



Master in Comunicazione della Scienza
Scuola Internazionale degli Studi Superiori Avanzati

**Intelligenza artificiale e medicina:
la comunicazione
sui media tradizionali e digitali
italiani, anglosassoni e americani**

Camilla Fiz

Relatori
Stefania Operto
Federico Neresini

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

Indice

| | |
|--|----|
| • Ringraziamenti | 3 |
| • Introduzione | 4 |
| ○ Lo stato dell'arte | 6 |
| ○ La regolamentazione dell'intelligenza artificiale | 10 |
| ○ L'intelligenza artificiale nella biomedicalizzazione | 12 |
| • Metodi | |
| ○ Domande di ricerca | 17 |
| ○ Metodi di analisi dei dati | 19 |
| • Risultati | |
| ○ Analisi generale | 20 |
| ○ Domande di ricerca | |
| ○ RQ1 | 23 |
| ○ RQ2 | 32 |
| ○ RQ3 | 40 |
| • Discussione | 48 |
| • Conclusione | 52 |
| • Materiali supplementari | 54 |
| • Bibliografia | 57 |

Ringraziamenti

Ringrazio la mia relatrice interna Stefania Operto per i suoi consigli e suggerimenti puntuali nella stesura della tesi.

Un ringraziamento è rivolto a Federico Neresini, docente di sociologia dell'Università di Padova, che con entusiasmo ha accolto e direzionato il mio progetto di tesi, aiutandomi nella formulazione delle diverse fasi del progetto.

Sempre all'interno dell'Università di Padova, ringrazio Andrea Sciandra, che mi ha insegnato le basi della ricerca sociologica sul programma di statistica R, senza le quali non sarei riuscita a ottenere alcun dato; ed Emanuele Di Buccio, che mi ha assistito e fornito gli accessi per l'utilizzo della piattaforma TIPS.

Introduzione

«La verità più profonda è che la rivoluzione è già avvenuta»¹.

L'aumento dell'età media delle popolazioni dei Paesi occidentali e la crescente attenzione alla prevenzione e al mantenimento dello stato di salute rendono la sanità uno dei settori più importanti e fertili per gli investimenti e lo sviluppo di nuove tecnologie. Lo dimostra il fatto che, a livello globale, gli investimenti nei sistemi di intelligenza artificiale (IA) sono aumentati drasticamente negli ultimi anni, fino a raggiungere quasi 18 miliardi nel 2021², di cui la maggior parte è destinata al settore sanitario. Motore di questo interesse è stata anche la pandemia che ha reso evidente la necessità di sistemi automatizzati per affrontare l'emergenza sanitaria globale. A pari passo con l'aumento dei capitali investiti, anche nella letteratura scientifica è aumentato progressivamente l'interesse sulle applicazioni mediche dell'IA. Una recente indagine³ dimostra come il numero di articoli sul tema sia incrementato negli ultimi anni, passando da uno all'anno nel 1977 a 5619 nel 2018. Gli Stati Uniti detengono il primato della produzione di conoscenza in questo ambito con la pubblicazione del 40,4% degli articoli totali, mentre l'Italia soltanto dell'1,6%. In questi articoli, la comunità scientifica si concentra maggiormente su data science, medicina di precisione, sulle applicazioni dell'IA che impattano gli assetti clinici, come le prognosi, le diagnosi, la chirurgia robot-assisted e le questioni di policy che riguardano domande etiche e legali riferite soprattutto alla privacy.

L'uso di sistemi di IA nella sanità discende dal percorso che negli ultimi decenni ha portato alla graduale introduzione di macchinari innovativi oggi del tutto naturalizzati. Basta pensare agli strumenti diagnostici per la produzione di immagini a raggi X, per le diagnosi a tomografia computerizzata (TC), o per gli esami del sangue, i quali hanno dato inizio a un processo di cambiamento delle tecniche mediche e cliniche, ma anche del ruolo del medico e del personale sanitario all'interno dell'ospedale e nei confronti dei pazienti. Oggi, il progresso di nuove

¹ L. Floridi. *Etica dell'intelligenza artificiale. Sviluppi, opportunità, sfide*. Scienza e Ide, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2022, p.125.

² Redazione, "Healthcare AI funding slows down after a record-setting 2021", *CBinsights*, 11 agosto 2022.

³ Tran, B. Xuan, S. Nghiem, O. Sahin, T. Manh Vu, G. Hai Ha, G. Thu Vu, Hai Quang Pham, et al. *Modeling Research Topics for Artificial Intelligence Applications in Medicine: Latent Dirichlet Allocation Application Study*, in «Journal of Medical Internet Research 21», XI, (2019), e15511.

tecnologie di IA si presenta come un fattore destinato a rivoluzionare tutti gli ambiti della sanità, dal rapporto medico-paziente, alle modalità di sviluppo di nuove terapie oncologiche.

Alla base di questa rivoluzione si trovano soprattutto due elementi: i big data e gli algoritmi. I big data derivano dal processo di dataficazione, ovvero la quantificazione e digitalizzazione di informazioni e fenomeni attraverso la loro rappresentazione e classificazione al fine di renderli calcolabili. Sono caratterizzati dalle cosiddette 3 V: volume, velocità, varietà. Per volume si intendono le enormi dimensioni dei dati, raccolti e resi disponibili molto velocemente e provenienti da fonti differenti, da cui la varietà. Nel settore sanitario i dati possono provenire dalle cartelle cliniche dei pazienti o dal loro sequenziamento genomico; si tratta di informazioni che per le loro caratteristiche non possono essere elaborate da un essere umano, ma necessariamente da un computer. Per questo esistono diverse tipologie di algoritmi capaci di analizzare, classificare, elaborare e fornire degli output, a seconda degli input, ovvero i dati forniti.

Tutto ciò significa un ampliamento di prospettive e conoscenze, perché la mole di informazioni non è più limitata all'esperienza e alla formazione del singolo medico o operatore sanitario, ma raggiunge dimensioni di portata gigantesca, non accessibili a un essere umano nel corso di una sola vita.

I vantaggi dei sistemi di IA in medicina sono evidenti sia per chi investe che per chi ne usufruisce: abbassare i costi della sanità, rendere più veloce, efficiente e democratico il sistema sanitario. Perché aiuterebbe nel ridurre le distanze tra i centri ospedalieri attrezzati e con personale più qualificato, rispetto a quelli piccoli all'interno dello stesso paese o di altri, estendendo l'accesso a servizi diagnostici o clinici di qualità anche a pazienti in condizioni socioeconomiche svantaggiate. Un ulteriore beneficio è la possibilità di aumentare l'accuratezza di diagnosi e terapie, riducendone la percentuale di errore. Questi sono solo alcuni dei fattori positivi che, però, non sono esenti da numerosi rischi, da un lato dovuti all'imaturità di alcune tecnologie, dall'altro da criticità intrinseche alle tecnologie stesse. I pro e contro sono diversificati e dipendono dalle varie applicazioni dell'IA, che richiedono una particolare formazione e attenzione a tutti gli attori coinvolti nel loro utilizzo.

Lo stato dell'arte

Le applicazioni cliniche dell'IA si dividono in applicazioni fisiche e virtuali. Per le prime si intendono i dispositivi «robotizzati» pensati per funzioni di diverso tipo, dall'aiutare nell'assistenza i pazienti più anziani, protesi intelligenti, fino a nanorobot per il drug delivery. Sono virtuali, invece, le tecnologie informatiche che aiutano nella gestione e nel controllo dei sistemi e strumenti sanitari (es. cartelle cliniche elettroniche) oppure che forniscono una guida attiva per aiutare i medici nelle diagnosi e terapie⁴. Quest'ultima è una delle applicazioni che ha indotto un maggiore dibattito pubblico, perché prevede l'accostamento di un computer alla figura professionale di un medico, comportando anche un cambiamento delle procedure tradizionali per le decisioni cliniche. Secondo il metodo evidence-based lo specialista formula le osservazioni e correlazioni cliniche affidandosi alla propria formazione, esperienza professionale e su statistiche calcolate su un database di informazioni già esistenti. Grazie all'IA, a questo approccio viene associato il modo di imparare e ragionare dei computer, che può seguire diverse logiche. Per esempio il sistema flowchart porta alla formulazione di una diagnosi tramite la combinazione di una grande mole di dati su sintomi e malattie oppure il deep learning, anche detto pattern recognition, allena il computer a riconoscere determinati sintomi o immagini cliniche⁵, sistema già ampiamente sfruttato nel campo della radiologia.

La Food and Drug Administration (FDA) e la Commissione europea hanno approvato per lo screening e le diagnosi delle mammografie, per le TC e le radiografie del torace, il software computer-aided detection (CADE) che aiuta i radiologi a leggere le immagini al fine di ridurre il numero di falsi negativi⁶. Si tratta di una tecnologia che, ormai prassi negli Stati Uniti, nel 2016 è stata utilizzata nel 92,3% degli screening mammografici⁷.

Ancora più ambiziosa è la computer-aided diagnosis (CADx), non ancora regolamentata dalla FDA, che fornisce ai medici una seconda opinione per identificare l'insorgenza di tumore, soprattutto al seno e ai polmoni, aumentando l'accuratezza e la solidità della diagnosi⁸.

⁴ Hamet et al., *Artificial Intelligence in Medicine*, in «Metabolism», LXIX, (2017), S36–40.

⁵ Amisha et al., *Overview of Artificial Intelligence in Medicine*, in «Journal of Family Medicine and Primary Care», VII, (2019),8, 2328.

⁶ Castellino et al., *Computer aided detection (CAD): an overview*, in «Cancer Imaging», V, (2005), 1, 17-19.

⁷ Masud et al., *Computer-Aided Detection for Breast Cancer Screening in Clinical Settings: Scoping Review*, in «JMIR Medical Informatics», VII, (2019),3,12660.

⁸ Santos et al., *Artificial intelligence, machine learning, computer-aided diagnosis, and radiomics: advances in imaging towards to precision medicine*, in «Radiologia Brasileira», LII, (2019), 6, 387–96.

È inevitabile che l'uso tecnologie simili portino i computer ad assumere un ruolo sempre più preponderante nelle decisioni cliniche. Nel 2011 in Italia su *La Repubblica* si parlò del «dottor computer» riferendosi al sistema di IA progettato dall'IBM Watson Health per leggere e collezionare le cartelle cliniche e la letteratura scientifica⁹. Il fine del software era affiancare i medici nel diagnosticare malattie e prescrivere terapie, ma fallì nel suo intento, non riuscendo a fronteggiare la complessità della biologia e della medicina. Oltre che tecniche, sorsero delle perplessità anche da un punto di vista etico, nel tentativo di comprendere di chi fosse la responsabilità in caso di errata diagnosi e terapia o quale parere debba prevalere qualora le opinioni del medico e del software fossero discordanti.

Un'altra tecnologia che tende a modificare il ruolo del medico è la telemedicina, la medicina che sfrutta le telecomunicazioni per effettuare consultazioni, esami e procedure mediche e collaborazioni professionali a distanza. L'IA è utilizzata per implementare e ottimizzare i vari programmi che variano a seconda delle informazioni mediche che trasmettono, come la teledermatologia per comunicare dati sulle condizioni della pelle, la teleradiologia per le immagini radiologiche e la telepsichiatria per effettuare consultazioni e/o valutazioni psichiche attraverso telefonate o videochiamate¹⁰. Tutte queste applicazioni rendono più semplice l'accesso ai servizi sanitari, raggiungendo i bisogni dei soggetti distanti dai centri abitati e riducendo le differenze di attrezzature e personale specializzato tra strutture ospedaliere grandi e piccole¹¹. In paesi come gli Stati Uniti la telemedicina può essere sfruttata da enti privati per compensare la mancanza di una sanità statale. È questo il caso del colosso Amazon di Jeff Bezos che ha deciso di puntare sul settore sanitario: creando Amazon Care, un servizio di telemedicina a pagamento che fornisce assistenza medica attraverso una App, che sarà chiusa entro il 31 dicembre 2022 a causa della mancata completezza di servizi per i clienti; e procedendo con l'acquisizione di One Medical, un'azienda che, in modo molto simile, si occupa di servizi innovativi di medicina di base e telemedicina¹².

Il monitoraggio dei pazienti è uno degli usi principali della telemedicina, perché permette di collezionare a distanza e in tempo reale grandi quantità di dati che vengono in seguito elaborati

⁹ P. Coppola, "In fila dal Dottor Computer Cura meglio dell'uomo", *La Repubblica*, 23 febbraio 2011.

¹⁰ Pacis et al., «*Trends in telemedicine utilizing artificial intelligence*», Bali, Indonesia, (2018).

¹¹ Grundy et al., *Telemedicine in Critical Care: An Experiment in Health Care Delivery*, in «*Journal of the American College of Emergency Physicians*», VI, (1977), 10, 439–44.

¹² C. Rossi, "Perché Amazon chiuderà il suo servizio di telemedicina Care", *START MAGAZINE*, 26 agosto 2022.

dagli algoritmi, ma non è l'unico. Può anche «far fare» delle azioni. Si entra così nel campo dell'internet delle cose (IoT), dove oggetti, dispositivi indossabili e sensori, sono collegati alla rete, trasmettono informazioni e rispondono all'utente attraverso input personalizzati. Ad esempio, per la riabilitazione dell'anca esiste una piattaforma collegata a uno smartphone, che registra il numero di esercizi effettuati e misura l'efficacia della strategia riabilitativa grazie a un sistema di machine learning, direttamente da casa propria¹³. Il monitoraggio continuo, infatti, prevede spesso l'utilizzo di dispositivi indossabili, capaci di collezionare dati sui nostri parametri fisiologici. Nel 2016 Microsoft lanciò sul mercato Microsoft Band 2 per monitorare la durata e la qualità del sonno, la temperatura della pelle, il battito cardiaco, la pressione durante l'attività fisica o il riposo. Si tratta di una tecnologia che negli ultimi anni è stata superata e perfezionata da Apple con gli Apple Watch. L'ultimo modello, il numero 8, oltre a tutte le funzioni del dispositivo Microsoft, fornisce informazioni sul benessere in generale grazie a un sensore della temperatura corporea nel sonno, indice di uno stato di salute o malattia, misura i livelli di ossigeno nel sangue, si accorge se l'utente cade e chiama automaticamente i soccorsi. Tutto questo mentre svolge le funzioni di un normale telefono. La principale problematica che sorge con le applicazioni di telemedicina e l'utilizzo di sensori biometrici verte sull'entità e la privacy dei dati acquisiti. Negli Stati Uniti, le aziende che offrono servizi di questo tipo sono soggette soltanto all'autoregolazione e non sono tenute a seguire principi di trasparenza e privacy legati all'uso dei dati. Secondo Shoshana Zuboff, manca del tutto il consenso da parte del consumatore a diffondere i propri dati e la consapevolezza di come questi verranno usati e a chi saranno venduti¹⁴.

A beneficiare della quantità di dati analizzabili dell'IA sono in particolar modo il campo della medicina personalizzata o di precisione che richiede l'estrazione e la collezione di informazioni biomediche. Si fonda sul concetto di unicità dell'individuo per le sue caratteristiche molecolari, fisiologiche, le sue esposizioni ambientali, i suoi comportamenti, e prevede la profilazione di tutti questi parametri al fine di trovare percorsi di cura nei modi e tempi più efficaci per il singolo

¹³ LeMoyne et al., *Ankle Rehabilitation System with Feedback from a Smartphone Wireless Gyroscope Platform and Machine Learning Classification*, in «2015 IEEE 14th International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)», (2015), 406-9.

¹⁴ S. Zuboff, *Il capitalismo della sorveglianza. Il futuro dell'umanità nell'era dei nuovi poteri*, Luiss University Press, 2019, p.198.

paziente. L'IA può aiutare nel rendere più efficiente la cura delle malattie cardiovascolari¹⁵ oppure del Covid-19, progettando una piattaforma che integra le informazioni molecolari del virus con la cartella clinica del singolo utente¹⁶.

La recente pandemia da SARS-CoV-2 ha portato il grande pubblico a contatto con i big data. Numeri, grafici, statistiche dei casi positivi, tassi di incidenza sono entrati nella comunicazione pubblica e hanno dimostrato la loro importanza per creare modelli predittivi, sviluppare strategie pandemiche e studiare gli effetti della crisi. Ma non solo. L'emergenza sanitaria ha reso anche evidente la necessità di tecnologie più veloci e accurate per fronteggiare gli ospedali saturi, l'assenza di personale, attrezzature e posti in terapia intensiva, la mancanza di cure adeguate e di un vaccino. Tutto ciò ha portato alla ricerca di sistemi alternativi e allo studio di nuove tecnologie di IA in medicina, in Italia come all'estero.

La necessità di prevedere in tempo la diffusione virale per le decisioni sia politiche che economiche ha promosso lo sviluppo di nuovi modelli predittivi basati su algoritmi di deep learning che riproducono la diffusione del virus sfruttando i dati sulla probabilità di reinfezione, le misure politiche di isolamento di distanziamento sociale, la percentuale di diffusione e di mortalità^{17,18}. Per esempio uno studio italiano ha proposto un sistema di deep learning per identificare i pazienti Covid-19 positivi da un'immagine del torace a raggi X, in soli 2,5 secondi e con un'accuratezza del 99%¹⁹, mentre un algoritmo di machine learning riesce a fare lo stesso da immagini CT²⁰.

¹⁵ Krittanawong et al., *Artificial Intelligence in Precision Cardiovascular Medicine*, in «Journal of the American College of Cardiology», LXIX, (2017), 21, 2657–64.

¹⁶ Artigas et al., *In-Silico Drug Repurposing Study Predicts the Combination of Pirfenidone and Melatonin as a Promising Candidate Therapy to Reduce SARS-CoV-2 Infection Progression and Respiratory Distress Caused by Cytokine Storm*, in «PLOS ONE» XV, (2020), 10, e0240149.

¹⁷ Martínez-Álvarez et al., *Coronavirus Optimization Algorithm: A Bioinspired Metaheuristic Based on the COVID-19 Propagation Model*, in «Big Data», VIII, (2020), 4, 308–22.

¹⁸ Alanazi et al., *Measuring and Preventing COVID-19 Using the SIR Model and Machine Learning in Smart Health Care*. A cura di Dilbag Singh, in «Journal of Healthcare Engineering», (2020), 1–12.

¹⁹ Brunese et al., *Explainable Deep Learning for Pulmonary Disease and Coronavirus COVID-19 Detection from X-Rays*, in «Computer Methods and Programs in Biomedicine», CXCVI, (2020), 105608.

²⁰ Ardakani et al., *Application of Deep Learning Technique to Manage COVID-19 in Routine Clinical Practice Using CT Images: Results of 10 Convolutional Neural Networks*, in «Computers in Biology and Medicine», CXXI, (2020), 103795.

Molto discusso, anche in Italia, è stato l'utilizzo delle «tecnologie della sorveglianza» che durante una pandemia permettono di controllare gli spostamenti delle persone ed eventuali contatti con positivi, al fine di monitorare la propagazione del virus. I dati sono collezionati in diversi modi, attraverso videocamere con rilevatore di temperatura, GPS, QR code, droni e Bluetooth. Alcuni Stati hanno deciso di sviluppare delle applicazioni centralizzate dal governo per dispositivi mobili capaci di tracciare le persone e monitorare il rispetto delle misure di quarantena o rintracciare i contatti a rischio²¹. Tra questi l'Australia, Singapore e anche l'Italia con l'app Immuni che, basata sulla tecnologia Bluetooth, ha suscitato un grande dibattito pubblico sul possesso di dati sensibili da parte dello Stato. Infatti, queste applicazioni sollevano diverse questioni etiche sulla privacy dei cittadini e richiedono grande trasparenza degli intenti, dei mezzi e dei codici con cui sono sviluppate.

Regolamentazione dell'intelligenza artificiale

Oltre ai benefici delle applicazioni dell'IA, sono numerosi i rischi e gli aspetti controversi, non soltanto del settore medico. Coinvolgono qualunque utilizzo e chiunque partecipi al loro processo di sviluppo e uso, dai programmatori dei software a tutti gli utenti che si interfacciano con esso. L'IA necessita di regolamentazioni specifiche rispetto agli altri campi della scienza, perché si fonda su due elementi che non sono mai oggettivi e imparziali: dati e algoritmi. «I dati sono sempre il frutto di un deliberato processo di costruzione da parte di qualcuno, per alcuni scopi specifici, spesso a partire da particolari interessi economici o politici»²². E se non esistono dati grezzi, preesistenti a qualunque forma di costruzione o manipolazione, anche il loro utilizzo può sviare l'attenzione verso il problema della privacy, evitando di richiedere il consenso dei diretti interessati per la cessione, pubblicazione o vendita a terzi. Proprio come i dati, anche «gli algoritmi non sono mai eticamente neutri». Se rivolti al calcolo di modelli di previsione sui dati sanitari possono esacerbare disuguaglianze e razzismi già presenti, come dimostrato in un ospedale degli Stati Uniti dallo studio di Obermeyer Z. et al.²³.

²¹ Galetsi et al., The Medical and Societal Impact of Big Data Analytics and Artificial Intelligence Applications in Combating Pandemics: A Review Focused on Covid-19, in «Social Science & Medicine, CCCI, (2022), 114973.

²² P. Magaudda e F. Neresini, *Gli studi sociali sulla scienza e la tecnologia*, Il Mulino, Manuali, Società editrice il Mulino, 2020, p. 214.

²³ Obermeyer et al., *Dissecting Racial Bias in an Algorithm Used to Manage the Health of Populations*, in «Science», CCCLVI, (2019), 6464, 447–53.

Inoltre, bisogna tenere conto anche della limitata comprensione degli algoritmi da parte degli utenti. Questi, infatti, possono presentarsi come delle scatole nere, indecifrabili anche da personale competente e specializzato. È l'intero ecosistema digitale a essere un contesto gerarchizzato e asimmetrico, dove un gruppo ristretto di piattaforme offre ai consumatori un numero limitato di beni e servizi, da cui estrae un numero illimitato di informazioni per generare di continuo nuove occasioni di guadagno. Shoshana Zuboff parla di «asimmetria della conoscenza» che produce un estremo sbilanciamento della distribuzione del potere²⁴. Tutto questo si accentua parlando di salute e medicina, dove il corpo può diventare oggetto in ogni sua parte di un'estrema dataficazione e mercificazione. In uno scenario simile diventa cruciale riuscire a «trovare un giusto equilibrio tra il processo decisionale delle persone e quello delegato agli algoritmi»²⁵.

Tuttavia, per un'IA vantaggiosa per la società non esistono valori universali a cui attenersi. Ogni azienda e organizzazione ha dichiarato i propri, generando spesso confusione e ambiguità. Secondo l'AI Ethics Guidelines Global Inventory di Algorithm Watch soltanto nel 2020 erano più di 160 principi. Tra questi si è posta in prima linea l'Europa, pubblicando diversi documenti. Nel 2018 il *Libro bianco sull'Intelligenza Artificiale. Un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia*, riconosce il beneficio dell'IA per i cittadini in tutti i settori, purché si «segua un approccio antropocentrico, etico, sostenibile e rispettoso dei valori e dei diritti fondamentali». Lo stesso il Gruppo europeo sull'etica della scienza e delle nuove tecnologie della Commissione europea ha diffuso la *Dichiarazione su intelligenza artificiale, robotica e sistemi autonomi*. Non è da meno l'Italia, il cui Consiglio Superiore di Sanità nel 2021 ha definito lo stato dell'arte dei sistemi di IA in diagnostica e gli aspetti etici e legali nel documento *I sistemi di intelligenza artificiale come strumento di supporto alla diagnostica*. Fuori Europa, nel 2017 i partecipanti della conferenza Asilomar sotto gli auspici del Future of Life Institute hanno definito i *Principi di Asilomar per l'IA*, mentre l'Università di Montreal ha rilasciato la *Dichiarazione di Montréal per l'IA sostenibile*. In Gran Bretagna il Comitato per l'intelligenza artificiale della Camera dei Lord del Regno Unito ha pubblicato i *Cinque principi generali per un codice di intelligenza artificiale*.

²⁴ S. Zuboff. *Il capitalismo della sorveglianza. Il futuro dell'umanità nell'era dei nuovi poteri*, Luiss University Press, 2019, p.198.

²⁵ L. Floridi. *Etica dell'intelligenza artificiale. Sviluppi, opportunità, sfide*, p.98.

Allo stesso modo, aziende private come Google, Microsoft, IBM hanno dichiarato i propri codici di autoregolamentazione.

In questa abbondanza di buoni propositi si trovano numerose ripetizioni e ridondanze di concetti, che si possono riassumere nei principi della bioetica di beneficenza, non maleficenza, autonomia, giustizia con un nuovo valore abilitante per l'IA: l'esplicabilità. Quest'ultimo include il senso di intelligibilità, ovvero la comprensione del funzionamento del sistema (Come funziona?), e la responsabilità del modo in cui funziona (Chi è responsabile di come funziona?). A ispirarsi a questi principi etici è il General Data Protection Regulation (GDPR), la direttiva 2016/680 del Parlamento del Consiglio riguardo «la protezione delle persone fisiche con riguardo al trattamento dei dati personali da parte delle autorità competenti a fini di prevenzione, indagine, accertamento e perseguimento di reati o esecuzione di sanzioni penali, nonché alla libera circolazione di tali dati». I suoi meriti sono di aver inquadrato i parametri entro cui si devono muovere le aziende, per la tutela dei cittadini. Ha definito una soglia minima per il consenso, ha imposto dei limiti per la pubblicazione dei dati e ha garantito il diritto alla cancellazione dei propri dati e alla difesa della propria privacy. Al di fuori dell'Europa non sempre esistono leggi simili che vincolano le aziende a proteggere la privacy e la trasparenza. Negli Stati Uniti ci si affida all'autoregolazione dei privati e solo recentemente è stata rilasciata una bozza dell'American Data Privacy and Protection Act (ADPPA) su ispirazione del GDPR europeo. Invece, in seguito alla Brexit, l'Inghilterra sta formulando il Data Reform Bill, una propria legge nazionale sulla privacy.

L'intelligenza artificiale nella biomedicalizzazione

Il fenomeno delle applicazioni mediche dell'IA rientra perfettamente in un contesto sociale più ampio che ha visto negli ultimi anni il graduale inserimento della medicina in realtà ad alto contenuto tecnoscientifico e prende il nome di biomedicalizzazione. Il prefisso della parola deriva da «biomedicina», ovvero la stretta correlazione tra le pratiche cliniche e la ricerca biologica, responsabile della nascita di nuove discipline, come la biologia molecolare, la proteomica, la bioingegneria. La medicina diventa così un settore high tech e si trasforma nella biomedicina, un campo disciplinare ibrido che sfuma i confini tra clinica, scienza, accademia e

industria²⁶. Il suffisso, invece, proviene da «medicalizzazione», il fenomeno che ha preceduto la biomedicalizzazione fino alla fine degli anni '80 con cui condivide gli aspetti principali, ad eccezione della svolta «bio». Essa è responsabile della conversione in «problemi di salute» di elementi della vita quotidiana. In quest'ottica, comportamenti comuni come l'iperattività dei bambini o l'omosessualità vengono considerati alterazioni di uno stato normale di salute e richiedono uno specifico percorso di cura²⁷. Oggi queste dinamiche si possono riscontrare nel rischio della sovra-diagnosi²⁸ e sovra-medicalizzazione²⁹, promossa anche dalle applicazioni dell'IA. Un eccesso esami, test diagnostici e sistemi di monitoraggio costante delle proprie funzioni fisiologiche potrebbe abbassare la soglia dello stato di salute, inducendo l'identificazione di nuovi disturbi o patologie e aumentano il numero dei «malati».

La biomedicalizzazione si basa su cinque fattori fondamentali:

- **la trasformazione dell'organizzazione politico-economica della biomedicina**, che si manifesta soprattutto nella tendenza alla mercificazione della salute e alla privatizzazione dei sistemi sanitari. Ne consegue che le barriere tra la ricerca, accademica e privata, e le attività di cura diventino sempre più sottili e difficili da definire³⁰ con un intensificarsi dei rapporti tra mondo universitario e aziendale e il conseguente aumento dei conflitti di interesse nella ricerca. Nell'ambito dell'IA, incluso il settore sanitario, è perseguita del tutto questa logica. La richiesta di ingenti somme di investimento per lo sviluppo di nuovi algoritmi, insieme ai grossi rischi che questi incorporano, favorisce l'accrescimento del ruolo dei privati nel settore sanitario. Le aziende principalmente coinvolte sono quelle che hanno già familiarità nell'estrazione, collezione ed elaborazione dei dati, come Amazon, Apple, Microsoft, Google e IBM, che investono in tutte le forme mediche di IA, dai dispositivi indossabili, alle applicazioni per

²⁶ Vignola-Gagne, *Argumentative Practices in Science, Technology and Innovation Policy: The Case of Clinician-Scientists and Translational Research*, in «Science and Public Policy», XLI, (2014), 1, 94–106.

²⁷ Clarke et al., *Biomedicalization: Technoscientific Transformations of Health, Illness, and U.S. Biomedicine*.

²⁸ Hofmann B., *The Overdiagnosis of What? On the Relationship between the Concepts of Overdiagnosis, Disease, and Diagnosis*, in «Medicine, Health Care and Philosophy», XX, (2017), 4, 453–64.

²⁹ Kaczmarek E., *How to Distinguish Medicalization from Over-Medicalization?*, in «Medicine, Health Care and Philosophy», XXII (2019), 1, 119–28.

³⁰ Obermeyer et al., *Dissecting Racial Bias in an Algorithm Used to Manage the Health of Populations*.

smartphone, programmi diagnostici o algoritmi per la comprensione del linguaggio naturale.

- **lo sviluppo di una biomedicina preventiva** basata su modelli di rischio e pratiche di (auto)sorveglianza che non coinvolgono soltanto le persone malate, ma anche e soprattutto quelle in salute. Tutto ciò è possibile grazie a sensori biomedici e applicazioni per smartphone che permettono di collezionare dati sulla nostra salute in tempo reale e predire eventuali perturbazioni. Dispositivi come l'Apple Watch sono rivolti a persone sane, affinché monitorino costantemente il proprio stato di benessere. Da un lato rappresentano degli strumenti utili per controllare la propria fisiologia, dall'altro tendono a trasformare il diritto alla salute in un dovere morale che grava totalmente sul singolo. Oltretutto, la medicina personalizzata e di precisione, può richiedere ai pazienti di collaborare per aumentare l'efficienza dei controlli medici e ottimizzare la prevenzione dei rischi con un'intensa attività di automonitoraggio. Secondo la sociologa Barbara Prainsack, questa si può considerare una forma di «lavoro invisibile» e non remunerato, che, per quanto efficace, richiede regolamentazioni e controlli. Un altro rischio è dovuto dall'utilizzo di applicazioni per il fitness o il monitoraggio della salute. Caratterizzate da un'estrema sinteticità, accessibilità e mobilità, che rendono i dati del singolo utente molto facili da leggere, condivisibili con altri utenti e su diversi dispositivi mobili, sono estremamente accattivanti e gratificanti. Tanto da ridurre la consapevolezza sugli eventuali rischi, causati dall'esposizione a parametri di salute di riferimento calcolati da un algoritmo, che vengono percepiti come oggettivi e possono alimentare il senso di inadeguatezza³¹.
- **la crescente molecolarizzazione della biomedicina**, ovvero il passaggio da una pratica clinica basata su elementi macroscopici, come organi e tessuti, a una microscopia, che guarda alla genetica del singolo paziente o patologia. Tutto ciò conduce a una concezione diversa della malattia e del malato, ormai identificabili a livello molecolare con una proteina o una mutazione del DNA. Cambiano gli approcci clinici, le routine mediche e l'identità stessa del paziente, che Gayle Sulik definì tecnoscientifica³².

³¹ P. Magaudda e F. Neresini. Gli studi sociali sulla scienza e la tecnologia, pp. 213-216.

³² Sulik et al., *Managing Biomedical Uncertainty: The Technoscientific Illness Identity*, in «Sociology of Health & Illness», XXXI, (2009), 7, 1059–76.

L'IA promuove queste trasformazioni, perché permette di elaborare e rendere fruibile la moltitudine di dati che la molecolarizzazione comporta.

- **l'intensificarsi della complessità delle forme di produzione, condivisione e consumo di conoscenza biomedica.** Con l'avvento di internet e dei nuovi media, l'accesso delle informazioni su salute e medicina ha smesso di essere di uso esclusivo degli esperti per estendersi a tutti i cittadini, rendendoli attori stessi nella condivisione e creazione di contenuti. Queste circostanze sono diventate evidenti soprattutto durante la recente pandemia, in cui si è osservata una moltiplicazione e conseguente eterogeneità degli attori coinvolti nella comunicazione scientifica e della salute. Medici, operatori sanitari, ricercatori, pazienti, professori o cittadini comuni, ciascuno in virtù della propria esperienza e prospettiva, hanno sfruttato i media a disposizione per esporsi e creare un dibattito pubblico, costruendo dei veri e propri «scenari di salute»³³. Hanno sfruttato social media come Facebook, Instagram e Tiktok, modulando e influenzando la comunicazione dei media tradizionali come giornali e televisione, che ne hanno preso in prestito i contenuti e i protagonisti. Inoltre, la crescente complessità delle forme di produzione, condivisione e consumo della conoscenza biomedica deve tener conto del ruolo attivo dei media che, oltre ad essere un luogo di interazione degli attori, è attore stesso con il potere di favorire, inibire e condizionare i processi di innovazione e della loro comunicazione³⁴. Tutto questo dipende a sua volta dalle peculiarità delle tecnologie mediali, determinate dai loro algoritmi e dal modo in cui rispondono alle esperienze degli utenti e le veicolano. Come affermava McLuhan «il medium è il messaggio» per cui il discorso analitico sui media non si può ridurre ai contenuti, ma si deve estendere anche alle caratteristiche stesse delle tecnologie.
- **la trasformazione dei corpi e dell'identità** attraverso strumenti, conoscenze e interventi ad alta intensità tecnologica e volti a migliorare e ottimizzare gli stili di vita entro dei binari biomedici. Ci si riferisce, ad esempio, al campo dell'editing genomico, volto a riprogrammare l'espressione genica cellulare, il cui uso, oggi confinato nei laboratori di ricerca, in futuro potrebbe essere applicato per correggere mutazioni patologiche su esseri umani. L'IA potrebbe promuovere lo sviluppo di questi sistemi

³³ C. Seale, *Media and Health*, SAGE Publications, 2002.

³⁴ P. Magaudo e F. Neresini, *Gli studi sociali sulla scienza e la tecnologia*, p.71.

attraverso algoritmi predittivi che riducono i rischi di errore³⁵. Un altro esempio riguarda i pacemaker e altri dispositivi medici, ottimizzati e customizzati attraverso algoritmi di IA³⁶. Il loro utilizzo potrebbe avere delle conseguenze non ancora indagate sulla percezione di sé e sulla propria identità.

L'IA si inserisce in tutti i fattori chiavi della biomedicalizzazione, proprio perché è il frutto dell'intensificarsi dei rapporti tra medicina, tecnologia e società negli ultimi decenni. Infatti, mentre l'IA è da un lato un mezzo che potenzia tutti i fattori della biomedicalizzazione, come la molecolarizzazione, lo sviluppo modelli predittivi e la privatizzazione, dall'altro genera nuove dinamiche, spesso problematiche, come il diritto alla privacy e le difficoltà nella comprensione dei codici. Considerato che l'affermarsi di un prodotto innovativo nella società è determinato dalla sua comprensione e accettazione, diventa fondamentale l'analisi del ruolo dei media, così preponderanti nel formare l'opinione pubblica. Non solo i media tradizionali come le testate giornalistiche, ma anche e soprattutto i social network aiutano nel tentativo di costruire un panorama della comunicazione delle applicazioni mediche dell'IA. Un fenomeno estremamente complesso con implicazioni economiche, sociali e tecnologiche e diverse peculiarità a seconda del luogo in cui prende forma, che sia in Europa o nel resto del mondo.

Nel 2019 Neresini et al.³⁷ hanno dimostrato l'aumento dell'attenzione dei media tradizionali anglosassoni e italiani sul tema della biomedicalizzazione e delle sue innovazioni tecnologiche emergenti, tra cui l'IA e le nanotecnologie. Sulla scia di questo studio, obiettivo del presente lavoro è focalizzarsi sulla comunicazione delle applicazioni di IA in medicina estendendo l'indagine anche ai media digitali. A tal fine, saranno presi in esame i contenuti che trattano tale tematica da fonti quale Facebook riferite a pagine provenienti dall'Italia, Gran Bretagna e Stati Uniti, e articoli di testate quali La Repubblica, The Guardian e New York Times, rappresentanti del pensiero progressista rispettivamente in Italia, Gran Bretagna e Stati Uniti.

³⁵ Kim et al., *Deep Learning Improves Prediction of CRISPR–Cpf1 Guide RNA Activity*, in «Nature Biotechnology», XXXVI, (2018), 3, 239–41.

³⁶ Redazione, "Rice and THI Building The Next Generation Pacemakers Guided by Machine Learning", *The Texas Heart Institute*, 21 agosto 2018.

³⁷ Neresini et al., *Tracking Biomedicalization in the Media: Public Discourses on Health and Medicine in the UK and Italy, 1984–2017*, in «Social Science & Medicine», CCXXXIII, (2019).

Metodi

Domande di ricerca

Obiettivo della tesi è analizzare il discorso pubblico sul tema dell'intelligenza artificiale e medicina da parte di media italiani, anglosassoni e americani, anche valutandone le dimensioni nel tempo. A tale fine, l'analisi è stata condotta su quotidiani progressisti rilevanti rispettivamente in Italia (La Repubblica), Inghilterra (The Guardian) e Stati Uniti (The New York Times) e sui contenuti di Facebook provenienti dai medesimi Paesi. Il confronto tra le testate è stato possibile dalle somiglianze del loro pubblico e scelte editoriali, ma anche grazie all'accesso libero dei loro archivi online. Si tratta inoltre di giornali che prestano particolare attenzione ai temi di salute, medicina e innovazione. Considerando che il tema rientra nel fenomeno sociale della biomedicalizzazione, per orientare le mie indagini mi sono ispirata ai cinque fattori chiave che la distinguono, come la molecolarizzazione della medicina, la sua trasformazione politica economica e l'intensificarsi delle forme di produzione, condivisione e consumo della conoscenza biomedica.

Prima di tutto mi sono interessata ai cambiamenti economici messi in atto dagli sviluppi dell'IA in medicina. Mi sono concentrata sulla recente imposizione di enti privati nel settore della «salute e malattia»³⁸, che incentiva una privatizzazione e corporatizzazione dei sistemi sanitari nazionali. La prima domanda (RQ1) è:

Con quale intensità e in che modo i media parlano del ruolo preponderante di enti privati e grandi imprese nell'offrire servizi sanitari basati sull'applicazione dell'intelligenza artificiale in medicina?

In seguito, mi sono focalizzata sul modo in cui le applicazioni mediche dell'IA stanno modificando il rapporto del paziente con il sistema sanitario. Infatti, la ricerca scientifica promossa dall'IA sta attraversando un processo di customizzazione. Si parla di medicina personalizzata o di precisione, sempre più vicina alle esigenze del singolo individuo e capace di produrre risposte, cure e diagnosi su misura. I sistemi di IA facilitano questo processo,

³⁸ Neresini et al., Tracking Biomedicalization in the Media: Public Discourses on Health and Medicine in the UK and Italy, 1984–2017.

permettendo l'acquisizione di enormi moli di dati biometrici e molecolari in tempi e costi accessibili, tramite l'utilizzo di sensori, dispositivi elettronici e test genetici. Per indagare questi meccanismi, la seconda domanda di ricerca (RQ2) è:

Con quale intensità e in che modo i media parlano di una individualizzazione della medicina basata sull'acquisizione di dati biometrici e molecolari?

Infine, qualunque applicazione dell'IA solleva importanti questioni etiche e legali, perché si basa sulla collezione di dati elaborati da algoritmi, mai neutrali e imparziali³⁹. Gli inevitabili interessi economici sottesi agli investimenti sulle applicazioni mediche dell'IA, che si rivolgono direttamente alla salute e al benessere della popolazione, implicano diversi rischi e controversie sociali e legali. La terza domanda (RQ3) intende analizzare queste criticità:

Con quale intensità e in che modo i media parlano dei rischi e delle controversie legali e sociali legate alle applicazioni mediche dell'intelligenza artificiale?

Le domande intendono indagare quanto il tema «IA e medicina» sia rappresentato sui quotidiani e social network di diversa origine e quale ruolo questi assumano nel raffigurare le applicazioni mediche dell'IA come un fenomeno contemporaneo con rilevanti implicazioni economiche, sociali e politiche. Il numero ridotto di quotidiani e social media prese in analisi rappresenta inevitabilmente un limite dello studio. L'analisi di Facebook e di una sola testata giornalistica non può raffigurare in modo esaustivo tutta la comunicazione italiana, anglosassone e americana sul tema, ma intende proporre una chiave di lettura delle narrazioni di specifici media e pubblici.

³⁹ G. Lisa, *Raw data is an oxymoron*, The MIT Press, 2013.

Metodo di analisi dei dati

Le analisi sono state condotte sui dati degli archivi pubblici delle testate La Repubblica, The Guardian e New York Times e dalla piattaforma Crowd Tangle, che ha permesso di collezionare i post di Facebook in italiano e in inglese. Tutti i contenuti sono stati selezionati utilizzando le parole chiave «medicina AND intelligenza artificiale, deep learning, machine learning» in italiano e «medicine AND artificial intelligence, deep learning, machine learning» in inglese. Gli archivi di La Repubblica e New York Times partono dal 1984 fino a ottobre 2022, quelli del The Guardian dal 1999 alla stessa data di termine. Sono stati selezionati soltanto gli articoli con più di 50 parole al fine di escludere gallerie di foto o descrizioni video.

Invece, i contenuti di Facebook sono disponibili dal 2012 a maggio 2022 e a questi non sono stati applicati filtri sulla lunghezza dei testi. Nel dataset di Facebook in inglese risultavano 22611 post, da questi sono stati selezionati 706 post provenienti dalla Gran Bretagna e 5702 dagli Stati Uniti. Tutti i dati sono stati sottoposti all'analisi del contenuto e ricerca degli indici sulla piattaforma Technoscientific Issues in the Public Sphere (TIPS) per la ricerca sociale e parte del progetto P.A.S.T.I.S. dell'Università di Padova, e sul programma di statistica R studio. Qui sono state condotte le analisi del contenuto, leggibilità, co-occorrenze, verbi, sostantivi e aggettivi più frequenti, sentiment analysis, page rank (che quantifica l'importanza a ogni elemento di ogni frase di un testo, assegnandone un peso numerico) e la ricerca degli indici.

Le keywords degli indici provengono dalla piattaforma TIPS e sono indicate per esteso nella figura 2 supplementare. Sono state individuate nei corpi di testo («Fulltext») delle testate e in quelli di «Message» e «Description» dei contenuti Facebook, dopo essere stati sottoposti a normalizzazione per la lunghezza dei testi. Quindi, la rappresentazione di un indice è stata quantificata sulla base della presenza delle keywords in un testo diviso per il numero di parole del testo stesso. A causa della scarsità di dati fino alla fine degli anni '90 e per uniformare i risultati, le analisi degli indici dei media tradizionali partono dal 2004 fino a ottobre 2022.

Una volta individuati gli indici sono stati confrontati gli andamenti tra testate e contenuti social, tra le due tipologie di media e infine, tra quotidiano e social dello stesso paese. Inoltre, in ogni campione sono stati letti i dieci articoli con punteggi più elevanti di ciascun indice e quelli in corrispondenza dei picchi presenti nei grafici. Nei testi sono stati cercati riferimenti a eventi di attualità, contenuti particolarmente attinenti alle domande anche tramite la ricerca di parole chiave.

Risultati

Analisi generale

Nelle testate in analisi la presenza del tema «IA e medicina» aumenta gradualmente dagli anni Ottanta fino al 2022. In media si presenta un picco nel 2020 che decresce nel corso del 2021 e 2022, per cui è responsabile anche la mancanza di dati degli ultimi mesi del 2022. Tra le fonti, il numero di articoli sul tema IA e medicina è molto simile con una media di 272 articoli, con una distribuzione leggermente diversa nel tempo. Ne La Repubblica e nel New York Times i primi articoli risalgono al 1985, mentre nel The Guardian un decennio dopo, da quando abbiamo accesso agli archivi. Nel 2022 sul New York Times la rappresentazione del tema crolla ai livelli di inizio millennio, mentre nelle altre due testate diminuisce in modo meno netto. La Repubblica è la testata che presta maggiore attenzione al tema con più di 70 articoli nel periodo di maggiore rappresentazione (2020-2022), seguita dal New York Times con un picco di 60 testi (Figura 1).

La leggibilità delle tre testate è classificata come media-superiore, dovuta a una consistente lunghezza dei testi (media parole ca. 12'000) e al linguaggio difficile, elementi entrambi necessari per comunicare un tema così complesso (Tabella 1).

Su Facebook si può accedere agli ultimi dieci anni di contenuti. Dal 2012 al 2022 il tema IA e medicina segue un andamento simile a quello delle testate giornalistiche. Si presenta un graduale aumento di contenuti dal 2013 (in Italia dal 2015) per raggiungere un picco nel 2020, che decresce rapidamente nel 2021 e 2022, a causa anche dell'incompletezza di dati. In America si osserva una maggiore comunicazione del tema con un totale di 5'702 articoli, seguita dall'Italia con 1'589. In Gran Bretagna, invece, la rappresentazione è minore allo stesso modo del The Guardian. Nel complesso i post di Facebook sul tema degli ultimi dieci anni sono più numerosi del totale degli articoli scritti nelle testate in un intervallo di tempo più lungo. Come previsto, considerata la natura dei social network più immediata e di veloce fruizione rispetto alle testate, la lunghezza dei testi di Facebook è più breve, con una media di 945 parole tra i tre campioni. La leggibilità dei post rimane per la maggior parte classificata come superiore con una minoranza di contenuti medi ed elementari (Tabella 1).

Figura 1. Andamento del tema IA e medicina nel corso degli anni.

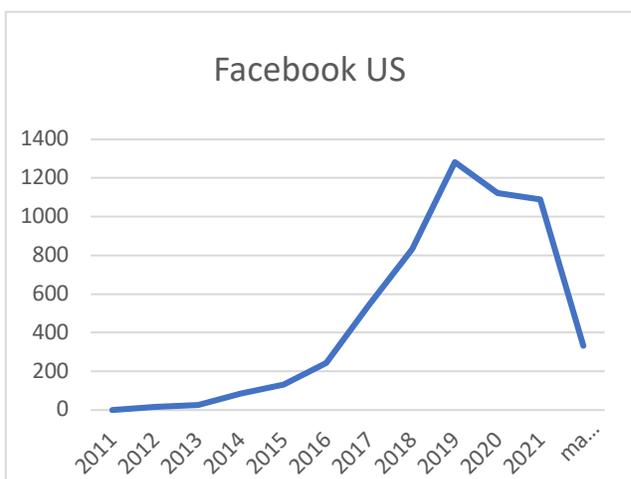
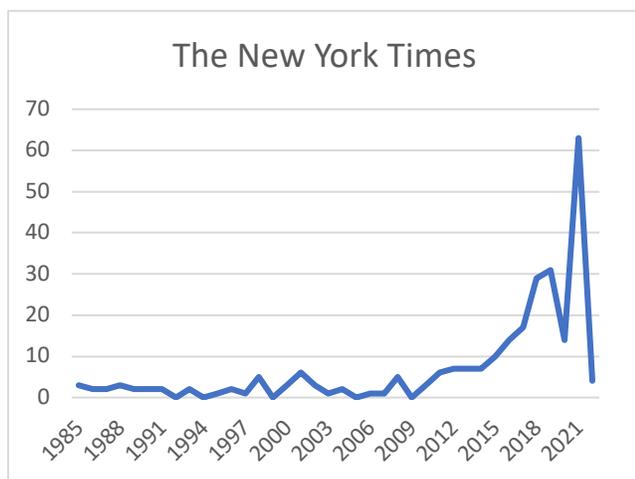
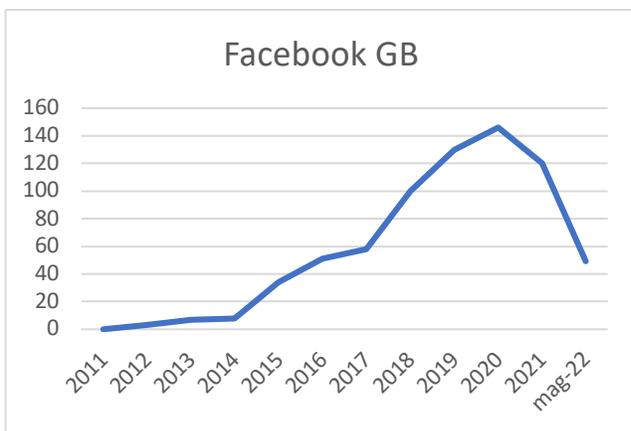
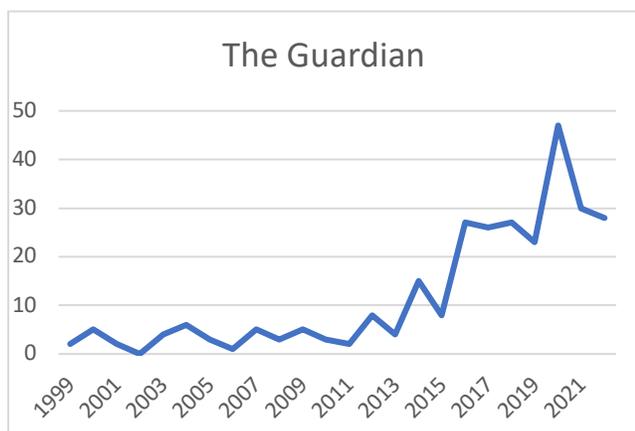
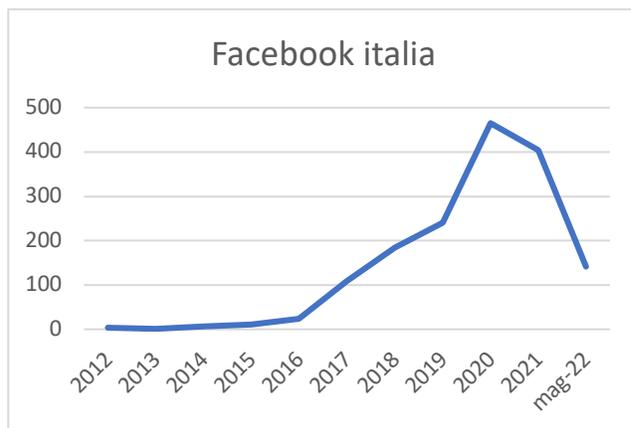
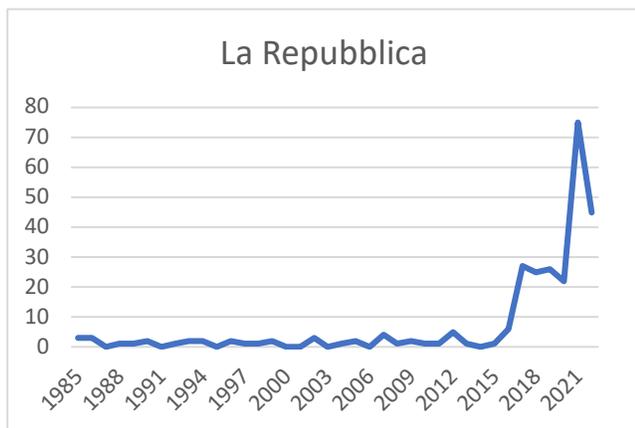


Tabella 1.

| Fonte | Numerosità campione | Data inizio | Data fine | Media lunghezza | Leggibilità |
|--------------------|---------------------|-------------|-----------|-----------------|---|
| La Repubblica | 267 | 05-1985 | 09-2022 | 7'081 | S 229 (98%) M 4 (2%) |
| The Guardian | 286 | 05-1999 | 10-2022 | 18'160 | S 271 (95%) M 14 (5%) |
| The New York Times | 261 | 03-1985 | 10-2022 | 13'575 | S 232 (88,9%) M 29 (11,1%) |
| Facebook ITA | 1'589 | 09-2012 | 05-2022 | 1'377 | S 846 (53,2%) M 153 (9,6%) E 80 (5%) |
| Facebook GB | 706 | 12-2012 | 05-2022 | 802,3 | S 355 (50,3%) M 77 (11%) E 21 (3%) |
| Facebook US | 5'702 | 05-2012 | 05-2022 | 655,2 | S 2917 (51,2%) M 627 (11%) E 202 (3,5%) |

Con quale intensità e in che modo i media parlano del ruolo preponderante di enti privati e grandi imprese nell'offrire servizi sanitari basati sull'applicazione dell'intelligenza artificiale in medicina?

Per rispondere a questa domanda ho deciso di verificare quanto è presente la tematica del business, degli investimenti e delle forme di impresa e di individuare la rappresentazione delle aziende big tech maggiormente coinvolte in questi processi. Pertanto in ogni campione, ho svolto un'analisi del contenuto e ho cercato la rappresentazione delle principali aziende della Silicon Valley che investono in IA: Amazon, Facebook, Apple, Microsoft (AFAM) e IBM (Figura 2). L'obiettivo è quantificare la loro rappresentazione per comprendere con quale estensione, in quali momenti e contesti vengono comunicate.

In tutti i corpora, l'andamento delle citazioni delle aziende big tech subisce una graduale crescita nel tempo che è correlata anche all'aumento di articoli sul tema. Le testate giornalistiche rivolgono molta più attenzione alle aziende big tech e tema del business rispetto ai contenuti di Facebook (Figura 3). Emerge un maggiore interesse verso il tema e una significativa presenza delle aziende sopra citate.

Dall'analisi dei contenuti de La Repubblica spicca una particolare attenzione verso gli aspetti economici delle applicazioni mediche dell'IA. Tra le 20 parole più frequenti sui 286 articoli analizzati si distinguono «startup», «milioni», «euro», «round» e «chiuso» (riferiti alla chiusura, a volte di apertura, di round finanziamenti o investimenti, come rivela l'analisi delle concordanze), «capitale», «fondo», «venture». Risultati simili si osservano dall'analisi di co-occorrenza tra sostantivi e aggettivi dove alla parola «milione» sono fortemente associati i termini «euro», «round», «investimento», «dollaro», «capitale» (Figura 4).

Figura 2. Andamento delle aziende big tech. Ogni indice è stato normalizzato per la lunghezza dei testi.

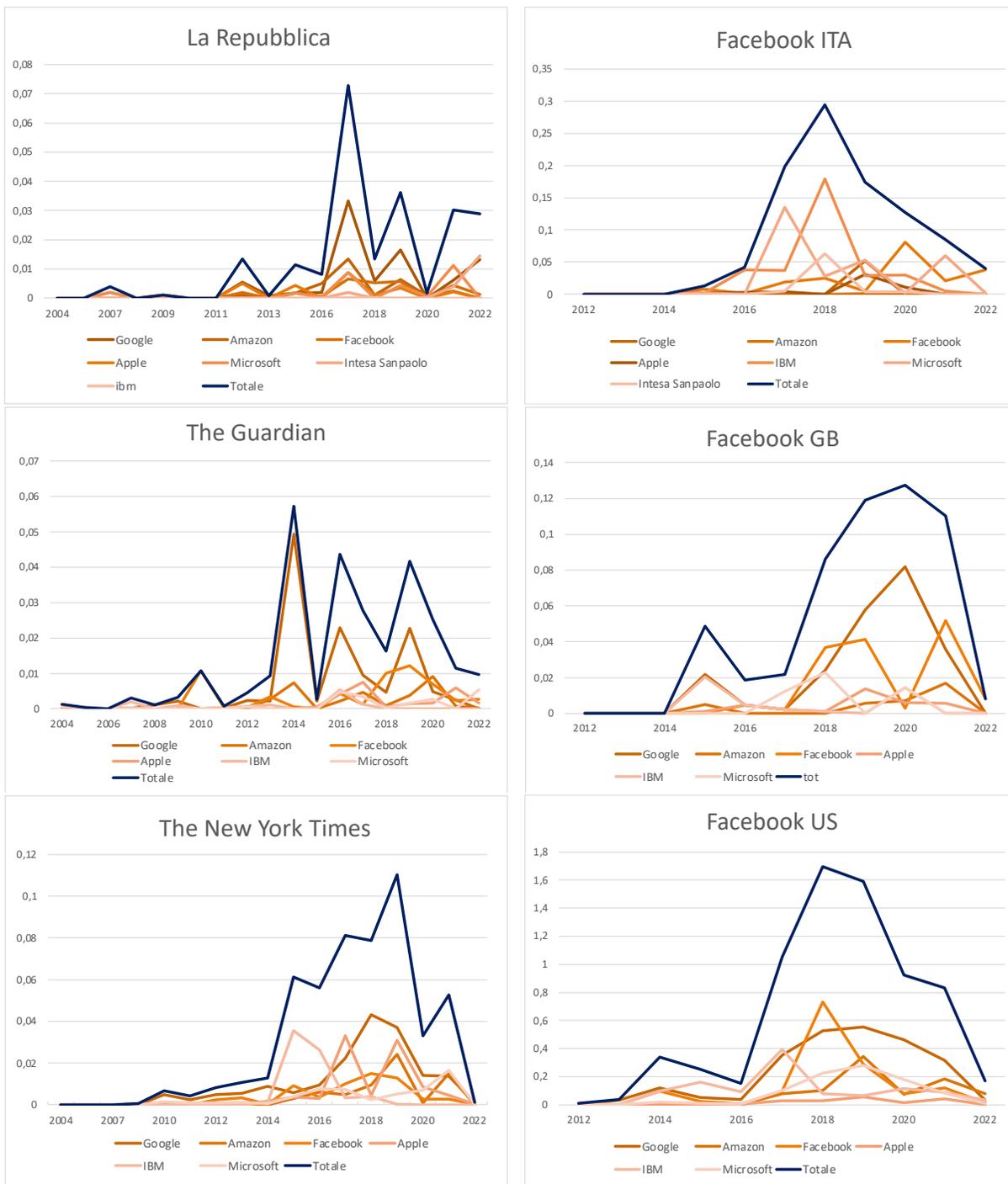


Figura 3. Percentuale del numero di testi in cui vengono citate le aziende big tech sul totale dei contenuti.

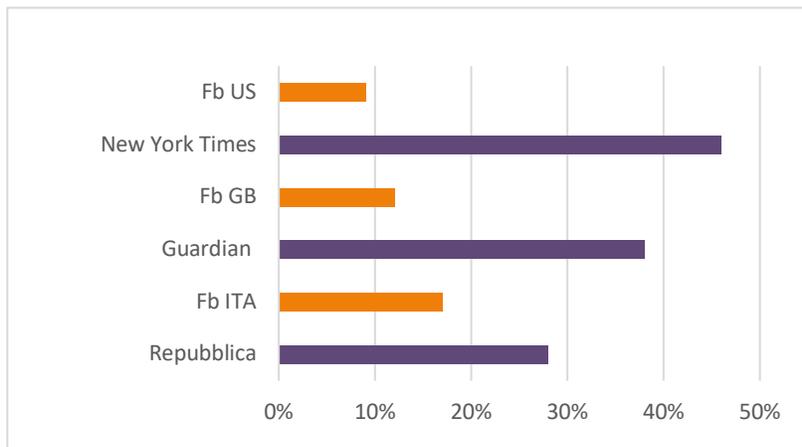
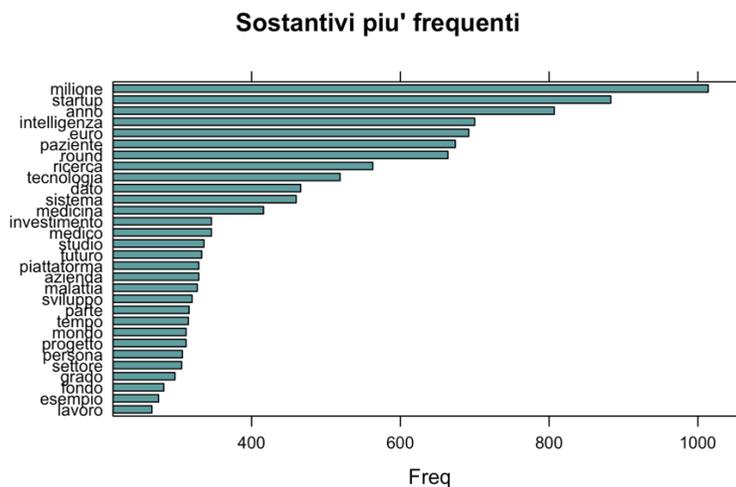


Figura 4. Dai dati de La Repubblica: (A) Analisi dei sostantivi più frequenti e (B) delle co-occorrenze.



Co-occorrenza entro una distanza di 3 parole

Sostantivi e Aggettivi



Rispetto alla testata italiana, sul *The Guardian* e sul *New York Times* il tema gode di minore rappresentazione a favore di argomenti quali, la COVID-19 e l'istruzione. Tuttavia la rappresentazione delle aziende big tech prese in analisi è consistente, soprattutto sul *Times*, dove vengono citate nel 46% degli articoli (Tabella 2). L'azienda maggiormente citata da tutte le fonti è Google con una spiccata maggioranza che si aggira sul 50% nei contenuti italiani e anglosassoni di Facebook (Figura 5).

Dall'analisi quantitativa si nota come su Facebook il tema del business goda di una modesta rappresentazione rispetto alle testate, allo stesso modo delle aziende big tech. Queste ultime sono citate nel 17% di contenuti in italiano, nel 12% di quelli inglesi e nel 9% di quelli americani (Tabella 2). Sia nei quotidiani che su Facebook, gli articoli seguono la commercializzazione o la pubblicazione di nuove applicazioni, algoritmi o tecnologie di IA da parte delle industrie big tech, ma non seguono necessariamente le stesse tematiche. Infatti, anche le curve dell'indice hanno andamenti differenti. Anche qui l'azienda maggiormente citata è Google (Figura 5) e l'andamento delle curve spesso segue le nuove proposte sul mercato. Ne riporto alcuni esempi presenti sui media tradizionali e digitali.

Nel 2018 tutti i corpora parlano del suo nuovo programma di lettura del linguaggio naturale e di programmi diagnostici, spesso con capacità superiori a quella dei dottori. Allo stesso modo sui quotidiani si discute di DeepMind e delle sue applicazioni, ad esempio, nel predire la risposta dei pazienti alla terapia⁴⁰ o nel rendere disponibili online tutte le informazioni sulle proteine⁴¹. Su Facebook US si dibattono le abilità del «Dottor Google» nel diagnosticare il tumore al polmone e alla mammella con una maggiore accuratezza e minori probabilità di falsi positivi. Anche se in misura minore, un post parla del rischio di eccedere nei test e nelle diagnosi: «AI systems, like Google's system for reading mammograms, have the potential to worsen pre-existing problems like overtesting, overdiagnosis, and overtreatment»⁴².

⁴⁰ A. O'Connor, "A.I. Is Likely to Transform Medicine", *The New York Times*, 11 marzo 2019.

⁴¹ N. Grover, «AI firm DeepMind puts database of the building blocks of life online», *The Guardian*, 22 luglio 2021.

⁴² Techmeme, "AI systems, like Google's system for reading mammograms, have the potential to worsen pre-existing problems like overtesting, overdiagnosis, and overtreatment", Facebook, US, 1 dicembre 2020. <https://www.facebook.com/20302481344/posts/10156554053461345>

Tabella 2.

| | Aziende big tech | Aziende big tech |
|--------------------|------------------|-------------------------|
| Campione | Valore max | n. contenuti indice > 0 |
| La Repubblica | 0,073 | 67 (28,2%) |
| The Guardian | 0,057 | 111 (41%) |
| The New York Times | 0,063 | 121 (46,4%) |
| Facebook ITA | 0,294 | 265 (16,7%) |
| Facebook GB | 0,127 | 86 (12,2%) |
| Facebook US | 1,694 | 543 (9,5%) |

Figura 5. Percentuale della rappresentazione di ciascuna azienda sul totale dei contenuti.



Soprattutto nei contenuti italiani si trova una certa ricorrenza della questione di IBM Watson. Infatti, tra i primi 10 articoli de La Repubblica maggiormente indicizzati per le aziende big tech, 6 menzionano l'IBM^{43,44,45,46,47,48} in relazione a collaborazioni con università, centri di ricerca e università italiane. Nel 2014 su Facebook se ne incomincia a parlare con toni ottimistici:

Il sistema di intelligenza artificiale #Watson di #IBM potrebbe presto avere successo nelle app commerciali per la gestione dei beni, nei call center e nella medicina⁴⁹.

Lo stesso avviene in Gran Bretagna e negli Stati Uniti fino al 2016, quando il «Dr. Watson» viene presentato come un sistema capace di imparare dai pazienti e assistere i medici nel prendere decisioni⁵⁰. In seguito si continua a parlare dell'argomento in modo critico, focalizzandosi sul suo fallimento, come in *4 Lessons From IBM's Failure To Transform Medicine With Watson Health*⁵¹. Altra attenzione viene dedicata ad Apple e alla sua applicazione iHealth e iWatch per il monitoraggio dei parametri sanitari, soprattutto sul NYT nell'articolo del 2017 *As Wearable Devices Evolve, The Apple Watch Offers an EKG: «This Health Revolution May Be all in the Wrist»*⁵².

In generale da tutti i media in analisi vengono citate le aziende della Silicon Valley come protagoniste della rivoluzione sanitaria in atto, o in riferimento ai loro contributi nello sviluppo di nuove applicazioni mediche dell'IA. Come si osserva dall'analisi del contenuto, il sentiment di tutti i campioni è positivo (Figura 1 supplementare), per cui si può dedurre una sorta di fiducia

⁴³ Redazione, "Ibm, asse con Jrdf: la lotta al diabete diventa cognitive", *La Repubblica*, 13 settembre 2017.

⁴⁴ Redazione, "Fondazione Pascale, Cnr e Ibm insieme per la medicina di precisione", *La Repubblica*, 22 marzo 2018.

⁴⁵ A. Frollà, "Ibm rilancia al Sud con We|Lab: apre a Bari il polo della Puglia 4.0", *La Repubblica*, 13 luglio 2018.

⁴⁶ Redazione, "Ibm e l'Università Campus Biomedico in campo per la sanità e le scienze della vita", *La Repubblica*, 11 ottobre 2018.

⁴⁷ L. Lenzini, "Perché la ricerca italiana ha bisogno di un quantum computer", *La Repubblica*, 18 giugno 2021.

⁴⁸ Michele Bocci, "Medicina e smartphone: quando il dottore è in tasca", *La Repubblica*, 18 settembre 2015.

⁴⁹ TechnologyReview.it, "Il sistema di intelligenza artificiale #Watson di #IBM potrebbe presto avere successo nelle app commerciali per la gestione dei beni, nei call center e nella medicina", Facebook, IT, 3 maggio 2010. <https://www.facebook.com/122995487715882/posts/947792858569470>.

⁵⁰ Qeprize, "Meet Dr Watson, the artificial intelligence system that 'learns' about patients and can assist doctors in making complex decisions", Facebook, GB, 2 ottobre 2012. <https://www.facebook.com/451024864948924/posts/1316058651778870>.

⁵¹ HealthInsurance4Everyone, "(STAT) - '4 Lessons From IBM's Failure To Transform Medicine With Watson Health.' The demise of IBM's Watson Health would be easy to file away [...]", Facebook, US, 28 aprile 2010. <https://www.facebook.com/114668681898950/posts/4167176543314790>.

⁵² Redazione, "As Wearable Devices Evolve, The Apple Watch Offers an EKG", *The New York Times*, 26 dicembre 2017.

nel futuro e nell'innovazione introdotta dalle nuove tecnologie. Da un'analisi qualitativa dei testi, però, sembra meno presente un discorso consapevole sugli effetti di questi cambiamenti nei sistemi sanitari nazionali. Su La Repubblica nel 2015 si inizia parlare delle trasformazioni delle applicazioni mediche per smartphone introdotte dalle principali aziende big tech⁵³. Mancano però dei riferimenti alle conseguenze che queste innovazioni possono apportare al sistema sanitario. Nel 2014 sul NYT viene trattato in modo più diretto l'argomento in *Billionaires with big ideas are privatizing american science*⁵⁴. L'articolo parla del progetto Brain Initiative promosso da Obama per lo studio del cervello come contromisura del governo alle tendenze individualistiche nel mondo sanitario e della scienza da parte dei personaggi più influenti del mondo tech, come Bill Gates di Microsoft ed Eric E. Schmidt di Google.

Private donors now account for roughly 30 percent of the schools' research money, she reported, adding that the rise of science philanthropy may simply help "rich fields, universities and individuals to get richer." The new patrons are responsible for one of the most striking trends on these campuses: the rise of privately financed institutes, the new temples of science philanthropy⁵⁵.

Viene denunciata la privatizzazione del National Institute of Health americano e del rischio della sua monopolizzazione da parte dei filantropi di Silicon Valley.

La maggior parte dell'attenzione al tema viene rivolta dal The Guardian con due articoli tra il 2016 e il 2018. Il primo *The doctor will see you... on your smartphone*⁵⁶ dibatte la questione delle applicazioni di telemedicina per smartphone. Pone delle domande sugli effetti sul National Health System e sul fatto che possa portare alla sua «distruzione».

But the bigger question is what impact online doctors will have on the provision of healthcare in the UK: are they a valuable tool to reduce the demands on our overloaded doctors and nurses or are they, as one GP I spoke to said, opening "a door to NHS destruction"? The offices of Babylon in South Kensington have been designed to evoke the hanging gardens, one of the seven wonders of the ancient world.

⁵³ Michele Bocci, "Medicina e smartphone: quando il dottore è in tasca", *La Repubblica*, 18 settembre 2015.

⁵⁴ Redazione, "Billionaires with big ideas are privatizing american science", *The New York Times*, 15 marzo 2014.

⁵⁵ Ibidem.

⁵⁶ T. Lewis, "The doctor will see you now... on your smartphone", *The Guardian*, 2 ottobre 2016.

Presenta anche delle perplessità sulla sua reale inclusività. Un sistema che dovrebbe nascere per rendere la sanità più accessibile potrebbe trasformarsi in un ulteriore movente di discriminazione:

This might work in your favour if you are basically healthy, need a one-off appointment and have the money to pay to put yourself in the front of the queue. But if you have an ongoing condition, or multiple or complex needs, the research shows that your care will be better if you have continuity and are looked after by a team that can care for you holistically.” The idea of “a GP in your pocket” emphasises speed and convenience, but McCartney fears that it may ultimately derail our health service⁵⁷.

In seguito, piuttosto che della privatizzazione, si parla di privacy dei dati sanitari dei pazienti del NHS e del rischio che le aziende che investono in applicazioni mediche di IA, come Google con DeepMind, ne entrino in possesso (es. *Google's DeepMind shouldn't suck up our NHS records in secret*⁵⁸ e *The Guardian view on AI in the NHS: a good servant, when it's not a bad master*⁵⁹). Sui contenuti indicizzati di Facebook non vengono mai menzionati gli effetti delle applicazioni dell'IA sui sistemi nazionali sanitari. L'unica eccezione proviene da un post di Facebook proveniente dagli Stati Uniti del 2019, in cui si afferma che il settore privato cambierà le sorti di tutti gli ambiti, da quello medico alle operazioni militari. Se le aziende big tech continueranno a crescere saranno loro a dettare i termini dell'innovazione, inclusa la sua regolamentazione:

It's almost a banality nowadays to remark that artificial intelligence (AI) is so deeply embedded in our infrastructure that it's affecting decisions everywhere. But what's not trite is considering exactly how it will change markets, medicine, transportation, military operations, politics, social relations, criminal justice, and the likes of you and me — which will largely depend on big tech companies like Google, Amazon, Facebook, and the rest. If these behemoths continue to grow by supporting products and service that cause harm, then the most important stories we tell about AI won't be about technology, but about

⁵⁷ Ivi.

⁵⁸ R. Ramesh, “Google's DeepMind shouldn't suck up our NHS records in secret, *The Guardian*, 4 maggio 2016.

⁵⁹ Redazione, “The Guardian view on AI in the NHS: a good servant, when it's not a bad master”, *The Guardian*, 21 maggio 2018.

capitalism incapacitating democratic governance. In other words: They will be about the private sector dictating the terms of innovation, including the direction of regulation⁶⁰.

Per quanto diretti, questi interventi sono pochi nell'arco di tempo considerato. Anche in Italia e in Gran Bretagna dove vige un sistema sanitario nazionale basato sui principi dell'universalismo che sarebbe maggiormente intaccato dall'avanzamento dei privati. L'estensione della comunicazione della privatizzazione e corporatizzazione dei servizi sanitari in seguito alle applicazioni mediche dell'IA è ridotta. Tutti i media citano ampiamente i maggiori esponenti delle aziende big tech, senza approfondire le conseguenze dei loro investimenti.

Infine, si può concludere che la rappresentazione delle aziende big tech generalmente non sia correlata al discorso sul business e investimenti. Le testate citano maggiormente le aziende in analisi come coinvolte o protagoniste della rivoluzione tecnologica della sanità, ma il dibattito sulla privatizzazione è carente. Tra gli articoli indicizzati ho identificato poche eccezioni soltanto sul The Guardian, sul New York Times e sui post di Facebook statunitensi.

⁶⁰ lareviewbooks. ““It’s almost a banality nowadays to remark that artificial intelligence (AI) is so deeply embedded in our infrastructure that it’s affecting decisions everywhere.”, Facebook, US, 25 maggio 2011. <https://www.facebook.com/224105870934491/posts/2782473965097656>.

Con quale intensità e in che modo i media parlano di una individualizzazione della medicina basata sull'acquisizione di dati biometrici e molecolari?

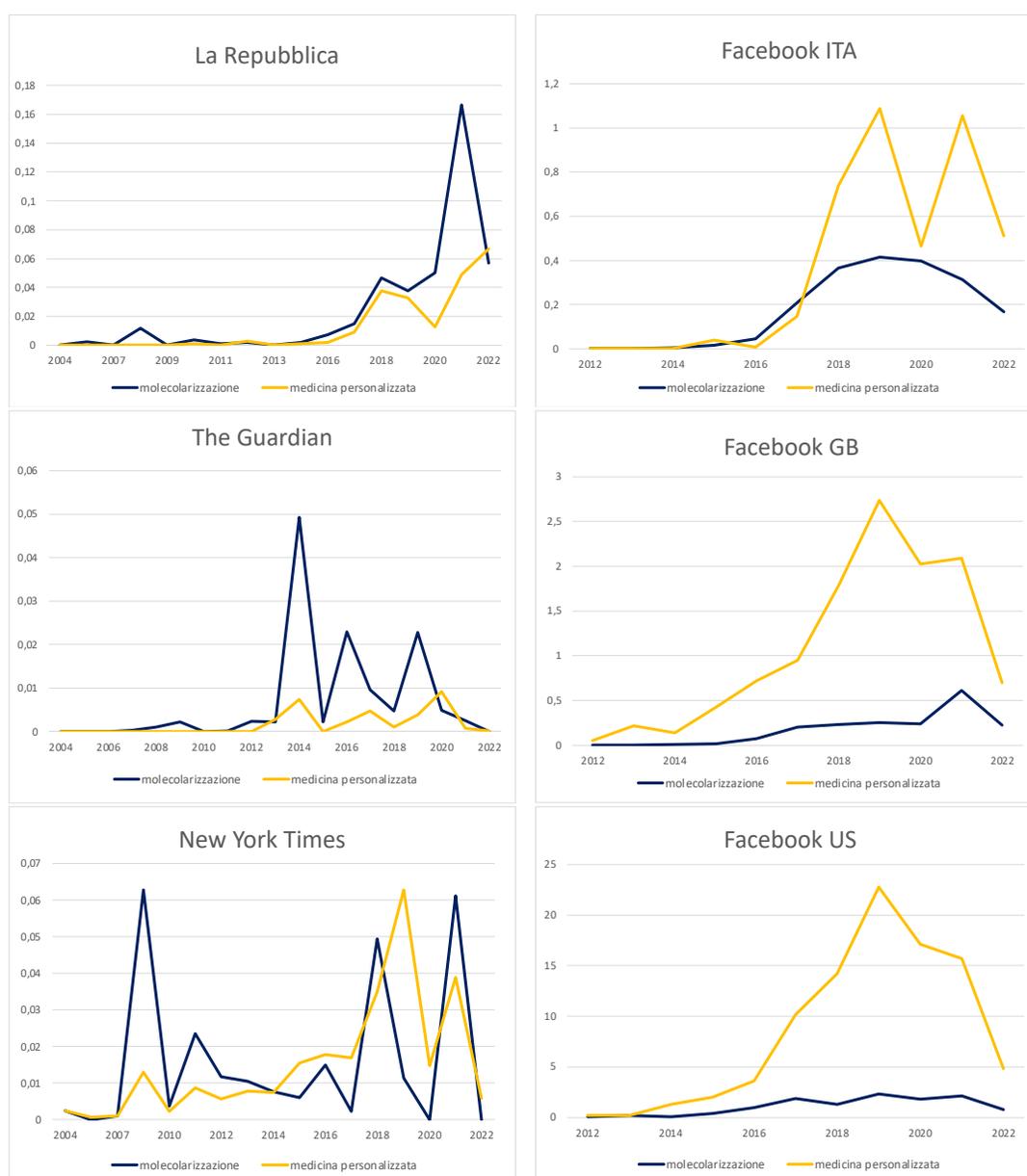
Per studiare la rappresentazione di questo fenomeno ho misurato l'evoluzione degli indici di molecolarizzazione e medicina personalizzata nei diversi corpora. Questi quantificano rispettivamente le tematiche dell'integrazione delle tecnologie bio-molecolari in medicina e i sistemi di medicina customizzati e di precisione, attraverso i termini indicati nella seconda figura supplementare.

In quasi tutte le fonti si osserva un graduale aumento degli indici con una diminuzione nel 2022, giustificata almeno in parte dall'incompletezza dei dati disponibili fino ad ottobre (Figura 5). Seguono un andamento simile le curve dei contenuti di Facebook, mentre quelle delle testate sono tra di loro più differenziate. Da un lato questo è causato dalla normalizzazione degli indici per la brevità dei testi di Facebook, dall'altro le testate presentano dei valori massimi decisamente più bassi. La differenza è particolarmente elevata tra i media anglosassoni e americani dove i valori massimi del The Guardian e The New York Times sono rispettivamente 60 e 383 volte più bassi di quelli dei contenuti di Facebook (Tabella 3). Ne risulta che sul social di riferimento gli indici sono notevolmente più rappresentati rispetto alle testate. Dai grafici, emerge anche la differenza della rappresentazione dei due indici nei diversi media. Infatti, sui quotidiani sono presenti valori più alti di molecolarizzazione. La percentuale di articoli in cui si presenta l'indice sul totale rimane sul 30% ed è nettamente inferiore a quella della medicina personalizzata, soprattutto sul The Guardian (quasi 100%) e The New York Times (72,7%). Ciò significa che sono presenti meno articoli indicizzati con molecolarizzazione, ma con valori più alti, mentre quelli di medicina personalizzata sono più numerosi e con valori più bassi. Al contrario per i risultati di Facebook, i numeri massimi più alti si osservano per medicina personalizzata, insieme a una maggiore distribuzione sul totale. Questo andamento è anche evidente dai grafici, dove l'indice aumenta gradualmente in tutti i campioni social nel corso degli anni (Figura 6).

Tabella 3.

| | Molecolarizzazione | Medicina personalizzata | Molecolarizzazione | Medicina personalizzata | Entrambi |
|--------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Campione | Valore max | Valore max | n. contenuti indice > 0 | n. contenuti indice > 0 | n. contenuti indice > 0 |
| La Repubblica | 0,167 | 0,067 | 82 (33,5%) | 79 (32,2%) | 51 (21%) |
| The Guardian | 0,049 | 0,009 | 112 (41,3%) | 273 (95,5%) | 106 (39,1%) |
| The New York Times | 0,063 | 0,063 | 78 (35,2%) | 208 (72,7%) | 78 (35,3%) |
| Facebook ITA | 0,397 | 1,086 | 200 (12,6%) | 253 (15,9%) | 84 (5,3%) |
| Facebook GB | 0,612 | 2,732 | 94 (13,3%) | 622 (88%) | 84 (12%) |
| Facebook US | 2,321 | 22,787 | 724 (12,7%) | 4'894 (85,8%) | 671 (11,8%) |

Figura 6. Andamento degli indici di molecolarizzazione e medicina personalizzata. Ogni indice è stato normalizzato per la lunghezza dei testi.



Da un punto di vista di analisi del discorso si osserva una differenza spiccata tra i media tradizionali e social, soprattutto nella narrazione del tema durante gli anni della pandemia, 2020-2021. Per quanto riguarda le testate, l'attenzione alle applicazioni dell'IA per fronteggiare la pandemia è scarsa. I picchi degli indici sono molto differenziati tra i corpora e non sembrano seguire particolari eventi di attualità. È pertanto difficile ritrovare tematiche comuni tra gli articoli. Su La Repubblica spicca la tematica della molecolarizzazione della medicina per la cura del cancro. Qui, tra i primi 10 articoli con valori più alti di molecolarizzazione 7 parlano delle applicazioni oncologiche dell'IA^{61, 62, 63, 64, 65, 66, 67}. Anche negli articoli con maggiori indici di medicina personalizzata, l'IA è una tecnologia che permette di prevedere le emergenze⁶⁸, di migliorare il sistema sanitario, l'assistenza, le terapie e le diagnosi di diverse malattie (es. tumori e cardiopatie)⁶⁹.

Sul The Guardian è presente un picco dell'indice di molecolarizzazione nel 2014 con due più picchi nel 2016 e 2018 (Figura 6). Anche in questa testata l'attenzione alla pandemia è limitata e si concentra sulle applicazioni tecnologiche per contrastare i problemi cardiologici⁷⁰, il cancro⁷¹, per monitorare il microbioma⁷² o allungare la vita⁷³ o riunire in un solo database i dati della ricerca scientifica⁷⁴. La narrazione prevalente è quindi positiva, l'IA è presentata come il futuro della sanità (*The future of healthcare: AI, augmented reality and drug-delivering drones*

⁶¹ T. Simoniello, "Così mapperemo tutti i geni del cancro", *La Repubblica*, 28 gennaio 2021.

⁶² V. Rita, "Tumori gastrointestinali, la svolta della genomica", *La Repubblica*, 8 febbraio 2021.

⁶³ I. D'Aria, "Oncologia di precisione, al via ricerca per studiare la profilazione genetica dei tumori", *La Repubblica*, 16 maggio 2019.

⁶⁴ M. Magistroni, "Classificare i tumori? Ci pensa l'intelligenza artificiale", *La Repubblica*, 20 aprile 2018.

⁶⁵ A. L. Bonfranceschi, "Prevedere i benefici della radioterapia. Grazie al genoma", *La Repubblica*, 10 settembre 2021.

⁶⁶ M. T. Bradascio, "Un avatar per studiare il cancro", *La Repubblica*, 18 ottobre 2018.

⁶⁷ Irma D'Aria, "Tumori del sangue, Intelligenza Artificiale e machine learning per cure su misura", *La Repubblica*, 8 luglio 2021.

⁶⁸ B. Orrico, "Sanità digitale, "così prevederemo le emergenze"", *La Repubblica*, 23 marzo 2022.

⁶⁹ Redazione, «Intelligenza artificiale, così sveleremo i segreti del cuore», *La Repubblica*, 8 luglio 2022.

⁷⁰ H. Siddique, «Simple eye examination could predict heart attack risk, says study», *The Guardian*, 12 giugno 2022.

⁷¹ K. McCarthy, "Is it cancer? Diagnosing yourself online is about to get easier", *The Guardian*, 14 luglio 2016.

⁷² R. Seal, "Unlocking the "gut microbiome". and its massive significance to our health", *The Guardian*, 11 luglio 2021.

⁷³ A. Hill, "Scientists harness AI to reverse ageing in billion-dollar industry", *The Guardian*, 21 dicembre 2019.

⁷⁴ O. Solon, "Priscilla Chan and Mark Zuckerberg aim to cure, prevent and manage all disease", *The Guardian*, 22 settembre 2016.

*Imagine*⁷⁵), ma presenta anche delle perplessità. Ad esempio, nell'articolo *Blood, spit and swabs: can you trust home medical-testing kits?*⁷⁶ del 2018, tratta l'argomento dei kit medici «fai da te» e dei test genetici. L'autore dell'articolo solleva dubbi sulla loro effettiva utilità, il rischio di sovra-diagnosi e denuncia il cosiddetto capitalismo delle ansie, che genera nuove occasioni di paura per la propria salute per trarne un vantaggio economico.

In the past few years, dozens of startups have capitalised on our physical anxieties, offering tests that bypass the NHS. They provide pay-as-you-go medical testing normally reserved for the unwell, selling a promise that information equals control.

Sul New York Times, invece, l'indice di molecolarizzazione presenta dei picchi nel 2008, 2018 e 2021 (Figura 6). In generale l'IA viene presentato in toni positivi e ottimisti. Oltre alla pandemia, uno degli argomenti maggiormente affrontati è quello dei test genetici implementati dall'IA.

Nel 2008 se ne discute come un bene di lusso, dieci anni dopo vengono proposti da un'azienda ai propri dipendenti per scoprire familiarità a determinate malattie e abbattere i costi delle assicurazioni sanitarie. Nel 2021 negli articoli *Latest Job Perk: Genetic Testing*⁷⁷ e *Should we edit our children's gene?*⁷⁸, ci si chiede se sia giusto modificare il genoma dei propri figli.

Gli articoli maggiormente indicizzati con medicina personalizzata, invece trattano il modo in cui l'IA può trasformare il ruolo del medico^{79,80} e cambiare la cura del cancro⁸¹. Inoltre, nell'articolo già citato del 2017⁸², si parla dei dispositivi indossabili di Apple e altre aziende per rilevare dati biometrici.

Per quanto riguarda i dati di Facebook si osserva un aumento compatto delle curve dell'indice medicina personalizzata dal 2016 fino al picco del 2019-2020 (Figura 6). La crescita di molecolarizzazione segue lo stesso andamento, ma è più modesta. Nonostante il picco della

⁷⁵ O. Bach, "The future of healthcare: AI, augmented reality and drug delivery drones", *The Guardian*, 1 novembre 2016.

⁷⁶ A. Jones, "Blood, spit and swabs: can you trust home medical-testing kits?", *The Guardian*, 22 settembre 2018.

⁷⁷ Redazione, "Latest Job Perk: Genetic Testing", *The New York Times*, 16 aprile 2018.

⁷⁸ Redazione, "Should we edit our children's gene?", *The New York Times*, 2 aprile 2021.

⁷⁹ Redazione, "A.I.'s Mixed Blessing for Medicine", *The New York Times*, 31 gennaio 2019.

⁸⁰ Redazione, "For Doctors, Age May Be More Than a Number", *The New York Times*, 6 gennaio 2018.

⁸¹ Redazione, "A.I. Took a Test to Detect Lung Cancer. It Got an A", *The New York Times*, 20 maggio 2019.

⁸² Redazione, "As Wearable Devices Evolve, The Apple Watch Offers an EKG", *The New York Times*, 26 dicembre 2017.

curva si sovrapponga al periodo della pandemia, solo negli Stati Uniti viene molto discussa l'utilità dell'IA nel predire le risposte dei pazienti alle terapie intensive e nella gestione degli ospedali. Questi dati sono confermati anche dall'analisi del contenuto, che ha individuato «#covid19» e «covid» tra gli hashtag e gli aggettivi più frequenti (Figura 7). Invece, in Gran Bretagna e in Italia gli argomenti prevalenti riguardano i nuovi approcci di oncologia di precisione e medicina personalizzata per la cura del cancro e delle malattie cardiologiche e l'aiuto dell'IA nel supportare dottori e sistema sanitario. Ne sono un esempio questi post in italiano:

Un approccio #bigdata alla genomica: così nasce la medicina personalizzata⁸³.

Intelligenza artificiale e big data per sezionare il dna del tumore e cercare nei database mondiali il farmaco su misura per ogni paziente. Si apre una nuova frontiera⁸⁴.

Questo contenuto parla delle applicazioni di IA per l'analisi del cuore e i vantaggi in termini di costi ed efficacia delle cure che porterebbero al sistema nazionale sanitario anglosassone:

Our academic and commercial partners are further developing these AI algorithms to analyse other aspects of cardiac structure and function. This should translate to time and cost savings for the NHS and could potentially improve the efficiency of patient care⁸⁵.

⁸³ ebusinessconsulting. "Un approccio #bigdata alla genomica: così nasce la medicina personalizzata.", Facebook, IT, 27 agosto 2018.

<https://www.facebook.com/166925950053276/posts/1849349001810954>.

⁸⁴ business.ita, "Intelligenza artificiale e big data per sezionare il dna del tumore e cercare nei database mondiali il farmaco su misura per ogni paziente. Si apre una nuova frontiera", Facebook, IT, 20 novembre 2019. <https://www.facebook.com/363589373994/posts/10157143830568995>.

⁸⁵ JHMTorguk, "HEART matters: AI identifies genes linked to heart failure -latest research findings from Queen Mary University of London The Queen Mary University of London team [...]", Facebook, GB, 27 settembre 2019. <https://www.facebook.com/157002341108121/posts/1610726792402328>.

In linea con la sentiment analysis, i toni sono positivi e ottimisti sull'efficacia, accuratezza e praticità dell'IA in medicina. Un'eccezione riguarda almeno 8 post del 2020 in italiano in periodo pandemico^{86,87,88,89,90,91,92,93}, che mostrano diffidenza verso le innovazioni scientifiche, come il vaccino e l'intelligenza artificiale, identificate con le industrie e il sistema capitalistico:

Mentre il coronavirus continua a uccidere migliaia di persone ogni giorno, le aziende tecnologiche stanno cogliendo l'opportunità di estendere la loro portata e il loro potere⁹⁴. Mentre questo post dalla Gran Bretagna guarda con diffidenza ai sistemi di predizione del NHS basati sul sequenziamento genomico e interpreta la pandemia come un'occasione per l'introduzione di sistemi di sorveglianza basati sull'AI:

While focusing on disease risk, the blog flagged-up Cummings' hopes that a new NHS genomics prediction programme would ultimately allow the UK to, not just prevent diseases, but to do so before birth – in effect a nod toward the selective breeding

⁸⁶ NA, "Sono stato aiutato a recuperare l'articolo rimosso dalla Stampa stessa, sicuramente a seguito di pressioni (censura) Ringrazio i tanti iscritti", Facebook, IT, NO5G ITALIA GRUPPO ATTIVISTI, 9 aprile 2020. <https://www.facebook.com/groups/944961739214752/permalink/1098837170493874>.

⁸⁷ NA, «Ripropongo l'articolo dell'Avv. Benedetta Paravia, pubblicato il 6 aprile scorso e poi evaporato IL VALORE DELLA SALUTE E QUELLO DEL PROFITTO [...]», Facebook, IT, STOP 5G SVIZZERA italiana, 10 aprile 2020. <https://www.facebook.com/groups/733689170348786/permalink/1270519349999096>.

⁸⁸ NA, «Ecco una "copia" del bell'articolo dell'avv. Benedetta Paravia, apparso qualche giorno fa su La Stampa e la Gazzetta di Mantova, e poi scomparso dal web! [...]», Facebook, IT, STOP 5G SVIZZERA italiana, 12 dicembre 2020. <https://www.facebook.com/groups/733689170348786/permalink/1270519349999096>.

⁸⁹ NA, "GIRA VOCE CHE VI SIA STATA UNA CENSURA SULL'ARTICOLO DELLA STAMPA. SI DIMENTICANO CHE ESISTE SEMPRE LA CACHE DI GOOGLE... ECCOLO [...]", Facebook, IT, Stop 5G Emilia, 9 aprile 2020. <https://www.facebook.com/groups/400579020528174/permalink/613002145952526>.

⁹⁰ NA, "GIRA VOCE CHE VI SIA STATA UNA CENSURA SULL'ARTICOLO DELLA STAMPA. SI DIMENTICANO CHE ESISTE SEMPRE LA CACHE DI GOOGLE... ECCOLO [...]", Facebook, IT, Stop5G ITALIA, 8 aprile 2020. <https://www.facebook.com/groups/482789335463203/permalink/814515502290583>.

⁹¹ NA, "GIRA VOCE CHE VI SIA STATA UNA CENSURA SULL'ARTICOLO DELLA STAMPA. SI DIMENTICANO CHE ESISTE SEMPRE LA CACHE DI GOOGLE... ECCOLO [...]", Facebook, IT, NO5G ITALIA GRUPPO ATTIVISTI, 8 aprile 2020. <https://www.facebook.com/groups/944961739214752/permalink/1098413280536263>.

⁹² STOP 5G SVIZZERA italiana. «IL VALORE DELLA SALUTE E QUELLO DEL PROFITTO: IL 5G ARTICOLO SCOMPARSO DAL WEB! [...]», Facebook, IT, 7 aprile 2020. <https://www.facebook.com/groups/733689170348786/permalink/1072557543128612>.

⁹³ Stop sperimentazione 5G. «L'ARTICOLO DELLA STAMPA E POI ANCHE SUL SECOLO XIX A PROPOSITO DEL 5G INTITOLATO [...]», Facebook, IT, 9 aprile 2020. <https://www.facebook.com/groups/225957831639191/permalink/544522696449368>.

⁹⁴ NA, "Naomi Klein: Come la grande tecnologia progetta di trarre profitto dalla pandemia SECONDA PARTE Mentre il coronavirus continua a uccidere migliaia di persone ogni giorno [...]", Facebook, IT, Stop sperimentazione 5G, 23 maggio 2020. <https://www.facebook.com/groups/225957831639191/permalink/575995406635430>.

techniques at the core of eugenics. They are using the COVID-19 crisis to erect a corporate superstate powered by mass surveillance and AI. Their grim ambition is to reach into the very DNA of every British citizen⁹⁵.

Si può quindi riassumere che in tutti i corpora si tratta la tematica dell'individualizzazione della medicina incentivata dall'IA. L'indice della medicina personalizzata è maggiormente distribuito anche se con valori più bassi. Paragonando i risultati del quotidiano di riferimento e di Facebook in ogni Paese, si nota come il tema sia trattato prevalentemente in Gran Bretagna e Stati Uniti. Nei tre Paesi si usano toni positivi per le applicazioni mediche dell'IA e l'utilizzo dei dati per la diagnosi e la cura del cancro, cardiopatie e altre malattie. Dall'analisi del contenuto emerge una particolare attenzione sugli aspetti della ricerca accademica in questi settori soprattutto in Inghilterra e Stati Uniti. Sulle testate e i contenuti Facebook anglosassoni e americani i toni sono del tutto positivi e fiduciosi sulle applicazioni mediche dell'IA. Le poche eccezioni riguardano alcuni testi anglosassoni e in italiano di Facebook e le perplessità sui riscontri dei test genetici del The Guardian e New York Times.

⁹⁵ unextincti0n, "Behind the NHS Genomics Plan: An Eugenics-Inspired Agenda? The obsession with genetics can be traced directly back to the Prime Minister's chief advisor, Dominic Cummings.", Facebook, GB, UN-Extinction, 30 ottobre 2020.
<https://www.facebook.com/113147290158559/posts/214394326700521>.

Con quale intensità e in che modo i media parlano dei rischi e delle controversie legali e sociali legate alle applicazioni mediche dell'intelligenza artificiale?

Tra i contenuti che trattano il tema di IA e medicina, ho analizzato questo fenomeno calcolando gli indici di risk, conflict e litigation per quantificare rispettivamente la rappresentazione dei rischi, delle implicazioni giudiziari e del conflitto sociale (per ulteriori dettagli sui termini, consultare la figura 2 supplementare). L'andamento delle curve è molto simile sia tra i diversi indici sia tra i sei corpora: crescono gradualmente raggiungendo un picco tra il 2020 e il 2021, per poi diminuire in modo netto l'anno successivo (Figura 8). Questa diminuzione è sempre almeno in parte spiegabile con l'incompletezza dei dati nel 2022. L'unica eccezione nel picco del 2016 dei contenuti Facebook anglosassoni è un falso positivo, perché dovuto alla seriale pubblicazione dello stesso post. Di nuovo come previsto, i valori massimi sono maggiori nei post social, mentre la percentuale dei contenuti dove sono presenti gli indici sul totale è nettamente maggiore nei quotidiani (Tabella 4). Anche questo si spiega con la maggiore quantità di post rispetto agli articoli delle testate, per cui la loro distribuzione appare minore. All'interno dei media tradizionali e digitali sia i valori massimi che le distribuzioni sono molto simili tra loro e la differenza tra le due tipologie di media è meno ampia, a differenza degli indici della seconda domanda di ricerca. Come è evidente anche nei grafici, prevale l'indice di conflict, a cui seguono litigation e risk.

Figura 8. Andamento degli indici di risk, litigation e conflict. Ogni indice è stato normalizzato per la lunghezza dei testi.

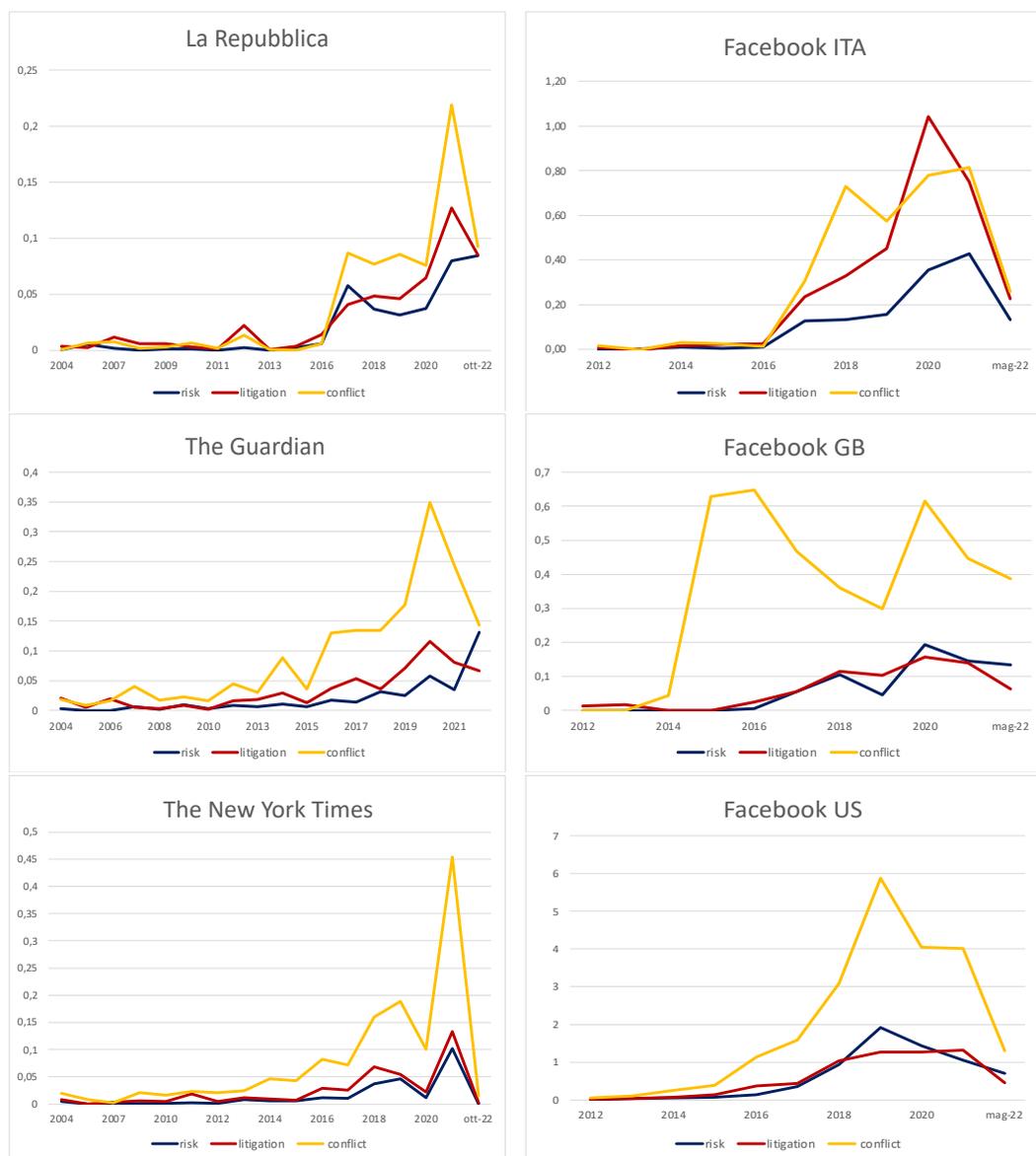


Tabella 4.

| | Risk | Litigation | Conflict | Risk | Litigation | Conflict | Tutti |
|--------------------|------------|------------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Campione | Valore max | Valore max | Valore max | n. contenuti indice > 0 |
| La Repubblica | 0,08 | 0,13 | 0,22 | 129 (52,7%) | 172 (70,2%) | 191 (78%) | 87 (35,5%) |
| The Guardian | 0,13 | 0,12 | 0,35 | 167 (61,6%) | 212 (78,2%) | 260 (96%) | 139 (51,3%) |
| The New York Times | 0,10 | 0,13 | 0,45 | 144 (65,2%) | 179 (81%) | 216 (97,7%) | 124 (56,1%) |
| Facebook ITA | 1,57 | 1,04 | 0,75 | 244 (15,4%) | 414 (26%) | 472 (29,7%) | 102 (6,4%) |
| Facebook GB | 0,19 | 0,16 | 0,65 | 71 (10%) | 86 (12,2%) | 258 (36,5%) | 21 (3%) |
| Facebook US | 1,91 | 1,32 | 5,89 | 501 (8,8%) | 725 (12,7%) | 1'588 (27,8%) | 109 (2%) |

Leggendo gli articoli con punteggi più elevati e pubblicati nei periodi corrispondenti ai picchi di ciascun indice, ho trovato pochi testi che affrontino effettivamente le controversie degli usi dell'IA in medicina o che ne discutano i vantaggi e le criticità. Lo conferma anche l'analisi del contenuto dei corpora, dove non emergono mai i termini giuridici, legati al pericolo e alle tensioni sociali. Dalla sentiment analysis di tutti i corpora la parola «rischio» o «risk» rientra tra i termini che maggiormente contribuiscono al sentiment negativo, ma non è associata ai rischi delle applicazioni di IA, ma a quelli delle malattie.

Con un'analisi del discorso sono comunque riuscita a individuare alcune peculiarità e tematiche ricorrenti tra i media tradizionali e digitali. Sia su La Repubblica che sul The Guardian compare il tema della disinformazione promossa dalle tecnologie di IA, che solo in modo indiretto è ricollegato alla sanità. Infatti, soprattutto nel quotidiano italiano si parla di sistemi che permettono di selezionare articoli aderenti a uno specifico pensiero per facilitarne la diffusione online. Alcuni articoli denunciano come durante la pandemia, questo meccanismo abbia favorito la propagazione di informazioni devianti sui vaccini e la gestione sanitaria^{96, 97}. Nell'articolo *How Amazon put misinformation on your reading list*⁹⁸ si fa riferimento anche al ruolo di Amazon in questo processo.

Il tema che emerge principalmente su tutte le testate è quello relativo ai dati, sotto diverse sfaccettature. Da un lato un articolo La Repubblica e il The Guardian parlano delle norme del GDPR per controllare la privacy, l'accesso ai dati sanitari alle aziende e limitarne l'uso ai soli fini statistici o di ricerca scientifica⁹⁹; dall'altro viene discussa la mancata trasparenza sia degli algoritmi sia dei dati che portano a disparità, razzismi, incomprensioni e facile manipolazione. In Italia si accenna all'argomento parlando di telemedicina:

Abbiamo di fronte un importante strumento per ridurre le disuguaglianze, superare le barriere e favorire un accesso più equo da parte di tutti i pazienti a cure di qualità. Per realizzare appieno questo potenziale di equità dobbiamo innanzitutto affrontare

⁹⁶ V. Padovese, M. Richter, C. Labbé, "Le fake news dei no-vax che collegano varianti e vaccini", *La Repubblica*, 7 aprile 2021.

⁹⁷ S. Cosimi, "Oltre 500 siti fanno affari con la disinformazione sul Covid", *La Repubblica*, 8 settembre 2021

⁹⁸ J. Naughton, "How Amazon put misinformation on your reading list", *The Guardian*, 8 agosto 2020.

⁹⁹ I. Sample, "Computer says no: why making AIs fair, accountable and transparent is crucial", *The Guardian*, 5 novembre 2017.

questioni che riguardano la digitalizzazione dei cittadini, la trasparenza di gestione e la tutela della privacy dei pazienti ¹⁰⁰.

Nell'articolo del The Guardian del 2020 *Will having longer, healthier lives be worth losing the most basic kinds of privacy?*¹⁰¹ si discutono i vantaggi e svantaggi in termini di privacy delle applicazioni mediche dell'IA. Sul New York Times è maggiormente rappresentato il tema del razzismo e delle disparità sanitarie introdotti da algoritmi e dati imparziali. In questo testo già citato¹⁰² del 2019 si evidenzia l'importanza della tipologia e qualità dei dati su cui si devono allenare gli algoritmi. Se i dati rappresenteranno soltanto le persone con caratteristiche tipicamente occidentali, gli algoritmi impareranno a conoscere solo questi tratti e discrimineranno gli altri:

Could the use of A.I. in medicine worsen health disparities? There are at least three reasons to believe it might. The first is a training problem. A.I. must learn to diagnose disease on large data sets, and if that data doesn't include enough patients from a particular background, it won't be as reliable for them. Evidence from other fields suggests this isn't just a theoretical concern. A recent study found that some facial recognition programs incorrectly classify less than 1 percent of light-skinned men but more than one-third of dark-skinned women.

Infine ricorre su La Repubblica e The Guardian almeno una volta il tema della disoccupazione^{103,104} indotta dalle applicazioni dell'IA e non soltanto nel sistema sanitario. A questo riguardo sono diversi gli articoli dove si tratta di come l'IA stia cambiando il ruolo del dottore, se potrà sostituirlo o affiancarlo. Alcuni lo interpretano come una minaccia, altri come un importante aiuto per superare i limiti cognitivi tipicamente umani.

Anche su Facebook la prevalenza dei post indicizzati con risk, litigation e conflict mantiene toni positivi e rassicuranti sulle applicazioni mediche dell'IA. Per rischi si intendono maggiormente quelli medici che l'IA può ridurre e contrastare, mentre vengono promossi e pubblicizzati eventi

¹⁰⁰ I. D'Aria, "Telemedicina: dopo Covid, 8 pazienti su 10 vogliono usarla anche in futuro", *La Repubblica*, 1° luglio 2021.

¹⁰¹ J. Harris, "Will having longer, healthier lives be worth losing the most basic kinds of privacy?", *The Guardian*, 2 febbraio 2020.

¹⁰² Redazione, "A.I.'s Mixed Blessing for Medicine", *The New York Times*.

¹⁰³ E. Franceschini, "Assicuratori, consulenti fiscali e autisti di metrò: ecco i mestieri a rischio", *La Repubblica*, 6 febbraio 2017.

¹⁰⁴ A. Benanav, "Automation isn't wiping out jobs. It's that our engine of growth is widening down", *The Guardian*, 23 gennaio 2020.

per discutere delle problematiche legali e sociali di queste tecnologie. Come nei quotidiani, pochi contenuti discutono effettivamente dei rischi e benefici e della necessità di introdurre regole per l'uso¹⁰⁵. Soprattutto negli Stati Uniti sorgono dei dubbi sulle capacità dell'IA di aumentare le disparità sociali, ad esempio in un post viene prospettato uno scenario in cui i poveri si rivolgeranno a un computer, mentre i ricchi da medici veri:

Will AI in health care create a two tiered system in which poorer people will be seen by a computer instead of a doctor? That's one concern about the burgeoning technology^{106,107}.

Un altro tema ricorrente è quello dei rischi legati dati sanitari e clinici: la loro manipolazione^{108,109}, e la loro qualità che determina poi la funzionalità degli algoritmi: «Data can be incomplete, incorrect, missing and biased»¹¹⁰. Torna il tema dell'incomprensibilità degli algoritmi^{111,112} e del

¹⁰⁵ bostonreview, "Artificial Intelligence (AI) is not likely to make humans redundant. Nor will it create superintelligence anytime soon. But like it or not [...]", Facebook, US, Boston Review, 14 aprile 2021. <https://www.facebook.com/157819100911932/posts/4614362578590873>.

¹⁰⁶ Azpublicmedia, "Will AI in health care create a two-tiered system in which poorer people will be seen by a computer instead of a doctor? That's one concern about the burgeoning technology", Facebook, US, Arizona Public Media, 30 aprile 2019. <https://www.facebook.com/60057786969/posts/10156950817171970>.

¹⁰⁷ wbur, "Will AI in health care create a two-tiered system in which poorer people will be seen by a computer instead of a doctor? That's one concern about the burgeoning technology.", Facebook, US, WBUR 90.9 FM, 1 maggio 2019. <https://www.facebook.com/9427513649/posts/10156550153428650>.

¹⁰⁸ NA, "***INTELLIGENZA ARTIFICIALE MEDICINA** **Ai: come difendersi dagli "attacchi" all'imaging radiologico** [...]", Facebook, IT, Massofisioterapisti Massoterapisti MCB ed Osteopati, 15 giugno 2021. <https://www.facebook.com/groups/1961791620500244/permalink/4466137556732292>.

¹⁰⁹ bostonreview, "Data science is remaking countless aspects of society, and medicine is no exception. The range of potential applications is already large and only growing by the day.", Facebook, US, Boston Review, 4 gennaio 2021. <https://www.facebook.com/157819100911932/posts/4313007525393048>.

¹¹⁰ columbiacss, "Data can be incomplete, incorrect, missing, and biased. The risks are especially high in medicine, where flawed artificial intelligence can put patients at risk and without power.", Facebook, US, The Center for Science and Society at Columbia University, 12 gennaio 2021. <https://www.facebook.com/2145649602328451/posts/3241631556063578>.

¹¹¹ MarcoZullo, "Avete paura degli algoritmi? Gli algoritmi sono spesso incomprensibili, poco trasparenti, manipolabili. Inoltre, gli algoritmi possono apprendere dall'esperienza.", Facebook, IT, Marco Zullo (blog), 12 febbraio 2020. <https://www.facebook.com/1463443517223627/posts/2596905463877421>.

¹¹² Boyd Digital, "Reported today in The Verge. Google is improving 10 percent of searches by understanding language context Google is currently rolling out [...]", Facebook, GB, boyddigitallive, 25 ottobre 2019. <https://www.facebook.com/158280340867061/posts/2915284658499935>.

rischio di disoccupazione^{113,114} per alcune categorie di lavoratori sostituibili con tecnologie di IA. Su questa scia le applicazioni dell'IA in medicina vengono definite distruttive^{115,116,117} e sorgono dei dubbi sulle sue conseguenze nei riguardi della libertà individuale. Nei tre campioni, ho infatti individuato un tema ricorrente che identifica l'IA come la manifestazione di una tecnocrazia, controllata da aziende big tech, ricercatori ed esponenti politici, come il governo tecnico italiano guidato da Mario Draghi, il partito laburista in Gran Bretagna e quello democratico negli Stati Uniti. Questa tematica trova la sua massima espressione durante il 2020 e il 2021, gli anni caratterizzati dalle restrizioni e l'emergenza sanitaria dovute alla pandemia:

Crediamo nella scienza. In una scienza al servizio dell'umanità e nel rispetto dell'armonia e della salvaguardia ambientale di tutte le specie viventi. Non ci pieghiamo e non tolleriamo una scienza al servizio dei capitali e dell'alta finanza che delega ricerca ed esercizio della medicina e delle applicazioni tecnologiche a comparti industriali sovranazionali e che non rispondono, ne intendono rispondere / corrispondere alcunchè a regolamenti giuridici per la salvaguardia della salute pubblica ed invalicabili diritti fondamentali dell'uomo^{118,119}.

¹¹³ Bostonreview, "Data science is remaking countless aspects of society, and medicine is no exception. The range of potential applications is already large and only growing by the day", Facebook US, Boston Review, 4 gennaio 2021.

<https://www.facebook.com/157819100911932/posts/4313007525393048>.

¹¹⁴ TAPolicy, "Will #AI eliminate jobs in fields as diverse as transportation, medicine, and law, and perhaps create widespread unemployment?", Facebook, US, TAP: Technology | Academics | Policy, 20 aprile 2020. <https://www.facebook.com/171112662633/posts/10157303810537634>.

¹¹⁵ Aibusinessnews, "How can we use AI and other disruptive technologies to create the healthcare of the future? Optum Fellow Kerrie Holley investigates", Facebook, GB, Artificial Intelligence in Business, 23 gennaio 2019. <https://www.facebook.com/1161229053949202/posts/2503148609757233>.

¹¹⁶ EBDGroupPartnering, "Artificial intelligence (AI) will disrupt healthcare more than any other industry," predicts Alex Zhavoronkov , CEO, Insilico Medicine.", Facebook, US, EBD Group, 18 gennaio 2019. <https://www.facebook.com/1155638947783180/posts/2888376831176041>.

¹¹⁷ NAMedicine, "AI is poised to make transformative and disruptive advances in health care. However, it is prudent to balance the need [...]", Facebook, US, National Academy of Medicine, 17 dicembre 2019. <https://www.facebook.com/123964787948790/posts/1071573393187920>.

¹¹⁸ NA, "Disamina a tutto campo degli avvenimenti di attualità per offrire un percorso interpretativo che comprende il fenomeno di Elettromagnetizzazione del nostro habitat [...]", Facebook, IT, Stop sperimentazione 5G, 21 agosto 2021.

<https://www.facebook.com/groups/225957831639191/permalink/882284266006541>.

¹¹⁹ NA, "- Disamina a tutto tondo . Le ragioni del perche'- Crediamo nella scienza. In una scienza al servizio dell'umanità e nel rispetto dell'armonia", Facebook, IT, W FRANCESCA DONATO E LA SUA BATTAGLIA PER LE CURE IMMEDIATE ANTICOVID, 21 agosto 2021.

<https://www.facebook.com/groups/472345172809773/permalink/4567651599945756>.

L'argomento dell'IA è spesso associato al 5G e al vaccino, intesi tutti come strumenti di controllo, manipolazione della popolazione e stravolgimento della natura umana, secondo la teoria transumanista. Sono «tecnologie anti-umane che aggrediscono l'uomo e richiedono la distruzione dell'ambiente»¹²⁰ o tirannie da cui imparare a difendersi:

The basis of tyranny is found in who owns your time. Time tyranny has many forms. Your job is to recognize them. How are governments and corporations doing this to us? They are using the digital world to craft reality for people. This is the danger of a technocracy^{121,122}.

In Italia si muovono critiche sulla censura da parte della Stampa di un articolo riguardante il vaccino e il 5G *L'opinione controcorrente. Il valore della salute e quello del profitto*¹²³, e un post simile in Gran Bretagna viene rivolto contro il partito laburista, accusato di oscurare gli articoli contro il vaccino¹²⁴.

Soprattutto in Italia, si osservano particolari riferimenti all'IA come promotrice del transumanesimo, la teoria per cui le nuove scienze e tecnologie promosse da aziende big tech (es. IBM) vogliono indurre l'uomo a superare i propri limiti biologici, come l'invecchiamento:

Prima dell'agognata trasformazione biotecnologica o dell'ibridazione con le macchine, quello che si sta irrimediabilmente trasformando è la stessa concezione ontologica dell'essere umano: un essere umano neutro, ingegnerizzato, implementato. Dall'Internet delle cose all'Internet dei corpi comunicanti, sensori invisibili e dispositivi digitali che con una prossimità sussurrata si prenderanno cura di noi. Il "pianeta intelligente" di IBM si sta concretizzando e ogni manifestazione del reale sarà assoggettata all'unica verità

¹²⁰ NA, "#spuntidiriflessione #ilmondochevogliamo Ha senso portare avanti progetti di tecnologia antiumani, che aggrediscono lentamente l'uomo e richiedono la distruzione dell'ambiente", Facebook, IT, Attraversiamo insieme gli eventi della vita, per darle un senso e un valore, 8 aprile 2020. <https://www.facebook.com/groups/1143784645972594/permalink/1163928567291535>.

¹²¹ drjackkruse, "Inflation didn't start yesterday. This "tyranny of time" began long ago in 1971. This Transitory Inflation™ started a few months after the financial [...]", Facebook, US, Dr. Jack Kruse, 1 dicembre 2021. <https://www.facebook.com/100044424609802/posts/431259721698178>.

¹²² ofDestinFlorida, "Inflation didn't start yesterday. This "tyranny of time" began long ago in 1971. This Transitory Inflation™ started a few months after the financial", Facebook, US, Kruse Longevity Center, 1 dicembre 2021. <https://www.facebook.com/290663984875658/posts/942745849667465>.

¹²³ B. Paravia, "L'opinione controcorrente. Il valore della salute e quello del profitto", *La Stampa*, 6 aprile 2020.

¹²⁴ ukvacinfo, "LETTER TO MP RE: THE CENSORSHIP OF "ANTI-VACCINATION CONTENT" An exceptional letter written by Joanne Allman (Thank you)", Facebook, GB, UK Vaccination information - No Mandatory Vaccines, 16 novembre 2020. <https://www.facebook.com/113729410010221/posts/416680136381812>.

degli algoritmi. E' urgente agire in solidarietà contro questa megamacchina in una lotta che non può accettare compromessi o saremo finiti come umanità¹²⁵.

La narrazione delle controversie sui media tradizionali e digitali è prevalentemente positiva, come dimostrato dalla sentiment analysis, ed emergono poche problematiche. Tuttavia nella minoranza dei testi che sollevano dubbi perplessità si presentano alcune differenze sui temi trattati. In tutti e tre i Paesi si dibatte il tema del rischio della disoccupazione, della gestione, della privacy, della qualità e dei bias dei dati, dell'incomprensibilità degli algoritmi. Sui quotidiani si parla della disinformazione promossa dall'IA che aumenta la diffidenza verso i vaccini, mentre solo su Facebook si parla di censura e si guarda alla tecnologia e al capitalismo come una minaccia.

In Italia, il dibattito poco articolato del La Repubblica sulle controversie dell'IA in medicina assume maggiori sfaccettature sui social. In Inghilterra invece la discussione è più accesa sul The Guardian che su Facebook. Dal 2014 al 2021 almeno 21 articoli citano i problemi dell'IA sopra citati, si interrogano sull'eticità di alcune applicazioni (*How ethical is it for advertisers to target your mood?*¹²⁶), sull'appropriazione da parte di Google di dati sanitari (*Google's secret cache of medical data includes names and full details of millions*¹²⁷) o sulla sbagliata e dannosa comunicazione dei rischi di alcune applicazioni IA sanitarie (*Medical tests promoted in media with no mention of potential harm, Australian study finds*¹²⁸). Infine, negli Stati Uniti il dibattito è abbastanza articolato su entrambi i media e si focalizza sui temi di eticità, razzismo e disparità socioeconomiche.

¹²⁵ [alleanzaitaliastop5g.it](https://www.facebook.com/550580688810126/posts/1190131251521730), "Bergamo – LA NUOVA NORMALITA' TRANSUMANISTA DOMENICA 9 GENNAIO 2022 LA NUOVA NORMALITA' TRANSUMANISTA"; Facebook, IT, *Alleanza Italiana Stop 5G* (blog), 31 dicembre 2021.

<https://www.facebook.com/550580688810126/posts/1190131251521730>.

¹²⁶ E. Bell, "How ethical is it for advertisers to target your mood?", *The Guardian*, 5 maggio 2019.

¹²⁷ Ed Pilkington, "Google's secret cache of medical data includes names and full details of millions", *The Guardian*, 12 novembre 2019.

¹²⁸ M. Davey, "Medical tests promoted in media with no mention of potential harm, Australian study finds", *The Guardian*, 5 luglio 2021.

Discussione

Negli ultimi venti anni in Italia, Gran Bretagna e Stati Uniti il tema IA e medicina ha goduto di una crescente attenzione sui media, raggiungendo un picco negli anni della pandemia, in concomitanza all'aumento della letteratura scientifica e degli investimenti nel settore. Un incremento spiegabile con un maggiore interesse verso le tematiche della sanità e delle innovazioni tecnologiche durante il periodo di emergenza sanitaria che declina, infatti, nel corso del 2022. Anche se questa decrescita è dovuta, almeno in parte, all'incompletezza dei dati disponibili.

In questo intervallo di tempo, le narrazioni sui media tradizionali e digitali sono molto diversificate anche all'interno dello stesso Paese. Tuttavia esistono diversi elementi comuni e punti di contatto. In tutti i corpora la rappresentazione dominante del tema IA e medicina è ottimista e prevale un'attitudine positiva nei confronti delle nuove tecnologie che intendono rivoluzionare la ricerca accademica, la gestione sanitaria e la cura dei pazienti. Questi risultati confermano diversi studi sulla percezione dell'IA¹²⁹ e delle sue applicazioni in medicina¹³⁰ che riportano un sentimento di fiducia e mancanza di riluttanza per il suo utilizzo nel contesto delle operazioni chirurgiche¹³¹ o delle diagnosi cliniche, per esempio dermatologiche¹³².

All'interno di questa narrazione, le aziende big tech sono citate con frequenza come protagoniste o collaboratrici di queste trasformazioni (RQ1). Le testate promuovono con maggiore frequenza le commercializzazioni e le prospettive future rispetto a quanto avvenga su Facebook. Come risulta dall'analisi del contenuto, in particolar modo La Repubblica tratta l'IA in medicina come un'occasione di investimento e di guadagno, mentre i riferimenti alle trasformazioni socioeconomiche del sistema sanitario sono rari e principalmente presenti sul The Guardian. Per quanto riguarda la seconda domanda di ricerca (RQ2), in tutti i corpora emerge una diffusa rappresentazione della medicina personalizzata rivolta alla cura e diagnosi di patologie cardiologiche, tumorali o neurologiche e come mezzo per sostenere il sistema

¹²⁹ Nader et al., *Public Understanding of Artificial Intelligence through Entertainment Media*, in «AI & SOCIETY», (2022).

¹³⁰ Gao et al., *Public Perception of Artificial Intelligence in Medical Care: Content Analysis of Social Media*, in «Journal of Medical Internet Research», XXII, (2020), 7, e16649.

¹³¹ Stai et al., *Public Perceptions of Artificial Intelligence and Robotics in Medicine*, in «Journal of Endourology», XXXIV, (2020), 10, 1041–48.

¹³² Lim et al., *Perceptions of the Use of Artificial Intelligence in the Diagnosis of Skin Cancer: An Outpatient Survey*, in «Clinical and Experimental Dermatology», XXXVII, (2022), 3, 542–46.

sanitario nazionale. Ciò avviene soprattutto sui social network dei tre Paesi, sul The Guardian e il New York Times.

A questa narrazione dominante positiva si associa una minoritaria che guarda con diffidenza agli investimenti delle aziende big tech in medicina e alle tecnologie di medicina personalizzata. Alcuni testi accusano i colossi della Silicon Valley della privatizzazione dei sistemi sanitari, provocandone la «distruzione», altri affermano che i dispositivi medici indossabili o i sensori basati sull'IA intendono «controllare» la popolazione. Si tratta tuttavia di eccezioni, persino in Italia e Gran Bretagna dove vige un sistema universale sanitario e il dibattito potrebbe essere più acceso. I riferimenti al riguardo si trovano sul The Guardian, The New York Times e i contenuti social anglosassoni e statunitensi. Su La Repubblica, per quanto siano citate le aziende big tech, mancano riferimenti alle conseguenze dei loro investimenti sul sistema sanitario nazionale.

Dai risultati alla terza domanda di ricerca (RQ3) si osserva una presenza costante degli indici di risk, conflict e litigation in tutti i corpora, che però risulta poco significativa da un punto di vista di analisi del discorso. Emergono infatti pochi testi che approfondiscono o accennano ai rischi e alle controversie legali, sociali delle applicazioni mediche dell'IA. Sono quasi del tutto assenti su La Repubblica, mentre alcuni articoli del The Guardian e The New York Times trattano questioni la privacy e la facile manipolazione dei dati, le discriminazioni e la mancata trasparenza degli algoritmi o la sovrastima dell'efficacia delle tecnologie.

Su Facebook, invece, le principali divergenze tra la narrazione ottimista e quella più scettica compaiono durante la pandemia. Qui sembra infatti trovare spazio una parte di pubblico, che non viene rappresentato dai quotidiani, soprattutto in Italia e negli Stati Uniti. Ed è particolarmente evidente tra il 2020 e il 2021, quando la crisi sanitaria, economica e sociale ha favorito l'infodemia, la diffusione di fake news e teorie cospirazioniste¹³³. In questo frangente si mescolano diverse tematiche, come le tecnologie 5G, l'IA, le aziende big tech, i vaccini e il transumanesimo con un approccio molto ostile e diffidente.

¹³³ Shahsavari et al., *Conspiracy in the Time of Corona: Automatic Detection of Emerging COVID-19 Conspiracy Theories in Social Media and the News*, in «Journal of Computational Social Science», III, (2020), 2, 279–317.

Questi dati rispecchiano studi di percezione in diversi Paesi, dove la maggioranza dei candidati approva le applicazioni di IA, anche in medicina, mentre una minoranza li respinge con forza¹³⁴. Secondo un'indagine americana del 2019, esistono delle differenze economiche e culturali. Il 59% di chi ha un reddito annuale superiore a 100.000\$ sostiene maggiormente l'uso dell'IA rispetto al 33% con ha un reddito inferiore a 30.000\$. Allo stesso modo il 58% che ha dimestichezza con la programmazione supporta maggiormente l'IA rispetto al 31% che non la conosce¹³⁵. Sembra così emergere una divisione tra chi ha i mezzi o la formazione per comprendere l'IA e coloro che non ha queste caratteristiche. In alcuni contenuti di Facebook, l'IA appare come una forma di potere, incomprensibile e pericolosa capace di trasformare e soggiogare la natura umana. Questa minoranza potrebbe rispecchiare una forma di esclusione sociale, una tendenza già propria della biomedicalizzazione che prende il nome di exclusionary disciplining. Si tratta della frapposizione di barriere da parte del sistema medico per l'accesso a servizi e risorse sanitarie che, generalmente danneggia le fasce della popolazione più svantaggiate¹³⁶. La scarsa presenza di dati delle minoranze aggiunta all'oligopolio di alcune aziende nel settore dell'IA potrebbero portare allo sviluppo di algoritmi che discriminano le persone sulla base della loro identità di genere o etnica, come riportano alcuni testi analizzati anglosassoni e statunitensi. Per esempio, in alcuni casi i sistemi medici di IA hanno fornito valutazioni sanitarie differenti tra pazienti bianchi e neri¹³⁷. Un'altra fonte di ostilità nei confronti dell'IA potrebbe essere alimentata dalla difficoltà nel comprendere quando gli algoritmi lavorano in background, a differenza di quanto succede nel riconoscere manifestazioni più evidenti, come l'associazione tra IA e robot, smart speaker, assistenti virtuali¹³⁸. Di fronte alle applicazioni dell'IA, il pubblico quindi si ritrova spesso disorientato e non sempre riesce capire la reale estensione del loro utilizzo e delle forme che possono assumere^{139,140}. Per questi motivi è importante studiare l'accettazione di queste tecnologie da parte dei pazienti e considerare l'insorgenza di eventuali fenomeni di resistenze¹⁴¹.

¹³⁴ Gao et al., Public Perception of Artificial Intelligence in Medical Care: Content Analysis of Social Media.

¹³⁵ Zhang et al., *Artificial Intelligence: American Attitudes and Trends*, in «SSRN Electronic Journal», 2019.

¹³⁶ Clarke et al., *Biomedicalization: Technoscientific Transformations of Health, Illness, and U.S. Biomedicine*, in «American Sociological Review», LXVIII, (2003), 2, 161.

¹³⁷ Rajpurkar et al., *AI in Health and Medicine*, «Nature Medicine», XXVIII, (2022), 1, 31–38.

¹³⁸ Zhang et al., *Artificial Intelligence: American Attitudes and Trends*.

¹³⁹ Stai et al., *Public Perceptions of Artificial Intelligence and Robotics in Medicine*.

¹⁴⁰ Zhang et al., *Artificial Intelligence: American Attitudes and Trends*.

¹⁴¹ Gursoy et al., *Consumers Acceptance of Artificially Intelligent (AI) Device Use in Service Delivery*, in «International Journal of Information Management», XXXIX, (2019), 157–69.

Considerate, quindi, le peculiarità e le criticità dell'IA, ancor più nel contesto medico così vicino allo stato di salute e malattia delle persone, è fondamentale il ruolo della comunicazione da parte dei media. La predominanza di una narrazione positiva e spesso acritica, come risulta dall'analisi, rischia di alimentare da un lato una fiducia incondizionata nell'IA, dall'altro una forte diffidenza. Discutere maggiormente sui media sia tradizionali sia digitali i limiti e i benefici di queste tecnologie potrebbe fornire al pubblico gli strumenti per interrogarsi con lucidità sulle criticità dell'IA. Al contrario, una mancata comunicazione di questo tipo potrebbe portare a una perdita di consapevolezza di quando e quanto sia necessario tutelare i propri diritti, ad esempio in termini di cessione e gestione dei dati.

Conclusione

Ripercorrendo i risultati dell'analisi appare evidente l'intensificarsi della condivisione, del consumo e della produzione delle forme di conoscenza biomedica, tipiche del fenomeno della biomedicalizzazione. Il racconto sull'IA e medicina attraversa i media digitali e tradizionali portando a una moltiplicazione delle voci coinvolte. Si distinguono pubblici e interessi differenti che possono comunicare e influenzarsi a vicenda, tanto quanto procedere in modo indipendente. È da questo complesso ecosistema che, attraverso le tre domande di ricerca, emergono le caratteristiche principali e generali della comunicazione sul tema IA e medicina in Italia, Gran Bretagna e Stati Uniti.

A trovare maggior spazio, soprattutto nei paesi anglofoni è l'argomento dell'individualizzazione della medicina. Le applicazioni mediche dell'IA sono descritte come strumenti per l'acquisizione di enormi moli di dati clinici, biometrici che rendono più efficace e precisa la cura delle malattie. È meno presente invece il discorso sulla privatizzazione dei sistemi sanitari, anche nelle testate dove i nomi delle aziende big tech prevalentemente coinvolte negli investimenti IA sono largamente citati. Allo stesso modo la rappresentazione dei rischi e delle criticità sociali e legali è poco approfondita – su La Repubblica è del tutto assente – con alcune eccezioni. Sono queste ultime, presenti soprattutto sul The Guardian e i contenuti Facebook italiani e statunitensi, a far emergere le problematiche principali legate all'uso dell'IA in medicina. Con toni e linguaggi diversi ricorrono questioni simili, legate al diritto alla privacy e alla questione dei dati, la loro facile manipolazione e distorsione di significato; il problema degli algoritmi discriminatori e incomprensibili, le preoccupazioni sulla disoccupazione e il futuro ruolo del personale sanitario.

In linea con precedenti studi^{142,143}, i risultati dell'analisi sottolineano l'importanza di estendere le indagini sulla comunicazione anche ai media digitali. Inoltre lo studio potrebbe rappresentare un punto di partenza per chi si occupa di comunicazione dell'innovazione. Inserire l'introduzione dell'IA in medicina all'interno di un contesto sociale più ampio e analizzarlo trasversalmente,

¹⁴² Neresini et al., Tracking Biomedicalization in the Media: Public Discourses on Health and Medicine in the UK and Italy, 1984–2017.

¹⁴³ Gao et al., Public Perception of Artificial Intelligence in Medical Care: Content Analysis of Social Media.

potrebbe aiutare ad esaminare e trasmettere con maggiore oggettività i punti di forza e criticità di un fenomeno così complesso. Con l'ambizione di rendere i media un luogo di ascolto, dibattito e informazione, dove ciascuno di noi possa acquisire gli strumenti per comprendere le implicazioni e le conseguenze di una tecnologia tanto utile quanto controversa.

Materiali supplementari.

Figura 1. Sentiment Analysis calcolata con metodo «nrc» che associa ogni parola a un sentiment positivo o negativo.

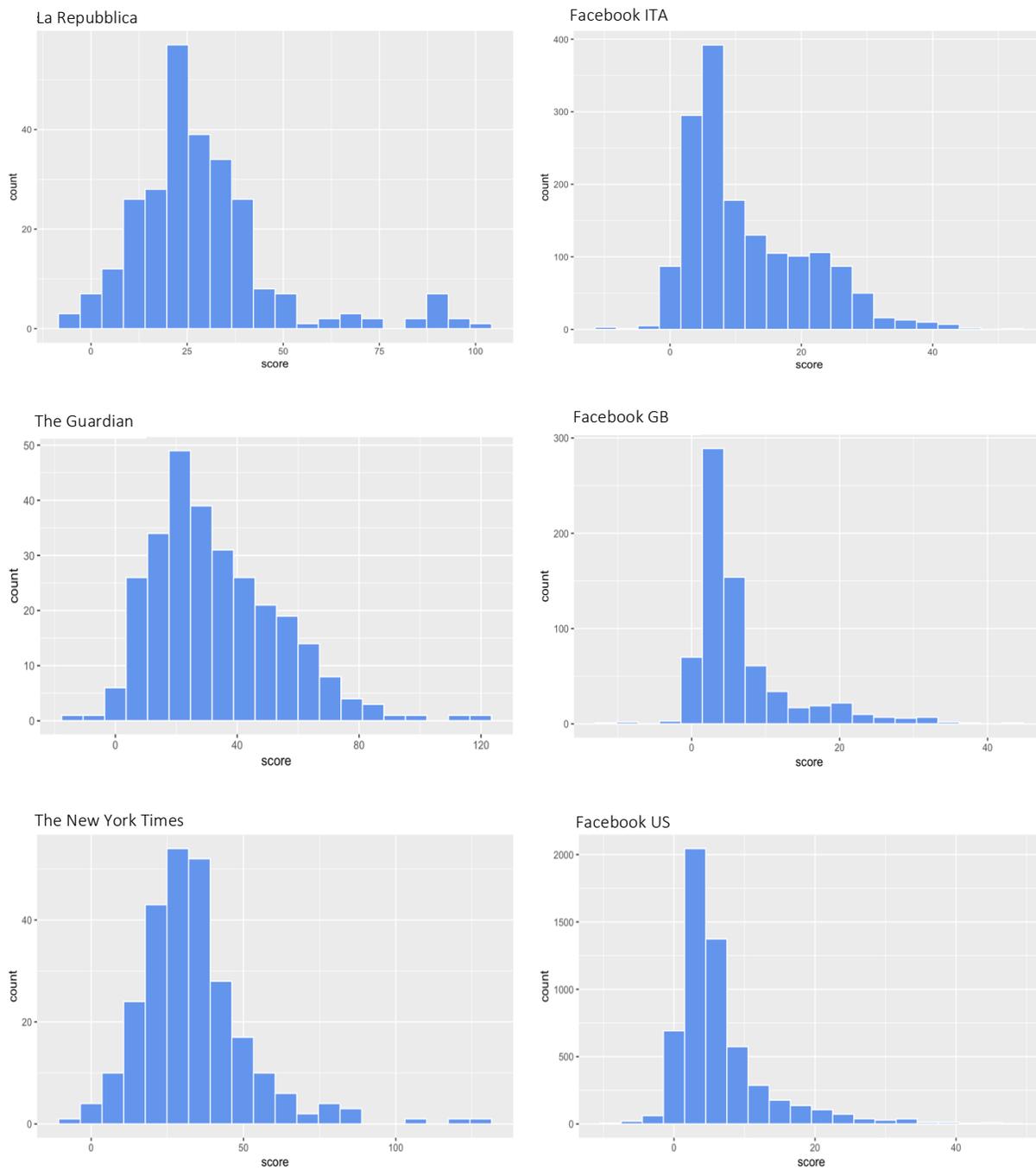


Figura 2. Descrizione degli indici.

| Nome dell'indice | Parole chiave - IT | Parole chiave - EN | Motivazione |
|-------------------------|--|--|--|
| Aziende high tech | google, amazon, facebook, apple, microsoft, i.b.m, ibm | google, amazon, facebook, apple, microsoft, i.b.m, ibm | Misurare la rappresentazione delle principali aziende high tech che investono in intelligenza artificiale. |
| Molecolarizzazione | dna, mappat*, mapping, sequenz*, molecular*, genom*, proteom*, farmacogenomic*, gene, geni, genetic*, genbank, genespecifica, genetist*, genic*, genot* | dna, mapping, sequenc*, molecular*, genom*, proteom*, pharmacogenomic*, gene, genetic*, genbank, genotyp* | Misurare la rappresentazione dell'integrazione delle tecnologie bio-molecolari in medicina. |
| Medicina personalizzata | personalizz*, individualizz*, terapia genetica, farmacogenomic*, terapia genica, medicina di precisione, medicina personalizzata, su misura | personalis*, individualis*, gene therapy, genetic therapy, pharmacogenomics, precision medicine, personalised medicine/tailored, medicine | Misurare la rappresentazione dello sviluppo di opzioni mediche personalizzate e customizzate. |
| Rischio | risch*, pericol*, danno, danni, dannos*, dannegg* | risk*, danger*, hazard*, damage*, harm* | Misurare la rappresentazione del rischio nei contesti di salute, medicina e intelligenza artificiale. |
| Litigation | accusa*/accuse*/denuncia*/diffamazione/omicidio/omicidi/truffa*/presunte/presunto/presunti/presunta/sequestro, avvocato/avvocati/difensore/difensori/difesa/carabiniere/carabinieri/polizia/gip/gup/magistrati/magistrato/magistratura/procuratore/giudice/giudici/pm, assise/cassazione/consulta/tar/tribunale/tribunali/corte/procura, udienza/appello/ricorrere/ricorso/ricorsi/prescrizione/processo/sentenza/patteggiamento/patteggiare/patteggiato/rito, abbreviato/archiviazione/ordinanza imputare/imputat*/imputazione/colposo/reato, arresto/arresti/arresta*/carcere/domiciliare/domiciliari, indagine/indagini/inchiesta/indagato/indagine/inquirente/fascicolo, giudica*/giudiziario/giudizio/giuridico/giustizia*/grado, assoluzione/assolvere/assolt*, condannare/condannat*/risarcire/risarcim*/sanzione/reclusione/pena/multa*, motivazione/depositare/verdetto | accus*/indict*/complain*/denounc*/defamation/libel/defam*/murder*/scam*/fraud*/cheat*/swindl*/alleged*/presumed/putative/seizure/kidnapping, lawyer/attorney/defence/defense/carabinieri*/police, force/gip/preliminary investigation, judge/gup/preliminary hearing, judge//judge/magistrate//judiciary/prosecutor/public, prosecutor/pm, assizes/cassation/consult/tar/regional administrative, court/court/prosecutor's, office/tribunal court, hearing/hearing/appeal*/prescription/trial/judgment/plea bargaining/plea, bargain*/bargain*/abbreviated procedure/abbreviated proceedings/archiving/decreed/ordinance, accus*/imput*/defendant/indictment/imputation/culpable/crime/offence, arrest*/prison/house arrest/jail, investigat*/inquiry/dossier, judg*/judicial/judiciary/legal/juridical/justice/degree absolv*/acquit*, sentenc*/indemnif*/compensat*/reparation/compensat*/sanction/inprisonment/ | Misurare la rappresentazione delle implicazioni giudiziarie. |

| Nome dell'indice | Parole chiave - IT | Parole chiave - EN | Motivazione |
|------------------|---|---|---|
| | | punishment/penalty/fine, reason/justification/deposit*/verdict/judgment | |
| Conflict | denuncia*, aggression*/aggredire/aggredit*/violenza/minacciare/minacciat*/colpire/colpit*, pericolo/pericoli/minaccia/minaccie/nemico/nemici, legal*/carabiniere*/polizi*, condanna*/condanne*/punire/punit*/punizion*/risarci*, confronto/confronti/dibattito/dibattiti/discussione/discussioni, tension*/confusione, rifiuta*/opporsi/opposizione*/opposit*/respingere/respint*/nega*/contrast*, contestare/contestat*/contestazione/contestazioni/contrari*/disobbed*/dissenso/critic*/obiezioni*/protesta*/proteste*/sfida*, controvers*/polemic*/provocazione*/complot*/estremista/estremisti/discusso/discussa/discussi, corteo/manifesta*/scioper*/mobilitat*/mobilitazione, danno/danneggia*/truffa*, bloccare/blocat*/fermare/fermat*/interrompere/interrott*/bocciare/bocciat*, inchiest*/procediment*/processo/processi, menzogna*/strumentalizza*/fals*/manipola*/fake/bufale, temere/temut*/timore/preoccupa*, vietare/vietat*/divieto/divieti | complain*/denounc*, aggression/attack*/assault*/violence/threaten*/hit*, danger/hazard/threat/enem*, legal/lawful/carabiniere*/police*/police officer/cop, convict*/sentenc*/condemn*/punish*/penalty/compensat*/indemnif*, confrontation/debate/discussion/argument, tension/stress/mess/chaos, refus*/reject*/declin*/oppos*/object*/deny/denied/counter*/contrast*, disput*/objection/oppos*/disobe*/disseant/disagreement/critic*/protest*/complain*/challeng*, disput*/controvers*/contentious/polemic/provocation/taunt/conspiracy/plot/extremist/debated/discussed, parade/procession/manifest*/demonstration/strike/mobiliz*/mobilis*, harm/damage/scam/fraud/cheat*/swindle*, block*/lock*/stuck/stop*/halt*/disrupt*/interrupt*/reject*, investigation/inquiry/proceedings/trial, lie/falsehood/instrumentalis*/false/falsity/falsehood/manipulat*/fake/fakenews/hoax, fear*/dread*/concern*/worri* | Misurare la rappresentazione del conflitto sociale. |

Bibliografia

- Alanazi, Saad Awadh, M. M. Kamruzzaman, Madallah Alruwaili, Nasser Alshammari, Salman Ali Alqahtani, e Ali Karime , *Measuring and Preventing COVID-19 Using the SIR Model and Machine Learning in Smart Health Care*, in «Journal of Healthcare Engineering», (2020),1–12.
- Amisha, Paras Malik, Monika Pathania, e VyasKumar Rathaur, *Overview of Artificial Intelligence in Medicine*, «Journal of Family Medicine and Primary Care», (2019), 2328.
- Ardakani, Ali Abbasian, Alireza Rajabzadeh Kanafi, U. Rajendra Acharya, Nazanin Khadem, e Afshin Mohammadi, *Application of Deep Learning Technique to Manage COVID-19 in Routine Clinical Practice Using CT Images: Results of 10 Convolutional Neural Networks*, in «Computers in Biology and Medicine», (2020), 121:103795.
- Artigas, Laura, Mireia Coma, Pedro Matos-Filipe, Joaquim Aguirre-Plans, Judith Farrés, Raquel Valls, Narcis Fernandez-Fuentes, Juan de la Haba-Rodriguez, Alex Olvera, Jose Barbera, Rafael Morales, Baldo Oliva, e Jose Manuel Mas, *In-Silico Drug Repurposing Study Predicts the Combination of Pirfenidone and Melatonin as a Promising Candidate Therapy to Reduce SARS-CoV-2 Infection Progression and Respiratory Distress Caused by Cytokine Storm*, in «PLOS ONE», (2020), e0240149.
- Brunese, Luca, Francesco Mercaldo, Alfonso Reginelli, e Antonella Santone, *Explainable Deep Learning for Pulmonary Disease and Coronavirus COVID-19 Detection from X-Rays*, in «Computer Methods and Programs in Biomedicine», (2020), 196:105608.
- Castellino, Ronald A, *Computer aided detection (CAD): an overview*, in «Cancer Imaging», (2005), 5(1):17–19.
- Chiara Rossi, “Perché Amazon chiuderà il suo servizio di telemedicina Care”, *START MAGAZINE*, 26 agosto 2022.
- Clarke, Adele E., Laura Mamo, Jennifer R. Fishman, Janet K. Shim, e Jennifer Ruth Fosket, *Biomedicalization: Technoscientific Transformations of Health, Illness, and U.S. Biomedicine*, in «American Sociological Review», (2003), 68(2):161.
- Clive Seale, *Media and Health*, SAGE Publications Ltd, 2002.
- Galetsi, Panagiota, Korina Katsaliaki, e Sameer Kumar, *The Medical and Societal Impact of Big Data Analytics and Artificial Intelligence Applications in Combating Pandemics: A Review Focused on Covid-19*, in «Social Science & Medicine», (2022), 301:114973.

- Gao, Shuqing, Lingnan He, Yue Chen, Dan Li, e Kaisheng Lai, *Public Perception of Artificial Intelligence in Medical Care: Content Analysis of Social Media*, in «Journal of Medical Internet Research», (2020), 22(7):e16649.
- Gitelman Lisa, “Raw data is an oxymoron”, MA: *The MIT Press*, 2013.
- Grundy, Betty L., Pauline Crawford, Paul K. Jones, May Lou Kiley, Arnold Reisman, Yoh-Han Pao, Edward L. Wilkerson, e J. S. Gravenstein, *Telemedicine in Critical Care: An Experiment in Health Care Delivery*, in «Journal of the American College of Emergency Physicians», (1977), 6(10):439–44.
- Gursoy, Dogan, Oscar Hengxuan Chi, Lu Lu, e Robin Nunkoo, *Consumers Acceptance of Artificially Intelligent (AI) Device Use in Service Delivery*, in «International Journal of Information Management», (2019), 49:157–69.
- Hamet, Pavel, e Johanne Tremblay, *Artificial Intelligence in Medicine*, in «Metabolism», (2017), 69:S36–40.
- Hofmann Bjørn, *The Overdiagnosis of What? On the Relationship between the Concepts of Overdiagnosis, Disease, and Diagnosis*, «Medicine, Health Care and Philosophy», (2017), 20(4):453–64.
- Kaczmarek Emilia, *How to Distinguish Medicalization from Over-Medicalization?*, in «Medicine, Health Care and Philosophy», (2019), 22(1):119–28.
- Kim, Hui Kwon, Seonwoo Min, Myungjae Song, Soobin Jung, Jae Woo Choi, Younggwang Kim, Sangeun Lee, Sungroh Yoon, e Hyongbum (Henry) Kim, *Deep Learning Improves Prediction of CRISPR–Cpf1 Guide RNA Activity*, in «Nature Biotechnology», (2018), 36(3):239–41.
- Krittanawong, Chayakrit, HongJu Zhang, Zhen Wang, Mehmet Aydar, e Takeshi Kitai, *Artificial Intelligence in Precision Cardiovascular Medicine*, in «Journal of the American College of Cardiology», (2017), 69(21):2657–64.
- LeMoyne, Robert, Timothy Mastroianni, Anthony Hessel, e Kiisa Nishikawa, “Ankle Rehabilitation System with Feedback from a Smartphone Wireless Gyroscope Platform and Machine Learning Classification”, (2015), IEEE 14th International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Miami, FL, USA.
- Lim, K., G. Neal-Smith, C. Mitchell, J. Xerri, e P. Chuanromanee, *Perceptions of the Use of Artificial Intelligence in the Diagnosis of Skin Cancer: An Outpatient Survey*, in «Clinical and Experimental Dermatology», (2022), 47(3):542–46.
- Luciano Floridi, *Etica dell'intelligenza artificiale. Sviluppi, opportunità, sfide*, Raffaello Cortina Editore, 2022.

- Martínez-Álvarez, F., G. Asencio-Cortés, J. F. Torres, D. Gutiérrez-Avilés, L. Melgar-García, R. Pérez-Chacón, C. Rubio-Escudero, J. C. Riquelme, e A. Troncoso, *Coronavirus Optimization Algorithm: A Bioinspired Metaheuristic Based on the COVID-19 Propagation Model*, in «Big Data», (2020), 8(4):308–22.
- Masud, Rafia, Mona Al-Rei, e Cynthia Lokker, *Computer-Aided Detection for Breast Cancer Screening in Clinical Settings: Scoping Review*, in «JMIR Medical Informatics», (2019), 7(3):e12660.
- Nader, Karim, Paul Toprac, Suzanne Scott, e Samuel Baker, *Public Understanding of Artificial Intelligence through Entertainment Media*, in «AI & SOCIETY», (2022).
- Neresini, Federico, Stefano Crabu, e Emanuele Di Buccio, *Tracking Biomedicalization in the Media: Public Discourses on Health and Medicine in the UK and Italy, 1984–2017*, in «Social Science & Medicine», (2019), 243:112621.
- Obermeyer, Ziad, Brian Powers, Christine Vogeli, e Sendhil Mullainathan, *Dissecting Racial Bias in an Algorithm Used to Manage the Health of Populations*, in «Science», (2019), 366(6464):447–53.
- Pacis, Danica Mitch M., Edwin D. C. Subido, e Nilo T. Bugtai, *Trends in telemedicine utilizing artificial intelligence*, (2018), in Bali, Indonesia.
- Paola Coppola, “In fila dal Dottor Computer Cura meglio dell’uomo”, *La Repubblica*, 23 febbraio 2011.
- Paolo Magaudda e Federico Neresini, *Gli studi sociali sulla scienza e la tecnologia*, Il Mulino, Manuali, 2020.
- Rajpurkar, Pranav, Emma Chen, Oishi Banerjee, e Eric J. Topol, *AI in Health and Medicine*, in «Nature Medicine», (2022), 28(1):31–38.
- Redazione, “Healthcare AI funding slows down after a record-setting”, *CBinsights*, 11 agosto 2022.
- Santos, Marcel Koenigkam, José Raniery Ferreira Júnior, Danilo Tadao Wada, Ariane Priscilla Magalhães Tenório, Marcello Henrique Nogueira-Barbosa, e Paulo Mazzoncini de Azevedo Marques, *Artificial intelligence, machine learning, computer-aided diagnosis, and radiomics: advances in imaging towards to precision medicine*, in «Radiologia Brasileira», (2019), 52(6):387–96.
- Shahsavari, Shadi, Pavan Holur, Tianyi Wang, Timothy R. Tangherlini, e Vwani Roychowdhury, *Conspiracy in the Time of Corona: Automatic Detection of Emerging COVID-19 Conspiracy Theories in Social Media and the NewS*, in «Journal of Computational Social Science», (2020), 3(2):279–317.

- Shoshana Zuboff, *Il capitalismo della sorveglianza. Il futuro dell'umanità nell'era dei nuovi poteri*, Luiss University Press, 2019.
- Stai, Bethany, Nick Heller, Sean McSweeney, Jack Rickman, Paul Blake, Ranveer Vasdev, Zach Edgerton, Resha Tejpal, Matt Peterson, Joel Rosenberg, Arveen Kalapara, Subodh Regmi, Nikolaos Papanikolopoulos, e Christopher Weight, *Public Perceptions of Artificial Intelligence and Robotics in Medicine*, in «Journal of Endourology», (2020), 34(10):1041–48.
- Sulik, Gayle A, *Managing Biomedical Uncertainty: The Technoscientific Illness Identity*, in «Sociology of Health & Illness», (2009), 31(7):1059–76.
- Tran, Bach Xuan, Son Nghiem, Oz Sahin, Tuan Manh Vu, Giang Hai Ha, Giang Thu Vu, Hai Quang Pham, Hoa Thi Do, Carl A. Latkin, Wilson Tam, Cyrus S. H. Ho, e Roger C. M. Ho., *Modeling Research Topics for Artificial Intelligence Applications in Medicine: Latent Dirichlet Allocation Application Study*, in «Journal of Medical Internet Research», (2019), 21(11):e15511.
- Vignola-Gagne, E., *Argumentative Practices in Science, Technology and Innovation Policy: The Case of Clinician-Scientists and Translational Research*, in «Science and Public Policy», (2014), 41(1):94–106.
- Zhang, Baobao, e Allan Dafoe, “Artificial Intelligence: American Attitudes and Trends”, *SSRN Electronic Journal*, 2019.