultimi 30 anni.

I metalinguaggi, le strutture informatiche, gli algoritmi di apprendimento e le metodologie sviluppate dall'AI nell'industria *FEMtech* sono programmati dall'uomo: è dunque possibile che siano inseriti codici fuorvianti che producano decisioni discriminatorie per la donna, la cui specificità non viene prevista, e che l'algoritmo, invece di ridurre l'incertezza diagnostico-terapeutica-prognostica, possa generare paradossalmente negligenza, errore decisionale, asimmetrie genere-specifiche.

³⁷ PITCHBOOK DATA, *Report*, 2022.

³⁸ UNITED NATIONS (UN), UN WOMEN, WOMEN COUNT: *Progress on the Sustainable Development Goals (SDG5): the Gender Snapshot 2022*, Report.

³⁹ UNITED NATIONS (UN), WOMEN IN DIGITAL SCOREBOARD 2020, Report.

⁴⁰ R. VAN VEELLEN, B. DERKS, M. D. ENDEDIJK, *Double trouble: how being outnumbered and negatively stereotyped threatens career outcomes of women in STEM*, *Front Psychol*, 2019, 10, 150.

Le applicazioni di *Femtech* possono acquisire i pregiudizi o la cecità di genere dei suoi programmatori: la formalizzazione di *bias* nel sistema e l'automatizzazione di stereotipi e pregiudizi da parte di sviluppatori di *software* possono condizionare inoltre la procedura di selezione dei curricula, escludendo potenziali candidate in base al proprio sesso o alle caratteristiche della loro vita riproduttiva, riducendo ancora una volta la presenza delle donne in determinati ambiti, ruoli professionali e la leadership femminile.

Infine, *Femtech* costituisce un prezioso scrigno di informazioni riguardanti la sfera riproduttiva delle donne: il *tracking* mestruale e lo "spionaggio ovarico" da parte di datori di lavoro e di assicuratori potrebbe renderle vittime di discriminazioni di genere nell'accesso lavorativo e nell'accensione di polizza sanitarie; ma l'argomento del trattamento dei dati particolarmente sensibili sarà trattato negli articoli successivi.

4. Interrogativi e riflessioni nella pratica medica

L'industria *FEMtech* rappresenta una vera e propria *rivoluzione* nell'assistenza sanitaria della donna e credo che debba suscitare nel medico una serie legittima di riflessioni e di considerazioni, non certo per assumere una posizione antitetica "pro" o "contro" una situazione innovativa dirompente, ma per generare domande e trovare risposte volte a comprenderne la complessità e a migliorare, eventualmente correggere, o forse cambiare, la pratica clinica. Dunque, per "crescere" professionalmente, coerenti col proprio credo.

Di fronte ad ogni cambio epocale di paradigma in medicina, ritengo doveroso per chi come me opera nella promozione della salute mantenere uno sguardo curioso, progressista, critico e aperto, per coglierne l'impatto trasformante su tre fronti: (a) i pazienti, (b) la sanità e (c) la professione medica.

(a) Nell'esercizio della mia attività ambulatoriale, apprezzo quotidianamente gli indubbi riverberi positivi di *FEMtech* sulle pazienti: l'utilizzo delle *Apps* promuove l'*empowerment* delle donne nei percorsi di cura attraverso la diffusione facilitata delle informazioni sanitarie, la maggiore responsabilizzazione sull'importanza della salute riproduttiva, l'aumentata consapevolezza sui segnali del corpo e sui ritmi ormonali, ed una sorta di affrancamento dai tabù riguardanti l'apparato genitale e la salute sessuale.

Questi aspetti favoriscono l'emancipazione della paziente nella sua relazione con il curante, che supera il paternalismo e diviene un dialogo bidirezionale, utile al miglioramento ed alla personalizzazione dell'erogazione della cura, con progressiva conquista di autonomia.

Inoltre, attraverso le piattaforme digitali interattive, le pazienti condividono maggiormente le proprie esperienze, maturando una forte coesione sociale e comunitaria.

Infine, le tecnologie digitali aumentano la possibilità di accesso ad informazioni sanitarie a tutte le donne che vivono in aree ove l'assistenza sanitaria è inadeguata o difficilmente raggiungibile, oppure che sono economicamente svantaggiate.

Tuttavia, nella mia pratica clinica mi scontro spesso con situazioni paradossali che inducono riflessioni riguardo a "come", viceversa, la digitalizzazione possa peggiorare l'approccio della donna alla propria salute e modificare negativamente il patto di cura con il medico.

Il monitoraggio dei cicli ormonali e della fertilità rappresentano il maggiore ambito applicativo di *FEMtech*, ma la pianificazione della scelta riproduttiva non è standardizzabile, in virtù della variabilità endocrina personale che dipende da fattori organici, funzionali, psicologici ed ambientali.

Pertanto, il corretto funzionamento delle applicazioni in tale ambito necessita di precisi prerequisiti di accesso delle pazienti: per esempio, Clue ha già stabilito di bloccare le utilizzatrici della *app* che hanno cicli irregolari e che sono nella fascia d'età compresa 18-45anni, per escludere fattori distorsivi che inficerebbero la corretta previsione dell'ovulazione.

La maggior criticità risiede nel riscontrare quanto le pazienti siano fuorviate da un vizio interpretativo ed acritico riguardo alle informazioni ricevute dalle *apps*, che in realtà non predicono la reale manifestazione di un evento biologico, ma tracciano solo quanto si verifica in modo più ricorrente e su questa base prevedono cosa può manifestarsi con la più alta probabilità: la mancata consapevolezza di ciò può scatenare nella paziente che monitora i dati o allarmismi infondati o una tranquillità controproducente riguardo al proprio stato fisiologico o patologico.

Inoltre, l'auto-monitoraggio continuativo, a volte ossessivo, della propria fisiologica ciclicità può generare un approccio distorto alla salute riproduttiva, con valenze pericolose quali la dipendenza digitale, il riduzionismo tecnologico standardizzato dei ritmi personali, la presunzione di possedere il controllo assoluto di fenomeni biologici in realtà dinamici e mutevoli, l'illusoria convinzione di dominare e di auto-gestire la propria salute senza la figura imprescindibile del medico, o addirittura un salutismo esasperato.

FEMtech offre strumenti fruibili 24 ore su 24, delineando una nuova forma di sanità "a richiesta" (*health on demand*), pertanto le pazienti, non appena compare un sintomo o un dubbio la cui urgenza o procrastinabilità non vengono più discriminate, esigono una risposta immediata accedendo ai servizi digitali oppure al medico, con pretese ingiustificate, a volte arroganti, e con aumentati livelli d'ansia se la richiesta fosse disattesa in tempo reale.

Un'ulteriore criticità è rappresentata dalla *Junk-Science* (scienza spazzatura), ovvero dalle informazioni scientifiche poco appropriate, o addirittura errate, inserite nel sistema a seguito di ricerche prive di rigore scientifico e metodologico, ma guidate da interessi ideologici, economici o politici che distorcono volutamente gli obiettivi scientifici e rendono tali informazioni fuorvianti per le pazienti, ovviamente inabili nel discernerne la validità e fortemente refrattarie ad accogliere rettifiche, se pure da parte del medico, su quanto hanno appreso via internet.

(b) L'attuale organizzazione sanitaria ha schemi insostenibili, ulteriormente compromessi dalla recente pandemia, e necessita di una rapida evoluzione per potere ripartire. Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) nella sua Missione 6 prevede di destinare stanziamenti economici per riforme importanti nel settore della Salute, implementando soprattutto nuovi modelli di assistenza territoriale.

L'*E-health* è stata di fatto inserita nel governo dei sistemi sanitari: sono stati previsti investimenti specifici di 7 miliardi di euro per lo sviluppo di reti di prossimità e telemedicina (M6C1) e di 8.63 miliardi di euro per l'innovazione, la ricerca e la digitalizzazione del SSN (M6C2).

I *software* creati nell'industria *FEMtech* rappresenteranno davvero strumenti migliori di progettazione per un sistema sanitario più efficiente ed equo per le pazienti in termini di accesso ai servizi, efficacia, diagnosi, personalizzazione delle cure, disponibilità delle terapie?

I suoi prodotti riusciranno a ridurre le disuguaglianze di salute genere-specifiche?

Consentiranno una migliore continuità assistenziale tra Ospedale e territorio oppure *FEMtech* diventerà la moderna giustificazione per depotenziare le risorse destinate ai servizi, all'educazione sanitaria e per delegare la cura all'autogestione della salute da parte delle pazienti?

Purtroppo, per la Sanità digitale manca ancora la pratica della Medicina basata sull'evidenza, cioè studi di efficacia affidabili che dimostrino che l'utilizzo delle *apps* per la salute femminile si traduca in un reale vantaggio per le pazienti e per i medici in termini di migliore prevenzione, maggiore potere diagnostico-terapeutico, riduzione dei costi, rispetto agli *outcomes* clinici ed economici conseguiti con la medicina tradizionale.

(c) Sul fronte professionale, il primo quesito che mi sono posta è di natura epistemologica: le radicali modificazioni apportate dalla digitalizzazione della salute femminile possono in qualche modo "denaturare" i fondamenti e la struttura della medicina?

La medicina non è una scienza esatta ma, nella sua accezione ippocratica, è un'arte in cui il sapere e l'esercizio sono basati sull'esperienza, l'osservazione meticolosa dei fatti, la registrazione sistematica dei dati osservazionali, i ragionamenti deduttivi, l'operatività e in cui i limiti e le variegature personali sia del medico sia del paziente possono renderla controversa⁴¹.

Al di là degli ovvi limiti legati all'epoca storica in cui gli aforismi sono contestualizzati, i concetti sono ancora validi ed attuali.

Nella scelta del percorso di cura, il medico deve armonizzare molte variabili delle pazienti: i diversi parametri biologici (modulati da età, genetica, familiarità, epigenetica, microbioma, ambiente, stili di vita, determinanti sociali, dimensione storica), gli aspetti psicologici ed emotivi, l'interazione relazionale ed anche la sua libertà, la volontà di accettare o meno alcuni percorsi terapeutici.

E le gestisce grazie alla "conoscenza medica", prerogativa umana altrettanto variegata, in quanto dotata sia di una solida struttura scientifico-tecnologica di tipo logico-deduttiva, sia di un'importante *dimensione antropologica* in cui intuito, empatia, emotività, creatività, etica, immaginazione, libero arbitrio parimenti contribuiscono al processo decisionale.

Per elaborare la scelta migliore per il paziente, il medico agisce secondo "scienza", ma anche secondo *coscienza*, per cui la risposta operativa finale può non essere sempre quella logicamente attesa dal semplice ragionamento deduttivo basato su segni e sintomi.

In ambito digitale, domandarsi "che cos'è la coscienza" non è una speculazione scientifica o filosofica, ma assume un valore concreto molto rilevante, perché finché la coscienza rimane un'entità ineffabile «al di fuori di ogni comprensione» (Carlo Rubbia) «incomprensibile ed inintelligibile» (Emil Du Bois Reymond) non può essere automatizzata in una macchina e fondare correttamente il processo decisionale.

Ma se invece potesse essere scientificamente indagata ed esistesse una "neuroscienza della coscienza", basata su circuiti, connessioni e reti neurali ben precisi, allora questi potrebbero essere riproducibili artificialmente, trasformati formalmente in algoritmi ed i *software* sarebbero in grado di apprendere processi decisionali integrati paragonabili a quelli umani.

Gli studi in merito stanno compiendo i primi passi, la letteratura neuroscientifica è controversa, e gli autori assumono posizioni interpretative tuttora contrastanti.

⁴¹ IPPOCRATE, «La vita è breve, l'arte è vasta, l'intuizione fugace, l'esperienza fallace, il giudizio difficile», *Aforismi*, 1, 1.

Lo stesso discorso può essere applicato ad un'altra componente fondamentale dell'arte medica, che è la capacità di raccogliere dati attraverso la *relazione medico-paziente*, fatta di domande e risposte esplicite, ma anche di comunicazione non verbale di segni, colti durante la valutazione semeiologica del paziente.

Esiste una neuroscienza del rapporto interpersonale? Sono noti i circuiti, le connessioni, le reti neurali che integrano tutti quei dati provenienti da linguaggio verbale e non verbale, in grado di arricchire la conoscenza per affinare il processo decisionale diagnostico e terapeutico? Può una macchina riprodurre le complesse e personali modalità umane di scelta? Le applicazioni dell'intelligenza artificiale in ambito medico sapranno performare integralmente l'arte medica? A che punto è evoluto lo sviluppo degli algoritmi di apprendimento in tal senso?

Un'altra riflessione importante, collegata alla dimensione antropologica dell'arte medica, riguarda il *metalinguaggio* di *FEMtech*, cioè lo strumento di espressione dei contenuti informativi.

Così come l'uomo impara a "parlare" e le parole identificano concetti ben precisi, con relazioni reciproche che le interconnettono in testi capaci di esplicitare ragionamenti e sensazioni, così i *software* sviluppano metalinguaggi standardizzati secondo criteri universali per rappresentare formalmente la struttura della conoscenza in modelli digitali.

Nei *software* applicati alla salute riproduttiva della donna, è possibile costruire un metalinguaggio standardizzato che rappresenti formalmente la dimensione antropologica della conoscenza medica, riproducendo l'interrogazione, l'interpretazione, l'inserimento di fatti nuovi e variabili in equazioni e regole? L'intuizione, l'empatia, la creatività, il giudizio, la morale, il libero arbitrio del medico sono traducibili in algoritmi?

La controfigura digitale che vive nel cyberspazio sarà davvero in grado di elaborare innumerevoli opzioni possibili, per selezionare tra tutte le potenziali scelte quella più adatta alla specifica e personale situazione della paziente?

Sarà sufficiente una diversa filosofia di progettazione ontologica, oppure resterà un obiettivo visionario irrealizzabile?

È importante capirlo, perché la clinica si muove nella direzione della medicina di precisione, della medicina predittiva e forse addirittura della medicina personalizzata: sarà tecnicamente possibile per i software creati dall'industria *FEMtech* operare in futuro coerentemente a tali ottiche moderne?

L'evoluzione di *FEMtech* evoca una sorta di atavica, umana inquietudine legata alla possibilità futuribile di giungere a progettare una "controfigura digitale" che possa superare il confine tra umano ed artificiale, e che la macchina prima o poi sia in grado di sostituire l'uomo.⁴² Lo stesso terrore dipinto sul volto dell'apprendista stregone, incapace di controllare la potenza imprevedibile degli spiriti utili liberati per aiutarlo.

Come professionisti della salute affacciati al futuro, potremmo tuttavia ribaltare la prospettiva dello sguardo, e domandarci invece se espandere le capacità oltre i naturali confini biologici non sia una minaccia, ma viceversa possa in qualche modo migliorare sia l'arte medica, sia il nostro stesso "essere umani".

E allora penso al castoro, che modifica l'ambiente costruendo dighe, perché gli servono per sopravvivere: lo stagno artificiale creato dagli sbarramenti protegge le tane dagli allagamenti e dai predatori,

⁴² P. DOMINGOS, *Le nostre controfigure digitali*, in *Intelligenza artificiale – Le Scienze (i Quaderni)*, n. 647, 2022.



gli consente di trasportare alimenti e materiale da costruzione senza fatica ed anche di uscire ad approvvigionarsi in modo rapido nuotando, crea un *habitat* che attrae altre specie animali e lo sviluppo rigoglioso di piante che gli serviranno in futuro. Il castoro costruisce dighe perché è capace di abbattere grossi alberi, grazie a denti molto robusti che continuano a crescere anche durante l'invecchiamento.

Dunque i geni che controllano la costituzione proteica dei denti su cui si deposita un grande quantità di ferro e quelli che ne determinano un ciclo cellulare continuo, determinano non solo il fenotipo funzionale del castoro, ma connotano anche un fenotipo ambientale (diga e stagno).

Richard Dawkins, uno dei maggiori esponenti contemporanei della biologia evuzionista, conio il termine di "fenotipo esteso" per indicare strumenti esterni al confine biologico del corpo, che gli animali utilizzano a proprio vantaggio, affinché i propri geni si conservino nel tempo, con ottimizzazione della sopravvivenza animale.⁴³

Nel caso del castoro, il fenotipo allargato dei geni comprende denti, diga, e stagno.

Nel caso della donna, la tecnologia digitale apportata da *FEMtech* può rappresentarne il "fenotipo esteso" dell'essere umano?

L'intelligenza artificiale sarà sempre un'estensione di capacità dell'essere umano, perché l'apprendimento automatico non "crea" informazione, è priva di volontà propria, di coscienza, di libero arbitrio... ma "estrae" rapidamente informazioni dai dati inseriti dall'uomo.⁴⁴

Per alcune capacità e per affrontare singoli specifici problemi AI è già decisamente superiore a quelle del medico, ma attualmente i suoi prodotti restano frutti delle idee e delle azioni dell'uomo, che ne sceglie la direzione, gli obiettivi e ne costruisce gli algoritmi.

Il fenotipo esteso della piattaforma *FEMtech* può rappresentare per il medico un'estensione di opportunità per migliorare la propria arte, di evoluzione positiva della capacità diagnostica e terapeutica riducendo il margine di errore. Ma anche opportunità di miglioramento personale, di uscita da se stesso e da un mondo limitato, per interagire con infiniti modelli di persone ed organizzazioni, estendendosi in infinite direzioni, esplorando, aprendo nuove piste, offrendo a sua volta opportunità e mezzi altrimenti irraggiungibili, sradicando vecchi immobili concetti, rigide consuetudini ormai decontestualizzate.⁴⁵

5. Conclusioni

Sarò davvero così? Tanti interrogativi sgorgano come torrenti impetuosi.

Il medico opera secondo un codice deontologico che indica una serie di principi etici e di codici normati di comportamento cui occorre essere coerenti nell'esercizio della professione: le risposte elaborate dai sistemi intelligenti artificiali saranno allineate al codice etico?

Quali saranno i risvolti in termini di affidabilità, appropriatezza medica, di qualità del rigore scientifico-metodologico, di responsabilità professionale, di cybersicurezza?

⁴³ R. DAWKINS, *The extended phenotype. The long reach of the gene*, Oxford, 2008.

⁴⁴ R. CUCCHIARA, «L'intelligenza artificiale non è artificiale... la sua forza è nella forza di chi l'ha creata e di chi la farà, in futuro. L'intelligenza artificiale siamo noi».

⁴⁵ Y.S. ABU-MOSTAFA, *Machines that think for themselves: new techniques for teaching computer how to learn are beating the experts*, in *Sci Am*, 2012, 307, 1, 78-81.

La comunicazione digitale è trasparente?

Dove sta il confine tra valore e disvalore, libertà e controllo pervasivo della salute generale e riproduttiva della donna?

Quale l'ambiente in cui si sta traslocando?

Quale la distinzione tra i concetti di "benessere" e "salute" e quale l'esatta etichettatura di *FEMtech* su cui si deve fondare la regolamentazione giuridica?

Com'è regolamentata la gestione della particolare categoria di dati personali sensibili trattati da *FEMtech* in termini di raccolta, finalità, trattamento, conservazione, protezione da meccanismi occulti di utilizzo dati per *business, marketing, commercializzazione*?

E quali le criticità normative, regolatorie, la contestualizzazione del concetto giuridico di volontà della persona insite nel processo di digitalizzazione della salute femminile?

Tante questioni ancora aperte, troppi interrogativi della mente e dell'anima... ed è proprio sulle domande che è nata l'idea di una trattazione multidisciplinare di *FEMtech*, supportata dalla bioetica e dalle scienze giuridiche, per superare l'antitesi tra tecno-ottimisti e tecno-pessimisti e cercare risposte concrete che ben definiscano il nuovo contesto tecnologico della medicina per le donne, che ci consentano di "adattarci" coscientemente all'innovazione digitale senza subirla, e al tempo stesso di "adattare" *FEMtech* all'arte medica, migliorandola senza denaturarne le fondamenta e la struttura.

Occorre lavorare in modo multidisciplinare per costruire una *Trustworthy Artificial Intelligence*, cioè un'intelligenza artificiale a cui «dare fiducia contestualizzata, che sappia riconoscere sia le capacità che i limiti dell'intelligenza artificiale, per evitare il rischio di non perdere opportunità, ma nemmeno di conseguenze indesiderate». ⁴⁶

E la strada non deve essere puramente quella di informare e formare le persone dal punto di vista tecnologico e/o dotarle equamente di strumenti, ma piuttosto la costruzione di una nuova "alfabetizzazione digitale" che sia "di precisione", informata, formata, cosciente, etica, consapevole e regolamentata adeguatamente.

⁴⁶ F. Rossi, *L'intelligenza artificiale supererà l'intelligenza umana?*, in *Intelligenza artificiale – Le Scienze (i Quaderni)*, 647, 2022.