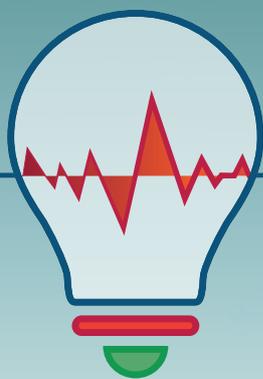


MARZO 2021

PERIODICO TRIMESTRALE



INNOVAZIONE e-SALUTE



INTELLIGENZA ARTIFICIALE E SANITÀ

Scenari futuri per la cura e l'assistenza

NUMERO

1

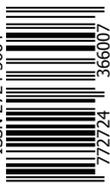
ANNO

2

PREZZO

€ 7,50

01



9 772724 366007

INNOVAZIONE e-SALUTE

Rivista di Innovazione per l'Italia,
Fucina di idee e progetti per il futuro
www.innovazioneperitalia.it

ISSN 2724-3664

Anno 2
Numero 1
Marzo 2021
Periodico trimestrale

Collaborazioni editoriali

AiSdeT (Associazione Italiana di Sanità Digitale e
Telemedicina)

Editore

Comoservice Italia s.r.l.
Via Ciullo d'Alcamo 15/17 - 90143 Palermo

Direttore Responsabile

Giuseppe Pecoraro

Direttore editoriale

Massimo Caruso

Condirettori editoriali e Responsabili del Comitato scientifico

Nicola Marino
Enrico Santus

Comitato scientifico

Lillo Casà
Edoardo Lenzi
Beatrice Portelli
Simone Scaboro
Giuseppe Serra
Eleonora Trecca
Francesco Tucci
Aldo Ummarino

Hanno collaborato a questo numero

Lia Alimenti
Manuela Appendino
Simone Bianco
Giovanni Enrico Cacciamani
Sara Capponi
Alessandro Cascavilla
Riccardo Cervelli
Emmanuele Chersoni
Orazio Michele Codella
Gabriele Dominici
Maria Teresa Ferretti
Alessandro Fulgheri
James H. Kaufman
Luca Iacoponi
Marcello Ienca
Laura Liguori
Paolo Locatelli
Nicola Marino
Samir Mastaki
Simona Mellino
Beatrice Portelli
Alexandros Poulis
Domenico Prattichizzo
Antonella Santucci Chadha
Gabriel Scali
Eliseo Sciarretta
Giuseppe Serra
Alberta Spreafico
Valentina Sumini
Kirk Swanson
Kyle Swanson
Domenico Veneziano

Progetto grafico e impaginazione

Katarzyna Leszczynska

Crediti fotografici

iStock

Servizi editoriali

Edizioni Kalós - Via Ciullo D'Alcamo 15 - 90143 Palermo
www.edizionikalos.com

Registrazione

Autorizzazione 7/2020
Registro stampa presso Tribunale di Palermo
del 14/07/2020

Abbonamenti e informazioni pubblicitarie

info@edizionikalos.com
info@innovazioneperitalia.it

Informazioni redazionali

segreteria@innovazioneperitalia.it
segreteria@aisdet.it

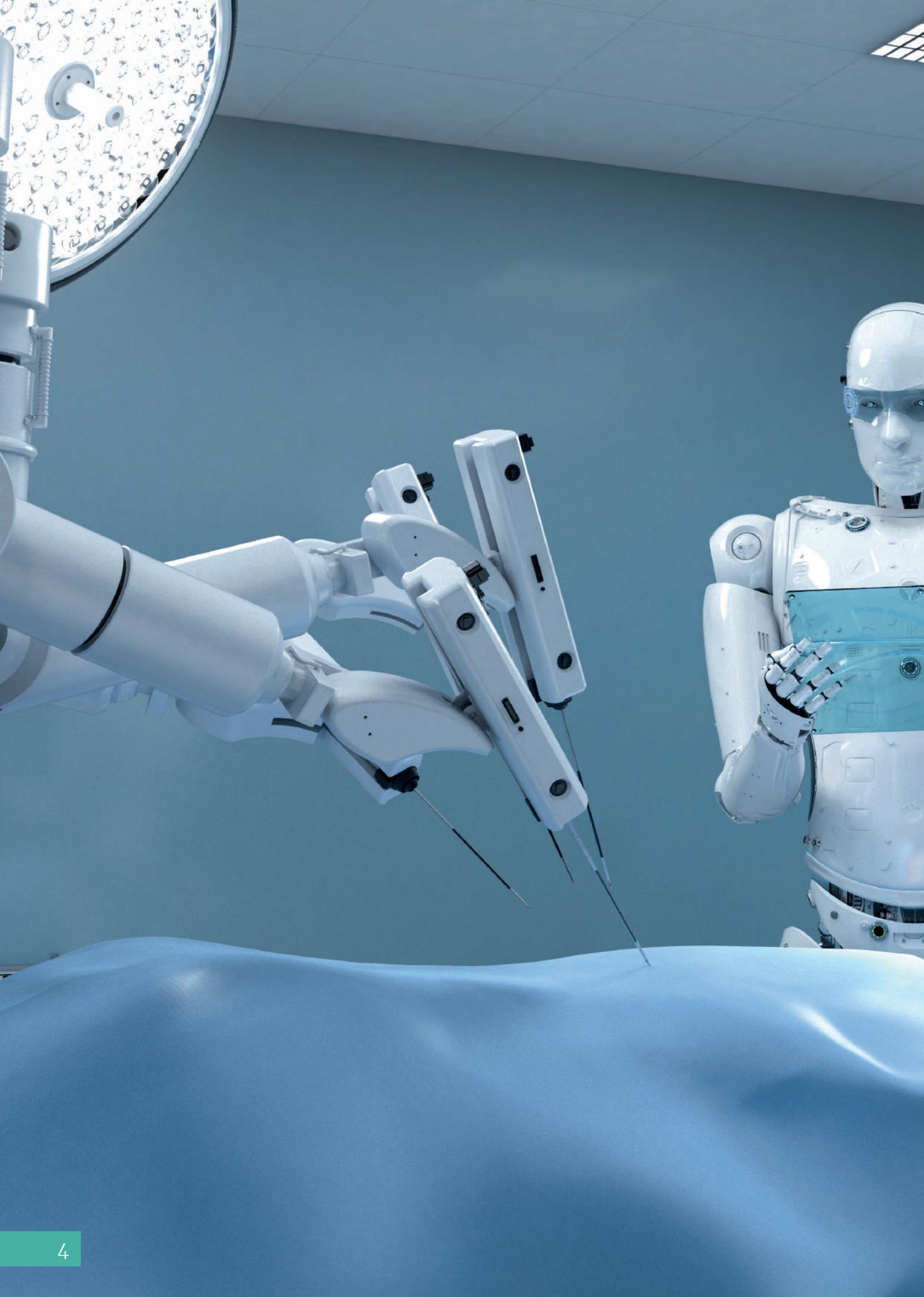
Costo unitario formato cartaceo 10 euro
Costo unitario formato digitale 7.50 euro

Per ricevere la rivista in formato cartaceo o digitale scrivere a:
segreteria@innovazioneperitalia.it

Questo numero è stato chiuso
nel mese di marzo 2021

Indice

Verso un nuovo paradigma dei servizi di salute	5
Intelligenza Artificiale nel settore Healthcare: analisi e prospettive economiche	6
Tecnologie esponenziali e scenari futuri	14
Beyond technology: enabling the full potential of AI in healthcare	22
Machine Learning Applications and Data Challenges in Life Sciences	34
Intelligenza al quadrato: Il futuro dell'intelligenza umana e artificiale	42
The use of artificial intelligence in brain and mental health	48
Farmacovigilanza: Intelligenza Artificiale a Supporto del Monitoraggio degli Effetti Collaterali	54
Use of ASR and TTS in Telemedicine and Healthcare System	62
Medicina di Precisione: Come l'Intelligenza Artificiale ha contribuito alla lotta contro il COVID-19	70
Modeling a pandemic	78
L'utilizzo della tecnologia per favorire il patient empowerment: come le tecnologie digitali, l'intelligenza artificiale e la tecnologia blockchain possono migliorare la qualità del percorso terapeutico	86
AI for Drug Development	92
Telehealth and Big Data for Human Spaceflight. Applications to Remote Touch and Respiration Tangibility	106
Etica e Intelligenza Artificiale. Le problematiche	114
L'intelligenza artificiale al servizio della salute: l'evoluzione di chatbot, assistenti virtuali e social robot tra potenzialità e pericoli	118
Il valore dei dati in sanità: dall'intelligenza artificiale per la cura all'uso di fonti dati integrate per la gestione dei servizi e del valore generato nel sistema	126
La sfida per la ricerca tra Intelligenza Artificiale, Big Data e protezione dei dati personali	134
Bioetica e bioingegneria: integrazione di saperi	138
Intelligenza Artificiale in Sanità. Tra certificazione e validazione	144



Verso un nuovo paradigma dei servizi di salute

Enrico Santus (*), Nicola Marino (**)

(*) Data Science Leader - Bayer

(**) Co-founder INTECH - Innovative Training Technologies Senior Consultant Health Catalyst

La Quarta Rivoluzione Industriale (Industria 4.0) sta sfumando i confini tra il mondo fisico, il mondo digitale e quello biologico. Lo sviluppo di tecnologie orientate alla cattura e allo sfruttamento del dato per ottimizzare e automatizzare decisioni ed azioni promette di cambiare radicalmente il mondo in cui viviamo. Negli ultimi anni, sensori IoT, stampanti 3D, robotica e intelligenza artificiale hanno contribuito a generare realtà che sino ad appena un decennio fa sembravano solo idee visionarie, quasi ad essere materiale fantascientifico.

La sanità, ed in particolar modo dove l'innovazione ricopre un ruolo di primo piano per contrarre i costi ed ottimizzare i processi, è un settore resosi particolarmente ricettivo verso tale opportunità. La recente pandemia, in aggiunta, con l'enorme pressione esercitata sui sistemi sanitari anche più evoluti, ha trasformato questo senso di opportunità in una più preminente necessità. L'integrazione di alcune, sopracitate, tecnologie nei processi di valutazione della medicina - dalla predizione del rischio alla diagnosi, dalla prognosi alla terapeutica - e con le nuove scoperte nel campo della genetica è diventata un'importante risorsa durante i giorni più bui della crisi pandemica, accelerando fattualmente processi che avrebbero prima richiesto maggior tempo e risorse, siano esse umane che economiche.

Nel breve periodo, tale processo potrebbe portare alla conversione completa di due dei fondamentali pilastri dell'attuale paradigma sanitario:

- a. trasferendo l'attenzione, di concreto, dalla cura alla prevenzione;
- b. abbandonando l'approccio one-size-fits-all, quindi lasciando spazio alla medicina di comunità, personalizzata, di precisione e partecipativa.

In questo numero di Innovazione e-Salute, abbiamo raccolto una rassegna di interventi internazionali che possano offrire al lettore una panoramica ampia e dettagliata delle trasformazioni tecnologiche che stanno impattando il settore sanitario a livello globale, con uno sguardo critico e basato sulle più recenti evidenze scientifiche nella fattispecie dell'uso di algoritmi di intelligenza artificiale.

Nonostante le enormi differenze nazionali, l'intero pianeta ha intrapreso un percorso di digitalizzazione che sembra aver sorpassato il punto di non ritorno. Gli USA lo guidano, spinti dalla necessità di stimolare il sistema privato ad adottare il razionale value-based healthcare, nel quale i provider di servizi sanitari vengono compensati non tanto sulla base della quantità di servizi offerti, quanto sulla base degli outcome ottenuti in rapporto alla spesa, sia nel breve che nel lungo periodo (ad esempio, attraverso l'analisi dei dati). Il caso americano si configura quindi

come il più grande avamposto nazionale per l'adozione di nuove tecnologie in ambito sanitario, considerato che gli USA spendono per la sanità quasi il 17% del PIL (5% privato), ovvero oltre 3.7 trilioni di dollari (circa 10 mila dollari pro-capite), con un trend previsionale in crescita per il prossimo decennio. Diviene quindi la spesa sanitaria uno dei maggiori driver dell'adozione di nuovi modelli e strumenti tecnologici in sanità. L'Asia e l'Europa seguono gli USA, spinte rispettivamente dalla necessità di ampliare la base di popolazione capace di usufruire di servizi sanitari (democratizzazione) e dall'esigenza di rendere sostenibile l'inesorabile trend demografico di invecchiamento della popolazione, che accresce la pressione sul sistema sanitario. Si stima, d'altronde, che un individuo over-65 sfrutti tre volte i servizi di cui usufruisce un cittadino in età lavorativa e cinque volte quelli di un bambino.

Quanto segue sarà, quindi, un percorso che analizza gli aspetti più interessanti dell'uso di algoritmi di intelligenza artificiale in sanità. Un *fil rouge* che percorre i trend più significativi, descrivendo processi e modelli che, di concreto, stanno maggiormente beneficiando dell'adozione di intellettici sintetici e analisi dei big data. Per fornire una visione d'insieme, lucida e prospettica, capace di accompagnare il lettore anche meno esperto, abbiamo selezionato ricercatori afferenti a discipline economiche, mediche ed ingegneristiche, con l'intento di comunicare la dirompente trasformazione in atto attraverso un linguaggio scientifico e secondo le più recenti evidenze della letteratura.

La nostra attenzione si muoverà dai driver che globalmente spingono i nuovi bisogni assistenziali - ovvero l'aspetto economico, demografico e manageriale - agli aspetti più propriamente clinici - dalla prevenzione alla diagnosi, quanto mai rapida, fino alla scoperta di nuovi trattamenti e alla personalizzazione delle cure, in particolare sotto il profilo farmacologico. Discuteremo la bioetica, che accomuna e distingue l'intelletto umano e l'intelligenza artificiale, per poi passare alla salute mentale e ai modelli più moderni di analisi epidemiologica, che tanto ruolo ha ricoperto durante la crisi pandemica causata dal SARS-CoV-2. Saranno parte della trattazione anche gli aspetti futuribili che riguardano lo spazio e la tutela della salute al di fuori dell'orbita terrestre.

Il nostro fine ultimo resta quello di stimolare lo studio, la comprensione e l'analisi della tematica tra clinici, chirurghi, operatori e manager sanitari. Instillare la consapevolezza, condivisa dalla comunità scientifica internazionale, che la sanità è prossima ad un cambio di paradigma come mai prima, incentrato sull'evidenza del dato.

È un progetto, il nostro, che parte dalla ricerca e si propone di catalizzare una comunità capace di tradurre attivamente l'innovazione tecnologica a cui stiamo assistendo in strumento per garantire la tutela della salute.

Intelligenza Artificiale nel settore Healthcare: analisi e prospettive economiche

Alessandro Cascavilla

*Dipartimento di Economia, Management e Diritto d'Impresa,
Università degli studi di Bari - Dipartimento di Economia,
Universitat Jaume I.*

L'Intelligenza Artificiale (AI) è stata definita una tecnologia esponenziale che trova applicazione in diversi settori, e che può avere un impatto economico significativo nei prossimi dieci anni. In particolare, c'è molta attenzione per l'impatto che l'AI può avere nell'Healthcare, settore che si trova di fronte ad alcune difficoltà, come una crescente spesa e domanda di servizi sanitari a fronte di una popolazione sempre più anziana e un'offerta sanitaria rigida. Visti i ritorni nelle recenti applicazioni dell'AI nel settore, in particolare nell'*imaging* e nella diagnostica, gli investimenti in startup AI-Healthcare sono cresciuti esponenzialmente a livello globale negli ultimi anni, ma l'Europa è ancora distante dai risultati del mercato statunitense. Ad ogni modo, nonostante le varie applicazioni e l'aumento della produttività previsto per il settore sanitario, esistono ancora alcune criticità da affrontare, che vanno dal convivere e fidarsi di tecnologie basate sui dati, all'etica di dover interagire potenzialmente con meccanismi decisionali automatici/robotici, fino alla difficoltà effettiva di ottenere dati con cui operare su larga scala. Infine, se a livello macroeconomico l'applicazione dell'AI può portare al *displacement*, ossia alla sostituzione dei lavoratori con la tecnologia, il settore healthcare non subirebbe alcun impatto potenzialmente negativo, ma ne trarrebbe maggiore beneficio data l'attuale e futura carenza di personale medico a fronte della crescente domanda sanitaria.

Le criticità del Sistema Sanitario e panorama Economico-Sociale

Il sistema sanitario nei paesi occidentali è in una fase di transizione importante. Molte ricerche mostrano come questo stia diventando sempre meno sostenibile e come ci sia bisogno di un cambio di paradigma nella gestione, allocazione ed erogazione

dei servizi sanitari.¹ Le principali criticità che rendono il sistema sanitario poco sostenibile sono in qualche modo interconnesse, e sono le seguenti:

1. invecchiamento della popolazione;
2. spesa sanitaria crescente;
3. inefficienze nel settore sanitario

1. La popolazione mondiale sta invecchiando. In particolare, focalizzandoci sul mondo occidentale, è ormai

chiaro come le persone vivano più a lungo e abbiano una maggiore aspettativa di vita alla nascita, e questo è di per sé un ottimo risultato. Nel complesso però, l'aumento della aspettativa di vita non è bilanciato da un contestuale aumento del tasso di natalità, che è addirittura in costante calo, e ciò comporta problemi di sostenibilità per i sistemi di welfare dei principali paesi occidentali, in particolare di quelli europei. Questo è un problema perché,

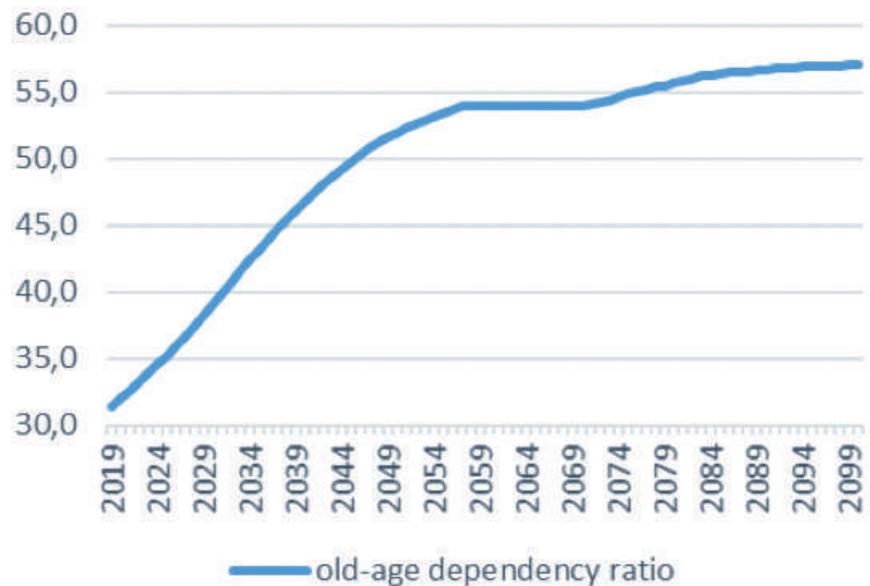


Figura 1. Proiezione old-age dependency ratio (Media UE27) - Fonte dati: Eurostat.

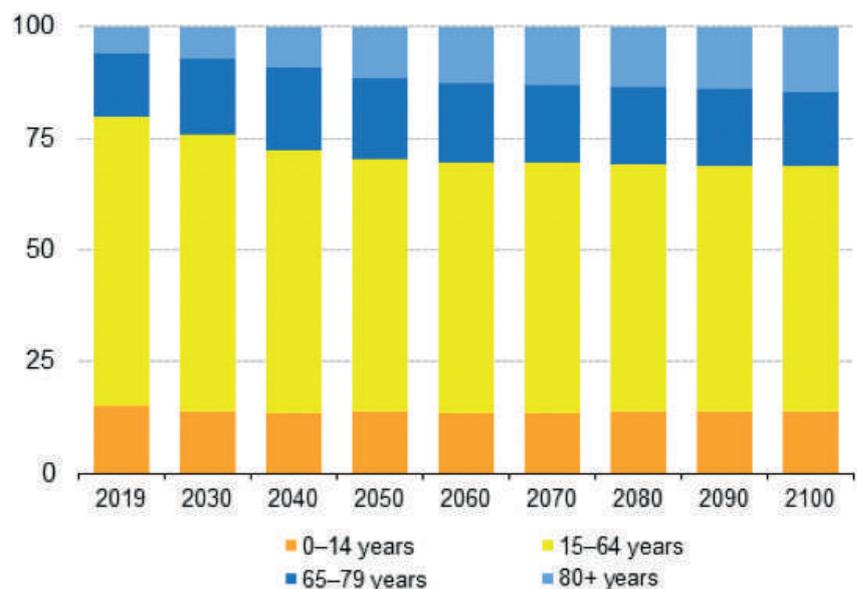


Figura 2. Struttura della popolazione per classi di età, EU-27 (% popolazione totale) - Fonte dati: Eurostat.

a fronte di una popolazione sempre più anziana (ultra 65enni), ci sarà una minore popolazione in età lavorativa (15-65 anni) che potrà contribuire alle spese sanitarie e previdenziali. I dati sull'andamento della popolazione non sono infatti confortanti: guardando alla media europea, l'*old-age dependency ratio*, ovvero il rapporto percentuale tra ultra sessantacinquenni rispetto alla popolazione in età lavorativa, si attesta al 31,4 per cento nel 2019, ovvero per ogni persona "anziana" (pensionata) ci sono circa tre lavoratori che generano reddito per sostenere le spese previdenziali e assistenziali. Le proiezioni indicano un andamento crescente dell'indice, che raggiungerà il 50 per cento nei prossimi venticinque anni (Fig. 1).² Inoltre, analizzando l'età mediana della popolazione tra il 2009 e il 2019, si evince come questa sia in crescita in tutti i Paesi europei (eccetto in Svezia). Con un'età mediana di 43,7 anni, l'Italia è il Paese più vecchio del continente e uno dei più vecchi al mondo, la cui popolazione è prevista ridursi, per via della diminuzione del tasso di natalità, da 60,6 milioni di abitanti residenti nel 2017 a 54,1 milioni nel 2065.³ Perciò, lo scenario che ci attende è chiaro: una società meno popolosa, composta da più anziani (barre blu chiaro e scuro, Fig. 2) e relativamente meno persone in età lavorativa (barra gialla, Fig. 2).

2. È facile capire che la diretta conseguenza di una popolazione più anziana è rappresentata da una crescente spesa sanitaria. L'andamento della spesa sanitaria in Europa mostra come, a partire dagli anni 2000 questa sia cresciuta costantemente, passando da meno di 1.500 dollari a inizio secolo a oltre 3.000 dollari pro capite nel 2018 (curva blu, Fig. 3). Lo stesso trend crescente è visibile nel rapporto tra spesa sanitaria domestica in rapporto al Pil: in questo caso si è passati dal 6,5% al circa 7,5% a seguito della crisi finanziaria del 2009, per poi stabilizzarsi intorno alla media fino al 2018 (curva arancione, Fig. 3). L'aumento del rapporto tra spesa

sanitaria e Pil nel 2009 è giustificato aritmeticamente dall'effetto denominatore data la riduzione drastica del reddito in tutti i Paesi UE, a parità di spesa. La crescita della spesa sanitaria in questo lasso temporale è confermata anche in Italia: a partire dal 2000, la spesa sanitaria è cresciuta del 69 per cento in termini nominali e del 22 per cento in termini reali, considerando l'inflazione. L'incremento maggiore, in linea con i dati europei, c'è stato nei primi dieci anni del 2000, passando da 68,3 miliardi a 113,1 miliardi di euro nel 2010, per poi stabilizzarsi fino al 2018.⁴

3. Il settore sanitario è poco efficiente. Oltre all'evidente andamento crescente della spesa sanitaria, a fronte di una popolazione sempre più anziana e affetta da patologie croniche, che rappresentano la causa del 60 per cento delle morti⁵, quello sanitario è un settore affetto da molte inefficienze, in cui storicamente non è stato adottato un vero e proprio approccio manageriale. Infatti, le stime dell'OMS indicano che su 10 euro di spesa, circa 2 rappresentano possibili sprechi, fino ad arrivare a 5 negli Stati Uniti (Berwick e Hackbarth, 2012). Questo stile di gestione è cominciato ad essere centro di un dibattito tra gli addetti ai lavori, e un'alternativa che sta

prendendo sempre più piede è l'approccio *value-based*.⁶ Ideato da M. Porter, l'approccio basato sul valore è visto come il ritorno in termini di risultati sanitari, quindi benessere e salute, rispetto alle risorse investite e i costi sostenuti in sanità. Questo approccio permetterebbe da un lato di dare un prezzo alle prestazioni basato sul valore offerto, e dall'altro di rendere il sistema sanitario più efficiente nel complesso, individuando le aree di sovrautilizzo delle risorse, inefficienze e scarso coordinamento.

Tenendo a mente queste criticità, è essenziale definire quali sono i possibili sviluppi che il sistema sanitario può trovare grazie alle applicazioni delle nuove tecnologie. Nonostante la vastità delle innovazioni tecnologiche a servizio della sanità, quest'analisi si focalizza sulle potenzialità dell'Intelligenza Artificiale (AI), una delle innovazioni tecnologiche più dirompenti, che sta ricevendo particolare interesse da parte di investitori privati e istituzionali di tutto il mondo, soprattutto per gli elevati ritorni e le attuali applicazioni efficienti in ambito sanitario.

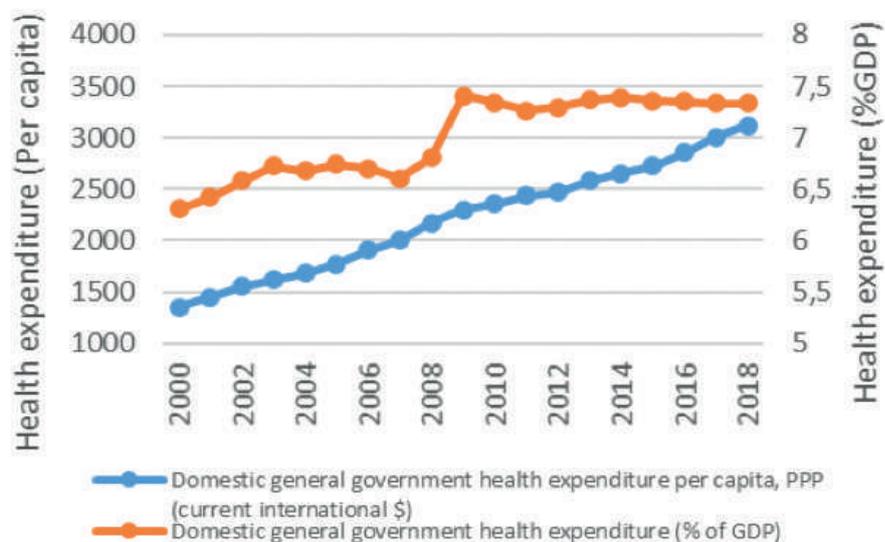


Figura 3. Andamento della spesa sanitaria (Media UE27) - Elaborazione personale su dati Eurostat.

AI per lo sviluppo dell'Healthcare

L'AI trova applicazione in diversi ambiti e settori produttivi, ed è largamente accettato dagli analisti che il suo impatto aggregato nell'economia sarà rilevante ed esponenziale:⁷ entro il 2030 il Pil mondiale crescerà potenzialmente del 14 per cento grazie all'AI, con una crescita media addizionale annua dell'1,2 per cento; inoltre il 70% delle imprese, a livello globale, adotterà almeno una applicazione AI nel proprio modello di business.⁸

In particolare, l'AI ha enormi potenzialità ed è sin da subito applicabile nell'healthcare, al punto che, secondo un report PwC, è il settore in cui l'AI troverà maggiore applicabilità.⁹ Sulla base della letteratura esistente, esistono principalmente quattro categorie di applicazione AI nell'healthcare:

1. diagnosi e classificazione;
2. valutazione del rischio di mortalità o morbilità;
3. previsione, trattamento e gestione della malattia;
4. monitoraggio dei risultati e policy-making.

In ognuna delle quattro aree di applicazione, l'AI ha l'opportunità di far risparmiare tempo e ingenti risorse economiche ai dipendenti sanitari, con un conseguente aumento di valore e produttività. In termini pratici, le applicazioni AI nella medicina possono essere classificate in diversi modi, come quelli di seguito riportati:¹⁰

- ▶ Tramite accessori indossabili (*wearables*), come braccialetti e *smart watches*, è possibile monitorare indicatori di salute e prevenire diverse patologie;
- ▶ Tramite l'*Imaging* è possibile individuare e diagnosticare malattie come cancro e malattie respiratorie;
- ▶ Con analisi di *big data* e grazie all'accuratezza nelle analisi previsionali, di testing e classificazione, l'AI rende la ricerca in laboratorio meno costosa e più efficiente;

- ▶ Il *monitoraggio fisiologico* tramite AI permette di monitorare lo stato di salute e le potenziali anomalie;

- ▶ Con i *real world data* (RWD), ovvero banche dati di una popolazione su larga scala, l'AI può essere utile per analizzare l'efficacia di nuovi farmaci;

- ▶ Gli *assistenti virtuali* possono supportare i professionisti nel contatto con i pazienti e con la medicina a distanza. Alcuni esempi sono i Bot o gli *Smart-speaker* usati per trascrivere dati clinici e estrapolare informazioni in automatico, con un significativo risparmio di tempo e risorse;

- ▶ Le *app* personalizzate prevedono un'analisi continuativa su misura del paziente, in modo tale da influenzare le sue abitudini quotidiane tramite device e con infermieri virtuali a distanza;

- ▶ Infine, la *robotica* può supportare professionisti e tecnici in diversi ambiti, come nella chirurgia assistita.

Più in generale, è possibile sostenere che le applicazioni AI comportano una riduzione delle inefficienze e un aumento di risorse a disposizione per chi la adotta nel proprio ambito produttivo. I potenziali effetti dell'AI nel settore sanitario possono essere suddivisi tra breve, medio e lungo periodo. Nel breve l'AI trova facile applicazione e permette di velocizzare pratiche di assistenza e contatto con i pazienti, come anche la trascrizione e classificazione rapida di dati clinici. Nel medio termine ci si può aspettare una più profonda penetrazione dell'AI nelle scelte diagnostiche basate sull'analisi di *Big Data*, e un maggiore utilizzo della medicina a distanza. Nel lungo periodo la robotica potrebbe supportare, o addirittura sostituire, professionisti nella fase di analisi e di trattamento chirurgico dei pazienti. Per le conseguenze relative agli ultimi due temi il dibattito è aperto, attuale e desta alcune preoccupazioni, che verranno discusse nella sezione finale di questa analisi.

Nonostante ciò, diversi indicatori economici mostrano un crescente entusiasmo nel mercato dell'AI, in particolare nel campo healthcare. Gli effetti economici diretti che l'AI può avere nel settore sanitario possono essere valutati sulla base dell'ammontare di risorse finanziarie risparmiate e il maggior tempo a disposizione per il personale medico. Le potenziali risorse finanziarie risparmiate annualmente, in media tra i vari paesi Europei, considerando anche il costo opportunità, ammontano a circa 200 miliardi di euro.¹¹ Questi risultati sono in linea con quelli del mercato statunitense, dove è previsto un risparmio stimato netto di circa 150 miliardi di dollari l'anno, fino al 2026.¹² Grazie alle applicazioni AI, Goldman Sachs stima invece un risparmio di costi per 45 miliardi di dollari l'anno nel settore healthcare.¹³ Il risparmio più ingente, in termini di risorse finanziarie, si ottiene tramite l'applicazione AI alle analisi di laboratorio, con gli accessori indossabili (*wearables*) e nel monitoraggio. A questo si aggiunge il risparmio in termini di tempo per i lavoratori che, con la sola tecnologia di assistenza virtuale, come la trascrizione voce-testo, può tradursi in un risparmio di tempo del 17 per cento per i medici, e del 51 per cento per gli infermieri.¹⁴ Le applicazioni AI più diffuse, che rappresentano quelle verso cui sono stati indirizzati maggiori finanziamenti, sono quelle che applicano l'AI con accessori indossabili (*wearables*) e tecniche di *imaging* per le diagnosi.

Panorama economico AI in Europa: investitori e imprese nel settore healthcare

Come accennato all'inizio della sezione precedente, il mercato delle imprese AI è in crescita esponenziale dato il potenziale impatto economico. A livello globale, l'AI può contribuire per oltre 15 trilioni di dollari entro il 2030, di cui circa la metà derivante

dalla crescita della produttività (aumento del 9,9% e del 11,5% del Pil rispettivamente nel Nord e Sud Europa).¹⁵ Data la carenza di evidenza empirica a disposizione, queste proiezioni vengono elaborate utilizzando simulazioni di modelli di equilibrio economico generale, e, nonostante ciò, sembra esserci unanimità tra i ricercatori sull'ingente impatto dell'AI nell'economia. Questo ha spinto molti investitori, soprattutto privati come venture capitalist, ma anche pubblici, a scommettere nelle startup che utilizzano l'AI. Il panorama di aziende che utilizzano l'AI è in forte crescita in Europa, sebbene il nostro continente sia ancora lontano dalla dimensione del mercato statunitense, che ha la leadership per numero di startup che operano con l'AI. In Europa (UK compreso), le startup nel campo dell'AI sono 769, distribuite principalmente tra UK (245), Germania (109) e Francia (106).¹⁶ Gli Stati Uniti contano circa 1.400 startup nell'AI, pari al 40% del totale delle startup al mondo, basate principalmente nell'hub di San Francisco, Bay Area e New York-Boston. L'assenza nel mercato europeo di big players tecnologici è un chiaro svantaggio nel finanziamento dell'AI startup da parte di investitori privati, e questo giustifica il fatto che, nel 2016, in Europa si è investito sei

volte di meno nell'intelligenza artificiale rispetto agli Stati Uniti. Per questo motivo negli ultimi anni, oltre agli investimenti previsti nel programma Horizon 2020, l'UE ha messo a disposizione un vero e proprio piano per attrarre risorse finanziarie verso l'AI. La Commissione Europea ha infatti presentato il Digital Europe Programme, un programma di 7,5 miliardi di euro per rendere le aziende europee più digitali, di cui 2,1 miliardi di euro sono stati destinati alle imprese AI.¹⁷ Inoltre, a fine 2020, la Banca Europea degli Investimenti (EIB) e il Fondo Europeo per gli Investimenti (EIF), hanno messo a disposizione 150 milioni di euro per supportare aziende di AI in tutta Europa.¹⁸ Come detto in precedenza, le potenzialità dell'AI sono quindi osservabili soprattutto nel settore sanitario, dove diverse applicazioni sono già state sperimentate. A livello globale, i finanziamenti verso startup che utilizzano l'AI nel settore medico-sanitario stanno crescendo in modo esponenziale: rispetto al 2014, anno in cui il mercato era valutato a 600 milioni dollari, il valore atteso del 2021 è cresciuto di 11 volte, pari a 6,6 miliardi di dollari, con un tasso di crescita composto medio annuo (CAGR) del 40%.¹⁹ Una stima del tasso di crescita simile del mercato AI-Healthcare (39,4%) è prevista da

Global Market Insights, che stima oltre 10 miliardi di ricavi a livello mondiale entro il 2024.²⁰ Inoltre, il numero di *deals*, ovvero gli accordi di finanziamento conclusi tra startup e *venture capital*, è più che triplicato nel 2019 rispetto al 2015 (Fig. 4). Tra queste startup, il 29% applica l'AI per l'*imaging* e la diagnosi.²¹

Per recuperare terreno rispetto al mercato statunitense, l'UE finanzia l'*EIT health investment network*, al fine di accelerare la fase di *funding* per le startup promettenti che applicano le nuove tecnologie come l'AI nel settore *healthcare*, con finanziamenti tra i 500 mila e i 10 milioni di euro.²² Nell'ultimo anno, l'EIT ha finanziato diverse startup per un ammontare di 18 milioni di euro. Tra le startup europee promettenti nel settore AI-Healthcare, che hanno ricevuto supporto finanziario dall'EIT, troviamo (nel campo dell'*Imaging medico*): *Gleamer*, una startup francese finanziata per 7,5 milioni di euro, che sviluppa software basati sull'AI per tracciare anomalie sulle immagini mediche per aumentare la produttività dei radiologi; *InHearth*, startup anch'essa francese, che ha raccolto 3,7 milioni di euro per l'analisi dello stato cardiaco tramite *medical imaging* e AI; *QUIBIM*, startup biotech spagnola finanziata per 8 milioni di euro, che sviluppa biomarcatori per *imaging*. Anche in Italia sono state finanziate alcune startup da parte dell'EIT: una è *Riatlas s.r.l.*, spinoff dell'Università di Salerno, che sfrutta l'AI per la medicina di precisione; un'altra è *Restorative Neurotechnologies*, spinoff dell'Università di Palermo, che ha raccolto un milione di euro di investimenti per sviluppare dispositivi medici (*Mindlenses Professional*) per la riabilitazione cognitiva. Oltre a quelle appena citate, esistono molte altre startup che applicano l'AI per l'*healthcare*, e le più grandi operano principalmente nel mercato USA.²³

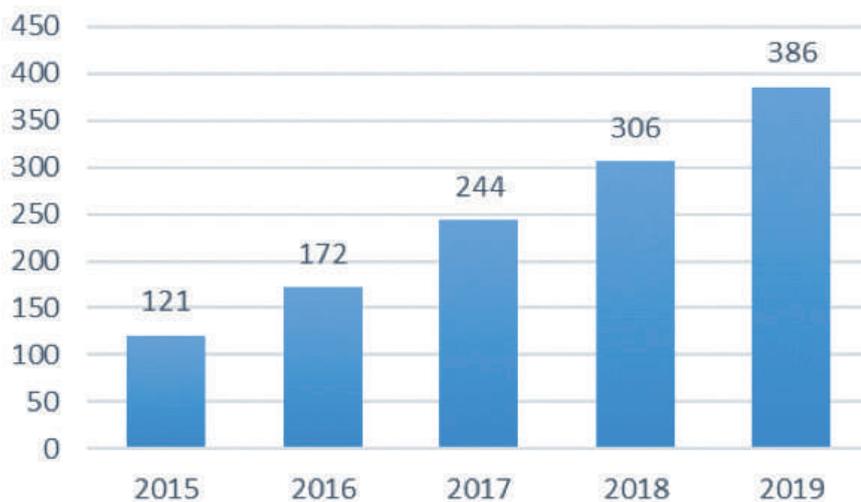


Figura 4. Andamento della spesa sanitaria (Media UE27) - Elaborazione personale su dati Eurostat.

Criticità e sfide

Sebbene l'intelligenza artificiale possa avere un impatto positivo e significativo nel trasformare il settore sanitario, si può affermare che esistono alcune importanti sfide culturali e sociali da affrontare. Queste vanno dall'educare gli stakeholder diretti, come pazienti e medici, a convivere e fidarsi di tecnologie basate sui dati, all'etica di dover interagire potenzialmente con meccanismi decisionali automatici/robotici, fino alla difficoltà effettiva di ottenere dati con cui operare su larga scala. Quest'ultimo punto è di particolare criticità. Da sempre il binomio privacy-sanità è stato per molti considerato una vera e propria dicotomia, infatti una questione fondamentale da considerare quando si parla di innovazione tecnologica nella sanità è la registrazione o l'archiviazione di una quantità cospicua di dati sensibili (personali e sanitari), per i quali deve essere garantita una corretta sicurezza. In Italia, la direttiva che regola il trattamento dei dati personali in ambito sanitario è la 95/46/CE. Questa direttiva è stata successivamente abrogata e modificata dal Parlamento e dal Consiglio europeo nel 2016, con la nota *General Data Protection Regulation* (GDPR), entrata in vigore il 25 maggio 2018, che pone in primo piano i punti relativi al consenso esplicito, l'informazione sull'utilizzo, la correttezza, la riservatezza e la responsabilità relative al trattamento dei dati. È essenziale ricordare come la stessa direttiva presentava già alcune deroghe, antecedenti all'art. 14 del Decreto legge n.14/2020, che consentivano di poter conferire l'autorizzazione al trattamento dei dati personali in modo semplificato in casi specifici, come motivi di interesse pubblico rilevante inerenti alla sanità. Il discorso relativo alla gestione e alla sicurezza dei dati rappresenta una delle più grandi sfide da cui partire per integrare al meglio l'intelligenza artificiale nella sanità. La forza dell'AI, che può essere vista come

un motore per la transizione della sanità, è rappresentata dalla mole di dati a disposizione e dalla sua capacità di elaborarli e apprendere nel tempo. Per questo motivo, affinché l'impatto nel settore sanitario sia significativo, i policy maker hanno il compito di creare le condizioni per garantire una corretta raccolta, condivisione e custodia dei dati, per tutelare da un lato l'interesse pubblico tramite innovazione e ricerca sanitaria basata sui big data, e dall'altro l'interesse privato nel rispetto della propria privacy. Su questo tema l'Unione Europea, con il *Digital Europe Programme*, investirà oltre 2 miliardi di euro in Intelligenza Artificiale entro il 2027 con l'obiettivo, tra gli altri, di creare un Data Space europeo per garantire interoperabilità dei dati, con accesso sicuro e una conservazione accurata di grandi database nel rispetto della privacy.

Alcune riflessioni sull'impatto dell'AI su produttività e lavoro

Come anticipato in precedenza, la scarsa evidenza empirica può essere un fattore di criticità nel fare previsioni accurate sull'impatto dell'AI nell'economia. Eppure, c'è unanimità tra i ricercatori sul fatto che l'AI possa incrementare il livello medio di produttività dei lavoratori. Questo, sebbene sia un obiettivo da raggiungere per il benessere dell'economia, soprattutto in paesi come l'Italia in cui la crescita della produttività è ormai stagnante, può implicare delle controindicazioni dal punto di vista sociale, in particolare nel breve periodo: costi di transizione e implementazione, un aumento del tasso di disoccupazione, con conseguente aumento della spesa pubblica in sussidi. Per capire al meglio questa dinamica, analizziamo l'indice che viene maggiormente utilizzato nella prassi per valutare il benessere di una società: il Pil pro capite (y). Questo è dato dal rapporto tra reddito totale o valore aggiunto nella produzione (Y) e popolazione

(P). Questo indicatore può a sua volta essere scomposto come prodotto di due sotto indicatori, come indicato nell'equazione 1:

Eq.1: Scomposizione del pil pro capite

$$\frac{Y}{P} = \frac{Y}{L} * \frac{L}{P}$$

Dove L rappresenta il numero di occupati.

Il primo rapporto, $\frac{Y}{L}$, rappresenta la produttività del lavoro, ossia quanto in media un lavoratore produce per ogni unità (ora) di

lavoro; il secondo, $\frac{L}{P}$, rappresenta il tasso di occupazione.

Karabarbounis e Neiman (2014) mostrano come effettivamente il labor share (rapporto tra lavoro e valore aggiunto) è in continuo calo dagli anni ottanta, principalmente per via della relativa convenienza dei fattori produttivi tecnologici ICT rispetto al fattore lavoro. Autor e Salomons (2017) analizzano la relazione inversa tra crescita della produttività e livello di occupazione in un panel di 19 paesi per oltre 35 anni, confermando la tesi della sostituibilità tra tecnologia e lavoro.

Eppure, nonostante le molte tesi a supporto della sostituibilità tra lavoro e innovazione, in questo caso AI, è ampiamente condivisa l'idea che la relazione inversa tra produttività e lavoro sia verificata solo nel breve periodo. Gregory et al. (2018) confermano l'effetto sostituzione e la riduzione dell'occupazione in Europa tra 1999 e 2010, ma dimostrano come gli effetti complementari dell'innovazione sovra-compensano il calo occupazionale di breve periodo, per un impatto aggregato della tecnologia positivo. Questo supporta la tesi dei fatti stilizzati della crescita economica di Kaldor (1961), secondo cui nel lungo periodo il tasso di disoccupazione resta stabile.



Rispetto il ruolo dell'AI sul mercato del lavoro, Acemoglu e Restrepo (2016) confermano l'effetto *displacement*, con un aumento della produttività del lavoro e dei salari a fronte di una relativa riduzione dello share lavoro sul reddito nazionale. Questa tesi è stata però successivamente criticata, per via del fatto che l'AI, a differenza delle innovazioni tecnologiche utilizzate nelle ricerche empiriche, è un fattore non rivale. Ad esempio, i robot sono fattori produttivi rivali perché possono essere utilizzati per un solo task in un solo luogo, mentre gli algoritmi, una volta creati, possono essere applicati in modo trasversale ed esponenziale. Ad ogni modo, il dibattito è aperto, e molte ricerche indicano come il settore sanitario abbia davanti a sé una potenziale carenza di personale medico, in particolare infermieristico e tecnico, per soddisfare la crescente domanda di servizi sanitari, a fronte di una popolazione sempre più anziana.

Nella sanità, l'eccesso di domanda rispetto all'offerta è già presente. A conferma di questo, nel sistema sanitario statunitense, il numero di posti vacanti per gli infermieri è di oltre 1 milione di unità nel 2020, e circa il 20% dell'eccesso di domanda stimato può essere soddisfatto tramite applicazioni AI entro il 2026.²⁴ Per questo motivo, a differenza di molti altri settori, l'healthcare non subirebbe alcun impatto potenzialmente negativo dell'effetto *displacement*, ma ne trarrebbe maggior beneficio vista l'offerta rigida dei servizi sanitari. L'AI può ridurre drasticamente il carico di lavoro, e questo annullerebbe i potenziali *shortage* previsti nel personale sanitario e clinico nel breve e medio periodo. Tutte le previsioni macroeconomiche indicano che, in aggregato, gli impatti dell'AI saranno nettamente maggiori della parte dell'economia "distrutta". Eppure, una grossa sfida dei policy maker è quella di prevedere come questi saranno

distribuiti tra settori e tra classi di lavoratori (skilled/unskilled), per rendere l'impatto meno distortivo e il più equo possibile. È infatti noto in letteratura economica il fenomeno per cui un miglioramento tecnologico non è neutrale sul fattore lavoro, ma cambia la sua composizione in favore dei lavoratori più *skilled* (SBTC), o di chi svolge task più complessi (TBTC).²⁵ Questo rende la distribuzione del reddito da lavoro polarizzata, comportando una riduzione del reddito della classe media.²⁶ Per questo motivo, oltre alle criticità elencate nel precedente paragrafo, è essenziale che le istituzioni si adoperino per attuare politiche redistributive tra vincitori e vinti dall'AI, spostare la tassazione dal lavoro al capitale, come indicato da Korinek e Stiglitz (2017), e supportare i lavoratori nella fase di transizione, per il potenziale *re-skilling* e reinserimento nel mercato del lavoro.

NOTE

¹ Atella V., Kopinska, J., (2014) "Health care policies and aging: challenges for the system sustainability", *Giornale Italiano di Farmacoeconomia e Farmacoutilizzazione* 2014.

² Fonte: Eurostat

³ Fonte Istat: https://www.istat.it/it/files//2018/05/previsioni_demografiche.pdf

⁴ Gerotto, L. (2020): "L'evoluzione della spesa sanitaria" Osservatorio sui Conti Pubblici Italiani.

⁵ World Health Organization, Global Report: "Preventing chronic diseases: a vital investment"

⁶ Pasquale Cacciatore et al., (2017) "Value based Healthcare: le soluzioni operative per il rilancio e la crescita del Servizio Sanitario Nazionale", Rapporto dello High-level Health Policy Workshop

⁷ Francesco Corea, (2017) *Artificial Intelligence and Exponential Technologies: Business Models Evolution and New Investment Opportunities*, SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology.

⁸ PwC's Global Artificial Intelligence Study: Exploiting the AI Revolution "What's the real value of AI for your business and how can you capitalise?"; Assessing the Economic Impact of Artificial Intelligence, The International Telecommunication Union (ITU), contributed by the McKinsey Global Institute (MGI).

⁹ Per un'analisi approfondita di tutte le potenziali applicazioni AI-Healthcare: Gómez-González, E., *Artificial Intelligence in Medicine and Healthcare: applications, availability and societal impact*, Gomez Gutierrez, E. editor(s), EUR 30197 EN, Publications Office of the European Union.

¹⁰ Deloitte, (2020) "The socio-economic impact of AI in healthcare"

¹¹ Deloitte, (2020) "The socio-economic impact of AI in healthcare"

¹² Accenture, (2020) "Artificial Intelligence: Healthcare's New Nervous System"

¹³ Goldman Sachs, (2016) "Profiles in Innovation: AI".

¹⁴ Accenture, (2020) "Artificial Intelligence: Healthcare's New Nervous System"

¹⁵ PwC's Global Artificial Intelligence Study: Exploiting the AI Revolution "What's the real value of AI for your business and how can you capitalise?"

¹⁶ Berger, R., "Artificial Intelligence: A strategy for European startups, Recommendations for policymakers".

¹⁷ Fonte: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/artificial-intelligence>

¹⁸ Fonte: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/new-eu-financing-instrument-eu150-million-support-european-artificial-intelligence-companies>

¹⁹ Accenture, (2020) "Artificial Intelligence: Healthcare's New Nervous System"

²⁰ Global Market Insights, (2017) "Healthcare AI Market Size, Competitive Market Share & Forecast, 2024".

²¹ CB Insights, (2019) "AI In Numbers: Global Funding, Exits, And R&D Trends In Artificial Intelligence".

²² Fonte: <https://eithealth.eu/project/investor-network/>

²³ Vedi:

- <https://www.lek.com/sites/default/files/insights/pdf-attachments/2059-AI-Challenges-for-European-Healthcare-Sector.pdf>;
- <https://cbi-research-portal-uploads.s3.amazonaws.com/2019/09/12113953/90-Healthcare-AI-Startups-To-Watch-export-3000x2250-4.png>;
- The Next Generation of Medicine: Artificial Intelligence and Machine Learning, TM Capital Industry Spotlight

²⁴ Stime Accenture, TMCapital

²⁵ Skill Biased Technical Change, Task Biased Technical Change.

²⁶ Van Reenen

BIBLIOGRAFIA MENZIONATA NEL TESTO

Accenture, (2020) "Artificial Intelligence: Healthcare's New Nervous System".