

Unità di Lavoro n.3

LA SCIENZA UTILE ALL'UOMO

Comunicazione etica medico-paziente, Telemedicina, Intelligenza artificiale, Fisica teorica e sue ricadute

Webletter

SOMMARIO

1. Il metodo scientifico e il problema della verità nella scienza
2. Il legame tra scienza ed evoluzione dell'Uomo
3. Il motore della scoperta scientifica: la ricerca di base
4. Le applicazioni della scienza nel mondo attuale
 - a. Lo strano caso del Dr. Google
 - b. Il caso dell'Intelligenza Artificiale e del Machine Learning nel funzionamento dei social network
5. Conclusioni

1. Il metodo scientifico e il problema della verità nella scienza

"L'ignoranza perfettamente consapevole è il preludio a ogni reale progresso scientifico"

James Clerk Maxwell

Si può dire che al giorno d'oggi, in particolare nel mondo occidentale, un concetto è considerato come vero se validato scientificamente. Ma cos'è una verità scientifica? In cosa è eventualmente differente da una verità non scientifica? Per poter provare a rispondere a queste domande occorre comprendere *in primis* il processo attraverso cui l'Uomo ha imparato a *conoscere* la realtà in cui è immerso. Questo processo del *come conoscere*, in base al modo in cui si è evoluto al giorno d'oggi, presenta alcuni punti di forza ma anche alcuni aspetti su cui l'Uomo stesso si pone ancora delle domande.

Anche se nel corso dei secoli molte sono state le riflessioni su questo tema, possiamo dire che il metodo scientifico moderno si è sviluppato a partire dal fondamentale lavoro di Galileo Galilei, a cavallo del 1600. Lo scienziato pisano (oggi lo possiamo ben chiamare così e non esclusivamente "filosofo"), introdusse il metodo scientifico. La sua intenzione e la sua esigenza erano quelle di rappresentare una conoscenza quantitativa della realtà, basata quindi sulla matematica, che egli riteneva essere il mezzo più adeguato per descrivere una piena oggettività. L'assunto era: solo se un fenomeno viene misurato e quantificato si può risalire oggettivamente alla verità che lo determina.

Mano a mano che il metodo scientifico moderno è stato applicato, tanti sono stati gli scienziati e i filosofi della scienza che hanno contribuito fortemente al suo sviluppo; allo sviluppo, cioè, del procedimento relativo al *come conoscere* la verità.

Tra i vari si possono ricordare:

- *Francis Bacon* - contemporaneo di Galilei e padre del metodo induttivista per il quale il processo di conoscenza deriva dall'osservazione di diversi fenomeni in serie. È a partire da questa osservazione che si perviene a una legge generale.
- *Immanuel Kant* - sostiene che sia la ragione, utilizzando le proprie categorie, a fondare e a determinare l'esperienza. Pertanto, l'unica realtà che abbia senso conoscere è quella mediata dal pensare razionale.
- *Albert Einstein* – utilizzò "l'esperimento mentale" come base per lo sviluppo della teoria della relatività, la quale venne poi verificata solo grazie a un'osservazione successiva.
- *Karl Popper* - postulò che un esperimento non può verificare in modo definitivo un'ipotesi, la quale potrebbe sempre essere falsificata alla luce di nuove conoscenze. Tuttavia, il fatto di poter eventualmente falsificare un'ipotesi attraverso un esperimento crea comunque progresso.

In ogni modo, si può definire il metodo scientifico classico (induttivo) come un processo che ha come primo elemento l'osservazione di un fenomeno allo scopo di conoscerne il principio che ne è alla base.

Tabella 1 - Esempio pratico di metodo scientifico induttivo

Fase	Esempio
Osservazione	Il cielo è blu
Domande sul fenomeno	Perché è blu?
Ipotesi	Forse è blu perché vi si riflette il mare
Esperimento o serie di esperimenti	Se l'ipotesi formulata è vera allora il cielo sarà più blu sulle coste rispetto che nell'entroterra. Si mette quindi alla prova l'ipotesi andando a verificare se davvero il cielo sia più blu sulle coste rispetto all'entroterra. Ma ciò non basta: occorre anche raccogliere altri dati da diverse zone geografiche con caratteristiche simili, poi ancora in diverse situazioni atmosferiche ed in diversi periodi dell'anno. Si potrebbe inoltre chiedere ad altre persone di produrre dati per noi (analisi dei pari), e questo farà risparmiare tempo e risorse.
Analisi dei risultati	Per confermare o meno l'ipotesi

Se l'ipotesi verrà confermata si potrà sviluppare una teoria (legge). Viceversa, occorrerà ritornare alla fase di osservazione e ricominciare daccapo.

Resta da sottolineare come una fase molto rilevante del processo sia quella della comunicazione dei risultati alla comunità scientifica, in modo tale che questi possano essere analizzati e criticati da terzi pari.

Questo modello, di matrice *positivista*¹, è tuttora ancora in uso, anche se numerose sono state le critiche e numerosi sembrano i suoi limiti. Già Kant, a fine '700, aveva offerto una prospettiva diversa della conoscenza scientifica. Una critica celebre è quella del *tacchino induttivista* (Bertrand Russell 1872-1970). Con un po' di sarcasmo, questo filosofo inglese sosteneva come il fatto di trarre una conclusione generale (legge) dall'osservazione di un fenomeno, fosse in realtà una semplificazione eccessiva in quanto la legge individuata non è mai una verità assoluta; al massimo può prevedere l'effettiva determinazione di un fenomeno, ma non la può certificare. Nel dettaglio: un tacchino sa che ogni giorno mangerà perché è abituato al fatto che il contadino gli dia da mangiare; è quindi certo che mangerà anche nel giorno del Ringraziamento, quando invece sarà il contadino a mangiare il tacchino.

A questo punto possiamo ritornare alla domanda iniziale: *che cos'è una verità scientifica?* Cominciamo con il prendere in considerazione la definizione di *verità* intesa come "Rispondenza piena e assoluta con la realtà effettiva". Rispetto a quanto abbiamo brevemente sopra illustrato, possiamo dire che la scienza utilizzi un metodo in grado di raggiungere la conoscenza di verità che siano "piene e assolute"?

¹ Il *positivismo* è una corrente filosofica del 19° secolo il cui iniziatore è il francese A. Comte. Questa corrente si basa sull'esigenza di attenersi ai fatti osservati e sull'esaltazione della scienza, l'unico sapere in grado di comprenderli, misurarli e controllarli. Secondo il positivismo la realtà sottostà a leggi precise, che le danno omogeneità, regolarità e che vengono studiate dalle singole discipline scientifiche.

Per cercare e sostenere la risposta a questa domanda, ci riferiamo a un altro classico esempio. Sappiamo bene che la luce per lungo tempo è stata descritta attraverso una duplice natura: onda e particella. Entrambi i modelli sono utili a rappresentare la realtà della luce e hanno favorito lo sviluppo delle teorie fisiche e della tecnologia. Ma come possono esistere, intorno allo stesso fenomeno, due verità “piene e assolute” non compatibili tra loro? Possiamo perciò desumere che le verità scientifiche non siano per forza “piene e assolute”. Dopo questo brevissimo *excursus* su un tema di effettiva capitale importanza per l’evoluzione dell’Uomo, possiamo sintetizzare alcune conclusioni che proponiamo al lettore:

- Anche se generalmente si intende che una verità scientifica sia vera in senso “pieno e assoluto”, in realtà possiamo asserire che una verità scientifica è vera:
 - nel senso che può **predire** più o meno fedelmente un fenomeno;
 - fino a che non venga **smentita** dal progresso tecnologico o da altre scoperte scientifiche.
- La questione della ricerca della verità “piena e assoluta” è così fondamentale? Anche se non possiamo considerare una verità “piena e assoluta”, questo non vuol dire che non sia utile al progresso della scienza e della tecnologia. Pertanto, con **pragmatismo**, possiamo osservare che, fino a che una verità è utile, la stessa verità debba essere comunque presa in considerazione, al di là della sua pienezza e della sua assolutezza.
- Quale approccio deve avere uno scienziato che cerca di scoprire nuove verità? Evidentemente deve avere un approccio **umile** e pronto ad accettare non solo che le proprie ipotesi siano false, ma anche che le verità che scopre possano essere successivamente modificate o confutate. Oltre a tutto ciò, deve sapere che ogni cosa che scoprirà genererà nuove domande a cui rispondere (Kant: *Principio della propagazione delle domande*).
- Considerando che le verità che si scoprono non sono mai “piene e assolute”, un approccio davvero saggio alla scienza è quello di utilizzare sempre il **principio di prudenza**.

Box 1 - Ignoranza buona e ignoranza cattiva

"La scienza ha sempre torto. Non risolve mai un problema senza crearne altri dieci"
George Bernard Shaw 1856-1950

Ci sono alcune rappresentazioni ideali della scienza che si possono paragonare tra loro:

La scienza come puzzle: gli scienziati trovano tutti i pezzi del puzzle riuscendo a completarlo. Questo presuppone che gli scienziati abbiano come garanzia che il puzzle si possa completare, cosa che ovviamente non è data.



La scienza come strati di una cipolla: piano piano, con le scoperte scientifiche, si tolgono gli strati e si approfondisce la conoscenza, fino ad arrivare a un nocciolo di verità assoluta.

La scienza come cerchi concentrici nell'acqua dopo il lancio di un sasso: una scoperta scientifica porta a nuove domande e nuove scoperte che sono rappresentate dall'ingrandirsi del diametro dei cerchi. Così si può dire che la conoscenza, in quanto genera altre domande, ha come effetto diretto un aumento di consapevolezza della nostra ignoranza. Inoltre, l'ignoranza generata sarà un'ignoranza di buona qualità in quanto NON genera ignoranza di per sé, ma dà vita a nuove domande cui dare risposta. E questo è il motore delle nuove scoperte scientifiche.



2. Il legame tra scienza ed evoluzione dell'Uomo

Abbiamo visto in che modo si sia evoluto il pensiero sul metodo del *come* conoscere, sul metodo scientifico. Tuttavia, già dall'antichità, ciò che gli uomini intendevano per "scienza" racchiudeva un ampio ventaglio di ambiti, accomunati dal concetto di *conoscenza*, quindi anche la filosofia ne faceva parte a pieno titolo. Con le loro diverse sfumature, è indubbio che l'attenzione e l'attrazione dell'uomo per le scienze – in particolare per quelle naturali – siano state una costante in tutte le civiltà. Senza questa innata propensione alla comprensione dei fenomeni naturali, l'uomo si starebbe ancora domandando come domare il fuoco, come galleggiare su enormi distese d'acqua o come spiccare il volo. Inoltre, se in passato le scoperte che potevano avere un effetto sostanziale sullo sviluppo della società si contavano, nell'arco di un intero secolo, sulle dita di una mano, oggi sarebbe impossibile enumerare quelle di un solo anno. Il rapporto dell'uomo con le sue stesse innovazioni e invenzioni è diventato sempre più stretto, producendo la crescita su larga scala delle applicazioni tecnologiche. È sufficiente pensare alla quasi inesistente diffusione di Internet nelle case private a metà degli anni '90 o semplicemente agli attuali smartphone: solo 15 anni fa le potenzialità di questi strumenti erano pressoché impensabili.

È curioso notare come le scoperte, che con gli occhi di oggi riteniamo indispensabili, non sempre siano state accolte con grandi clamori all'epoca della loro introduzione. Ad esempio, noi diamo per scontati i libri stampati; eppure, poco tempo dopo l'invenzione della stampa a caratteri mobili, nel 1455, c'era chi, come i monaci amanuensi, difendeva la scrittura tradizionale, considerata più durevole negli anni e meno soggetta a errore. E così è stato per la lampadina, per le automobili o, più recentemente, per il primo telefono touch screen. Naturalmente è vero anche il contrario. Teorie scientifiche, accolte con entusiasmo o con poca prudenza, hanno portato a conseguenze che sono andate ben oltre l'immaginazione di chi le aveva introdotte. È lampante, in questo senso, l'esempio del razzismo scientifico. Nella Germania nazista, e successivamente nell'Italia fascista, vennero istituite delle commissioni di esperti che etichettarono come "scientifiche" le loro teorie sulle caratteristiche morali, comportamentali e intellettive di una razza rispetto a un'altra. A supporto di queste "verità scientifiche" vennero enfatizzate, distorte e strumentalizzate teorie come quella darwiniana dell'evoluzionismo o quella sulla fisiognomica di Lombroso. In Italia veniva distribuita "La difesa della razza": una rivista all'apparenza seria e obiettiva, piena di contenuti pseudoscientifici e inserti fotografici che aiutavano il lettore a evincere, dai caratteri fisici (colore della pelle, taglio del naso, forma delle labbra, ecc.), la qualità morale delle persone. Da un lato tutto ciò ci può sembrare assurdo, ma anche oggi che queste teorie sono state invalidate dalla comunità scientifica, c'è ancora chi ne è fortemente influenzato tanto da ritenerle in qualche modo valide.

Possiamo quindi riassumere queste dinamiche postulando come una scoperta, una teoria o un'innovazione scientifica abbiano in potenza la capacità di portare dei cambiamenti che a loro volta saranno motori di grandi benefici oppure, al contempo, di regressione sociale, come un'arma a doppio taglio. Tante innovazioni positive per la società di oggi sono nate da necessità connesse alla guerra. E altre invenzioni, pensate per uso civile, sono poi state utilizzate come armi letali. La dinamite, inventata nel 1867 da Alfred Nobel, era senza dubbio destinata all'edilizia o all'industria mineraria, ma l'inventore stesso non poté impedirne l'utilizzo bellico. Se, quindi, l'intenzione di chi contribuisce all'invenzione di qualcosa ha

certamente un effetto, è cruciale anche porre attenzione sull'intenzione di chi ne usufruisce. Inoltre, occorre considerare che, anche con i migliori propositi, possiamo purtroppo ottenere risultati inaspettati. Quale è allora il modo per gestire l'innovazione generata dal progresso scientifico? Dovremmo pensare a difenderci da possibili catastrofi o accoglierle a braccia aperte per poi eventualmente correggere il tiro?

3. Il motore della scoperta scientifica: la ricerca di base

“La vita è piena di insegnamenti, se sappiamo trarne delle lezioni. Personalmente, io traggo insegnamento da ogni dettaglio della vita, anche dal volo di una zanzara”

Ostad Elahi - Parole di Verità

Abbiamo approfondito il tema del *come conoscere* e poi abbiamo cercato di comprendere come la scienza contribuisca allo sviluppo dell'Umanità. Tuttavia, non possiamo non osservare come molte scoperte scientifiche siano emerse in modo, almeno apparentemente, casuale.

Facciamo alcuni esempi:

- Alla fine del XIX secolo gli scienziati scoprirono come, applicando una differenza di potenziale alle estremità di un tubo vuoto, si generava un fascio che chiamarono “raggio catodico”. J.J. Thompson scoprì, grazie ad esperimenti con campi magnetici, che tale raggio aveva una carica elettrica negativa ed era formato dalle più piccole particelle mai scoperte: gli elettroni. Il fisico non sapeva che utilità gli elettroni potessero avere ed era solito fare un brindisi dicendo “All'elettrone: che possa non essere mai utile a nessuno!”. Era mosso solo dal desiderio di conoscere la natura. Le applicazioni di questa scoperta sono ovviamente state di enorme impatto per l'umanità (due tra tutte: i raggi X e la televisione).
- Uno scienziato francese di nome Paul Dirac, Nobel per la fisica nel 1933, teorizzò con un modello matematico l'esistenza dell'antimateria. Questa teoria indusse molte ricerche successive che dimostrarono come l'antimateria esistesse davvero. Al giorno d'oggi è largamente utilizzata per la cura dei tumori grazie ad alcuni tipi di radioterapia ed è alla base della tecnologia che si usa nella PET (un esame diagnostico molto evoluto).
- Alexander Fleming, medico e biologo, tornò dopo due settimane di vacanze e trovò che uno dei suoi esperimenti condotto su batteri altamente patogeni era stato colonizzato da alcuni funghi. Invece che sbarazzarsene, mosso dalla curiosità, cercò di capire come si fossero sviluppati e scoprì la penicillina, il primo antibiotico, che ha salvato e ancora oggi salva milioni di vite.
- Percy Spencer, ingegnere e inventore statunitense, scoprì per caso le microonde come modalità di riscaldamento del cibo quando, passando vicino ad un macchinario per radar che stava sperimentando, la cioccolata che aveva in tasca si scaldò e si sciolse.

Tutte queste storie, apparentemente casuali, in realtà hanno un filo conduttore: queste scoperte sono mosse dalla curiosità per la scoperta, da creatività e ingegno.

Box 2 - Il Nobel a Giorgio Parisi

Proprio nel 2021, un italiano, il fisico Giorgio Parisi, è stato insignito del riconoscimento più alto per uno scienziato: il premio Nobel, a lui assegnato proprio nell'ambito della fisica, per "i contributi innovativi alla comprensione dei sistemi fisici complessi". Oggi Parisi, che ha 73 anni, è, tra l'altro, vicepresidente dell'Accademia dei Lincei e si è in più occasioni espresso nella direzione di grande sostegno verso la ricerca di base. Racconta come, già a soli 25 anni, fu sul punto di effettuare una scoperta che fu poi realizzata da altri e premiata nel 2002, proprio con il premio Nobel.

Nel testo in cui racconta questo aneddoto - pubblicato il 9 ottobre 2021 sul Corriere della Sera e raccontato in un recente libro - Parisi scrive: "... *tuttavia se avessi perso un po' più di tempo e impostato il conto utilizzando le regole di calcolo per le teorie di Yang-Mills, mi sarei accorto che esisteva un quarto contributo, negativo, che dominava il risultato che era negativo. Ma il risultato positivo **mi piaceva**, non controllai il conto e rimasi con la convinzione errata*". E ancora scrive: "*Era stata una cecità incredibile, di cui porto tutta la responsabilità*".

Egli sottolinea, tra gli altri, l'importanza del principio di prudenza nella ricerca scientifica e, oltretutto, evidenzia come tale processo sia profondamente umano. La stessa umanità che si legge in un suo altro passaggio, stilato in forma di sottile ironia: "*Io mi feci sfuggire un articolo potenzialmente da Nobel, ma **rimasi con una bella storiella da raccontare***".

Esiste un importante ramo della ricerca scientifica che viene definito "ricerca di base". *La ricerca di base (o fondamentale) è considerata un'attività sperimentale o teorica avente come scopo l'ampliamento delle conoscenze, di cui non si prevede una specifica applicazione o utilizzazione*². Si tratta di una ricerca non mossa da interessi specifici se non da un *driver* fondamentale: la curiosità umana. Per poterla sviluppare, occorrono finanziamenti non motivati da obiettivi predeterminati. Per tale ragione di solito si tratta di finanziamenti pubblici.

Max Delbrück, Nobel per la scoperta del meccanismo di replicazione virale, postulò il "Principio della sciatteria limitata" (*The principle of limited sloppiness*) che potremmo tradurre così: "Bisogna essere sciatti abbastanza per lasciare che accadano eventi inaspettati, ma non così sciatti da non accorgersene".

4. Le applicazioni della scienza nel mondo attuale

In questo processo di crescita esponenziale del flusso dell'innovazione, negli ultimi anni si è inserita l'evoluzione dell'Intelligenza Artificiale. Ciò che prima poteva essere uno spunto per romanzi o film di fantascienza, sembra oggi avere una forma più concreta: riusciranno mai le macchine a sostituire l'uomo o a essere addirittura un'opzione migliore?

Come disciplina dell'informatica, l'Intelligenza Artificiale - in contrapposizione all'intelligenza naturale mostrata dagli esseri animati - si occupa di approfondire e mettere a punto teorie e tecniche che conferiscano ad una macchina la capacità di percepire il proprio ambiente e di

² treccani.it

intraprendere azioni che massimizzino le possibilità di raggiungere i suoi obiettivi. Allo stesso tempo, per Intelligenza Artificiale si può intendere anche la capacità che una macchina può avere nell'emulare - con i suoi pregi e difetti - le funzioni "cognitive" che gli esseri umani associano alla mente umana.

Qui non parliamo di un'ipotetica realtà del futuro, ma di qualcosa con cui già ci interfacciamo tutti i giorni. Chi non ha mai utilizzato un navigatore, un assistente vocale o un'applicazione per riconoscere un brano musicale? Sono poi sempre più comuni, nelle applicazioni di messaggistica o nei programmi di scrittura, i completamenti automatici o i suggerimenti di testo basati sul contesto o sullo stile che abbiamo adottato in precedenza. E che dire dei videogiochi, in cui i movimenti del proprio personaggio corrispondono a un effetto ben preciso sull'ambiente che lo circonda? Anche le pubblicità e gli annunci che ci appaiono sui social, o i video che sugli stessi ci vengono consigliati, sono il frutto di una serie di algoritmi che sorprendentemente sembrano intuire i nostri bisogni ancora prima di noi stessi (*vedi oltre*).

A volte le macchine riescono a imitare così bene l'essere umano, da confonderci le idee. Prendiamo a titolo di esempio questi due testi:

Acquazzone acquazzone acquazzone acquazzone acquazzone pioggia o pioggia o pioggia o! o pioggia o pioggia o pioggia! gocce d'acqua gocce d'acqua gocce d'acqua gocce d'acqua parapioggia o parapioggia o paracquazzone o!	Ho bisogno di qualcosa di reale La sola cosa che mi fa impazzire È il tuo respiro E non importa cosa abbiamo fatto Qualsiasi cosa potrebbe essere Una volta in una stella, Una volta nel mio cuore.
---	---

Una delle due è una poesia di Raymond Queneau, l'altra è stata generata da un software di poesia statistica chiamato Swift-Speare. Per trovare la soluzione, facciamo prima a sfogliare le raccolte di poesie di Queneau in una biblioteca o a cercare su Internet?

È chiaro, quindi, che la nostra vita, supportata da algoritmi di intelligenza artificiale, sia facilitata; ci sembra così di avere il pieno controllo su queste grandi innovazioni. Ma delegare integralmente le nostre scelte alle macchine è un comportamento probabilmente imprudente. Lo stesso Elon Musk, uno dei più visionari e convinti sostenitori dell'Intelligenza Artificiale, ha dichiarato come questa possa essere più pericolosa della bomba atomica. Cosa fare, ad esempio, quando una macchina si trova a compiere delle scelte che possono avere un impatto sulla salute o sulla vita delle persone o, ancora, quando si trova costretta a compiere delle scelte etiche? Come dovrebbe essere programmata tale macchina?

L'esempio più noto a tutti è quello delle automobili con il pilota automatico. La percentuale di incidenti d'auto causati direttamente o indirettamente da imperizia, imprudenza o dolo da parte degli umani è enormemente più alta di quella determinata da possibili problemi di natura tecnica del veicolo. La guida computerizzata consentirà di ridurre gli incidenti d'auto, di eliminare lo stress del traffico e della guida nelle grandi città, di efficientare il sistema di trasporto delle merci. Sarà una rivoluzione che già piano piano si vede spuntare nelle nostre strade. Tuttavia, a riguardo, si possono porre alcune domande lecite: se un pedone dovesse passare improvvisamente davanti all'auto, quest'ultima dovrebbe inchiodare di colpo per salvarlo, mettendo a rischio la vita del passeggero? Quale vita sceglierebbe di salvare? E

questa scelta sarebbe diversa se ad attraversare la strada fossero 100 persone contemporaneamente?

Ad alcuni sarà capitato di ragionare sull'esperimento di filosofia etica di Philippa Ruth Foot noto come il "problema del carrello ferroviario" (comprese tutte le sue varianti). Il problema pone al lettore una scelta: è giusto salvare 5 persone in pericolo di vita, diventando però responsabili dell'uccisione di una persona che in quel momento non è in pericolo? Provando a porre il dilemma anche a pochi amici, ci si renderà conto che non esiste una risposta giusta e univoca a questo tipo di problemi. Come potremmo allora pensare di affidare questa scelta a una macchina?

E l'Intelligenza Artificiale si sta facendo sempre più strada anche in un campo che sta a cuore a tutti gli esseri umani: quello della salute. Nel processo diagnostico, i medici erano soliti affidarsi completamente ai segni mostrati dal paziente (la cosiddetta semeiotica): non esistevano TAC, analisi del sangue o ecografie. Occorreva saper cogliere ogni dettaglio; alcuni riuscivano a porre una diagnosi dal semplice odore della stanza in cui viveva il paziente. Oggi, la tecnologia accompagna sempre di più i professionisti sanitari nella diagnosi, cura e gestione dei pazienti. L'introduzione di tecnologie basate sull'Intelligenza Artificiale permette alla medicina di essere sempre più accurata e di allungare la vita degli uomini. È possibile immaginare un mondo in cui sarà un computer a essere il nostro medico? In effetti, chi di noi non ha mai ricercato su Internet per ottenere una diagnosi che corrispondesse ai propri sintomi più disparati?

a. Lo strano caso del Dr. Google

Con i consensi informati, l'accesso sempre più facile alle informazioni sanitarie, la possibilità di visitare siti dedicati sulla rete, il paziente diviene sempre più parte attiva nel suo processo di diagnosi, cura e guarigione. Decide, a volte, insieme ai professionisti della salute, quali cure intraprendere, richiede la prescrizione di visite ed esami specialistici e chiede di essere indirizzato in centri d'eccellenza che lui stesso sceglie. L'informazione sanitaria è oggi alla portata di chiunque abbia accesso al web e abbia voglia di documentarsi. La presa in carico della propria salute da parte del malato è un punto fondamentale per costruire l'alleanza tra medico e paziente e aumentare la *compliance* (ovvero l'aderenza del malato al programma di diagnosi e cura) ed essere sempre più attivi anche nella prevenzione. Sono finiti i tempi in cui chi si rivolgeva al medico accettava qualsiasi prescrizione in maniera fideistica. Se tutto questo da un lato ha apportato enormi benefici, dall'altro, in certi casi, ha reso più complesso il lavoro dei sanitari che spesso si trovano di fronte a situazioni da gestire che non esistevano prima dell'uso diffuso di internet. Il fenomeno è talmente dilagante ai giorni d'oggi che è stato coniato addirittura un nome per descriverlo: *Dr. Google*. Sempre più spesso i medici si devono confrontare con un "collega" dotato di una memoria eccezionale, con un'eccellente capacità di correlare i sintomi, i valori di laboratorio, gli esami strumentali e di porre la diagnosi in pochi secondi. Ma il Dr. Google è realmente più preciso del Dr. Rossi? Cosa manca ai motori di ricerca che invece è parte integrante del medico? Citeremo qui solo alcune caratteristiche che sono di appannaggio del Dr. Rossi: l'occhio clinico che deriva dall'esperienza, il ragionamento medico, quelle sfumature che il paziente non è in grado di immettere come dati nel computer, la frequenza con cui si riscontrano determinate patologie. Il medico si trova quindi a dover smontare le fantomatiche autodiagnosi informatiche e a spiegarne l'infondatezza a parenti e pazienti. Tutto questo si traduce in una notevole perdita di tempo, sempre che si riesca a persuadere i navigatori della rete con il

proprio ragionamento. Se ciò poi non dovesse accadere, un secondo consulto medico sarebbe richiesto, con un notevole incremento dei tempi di diagnosi e cura oltre che della spesa sanitaria. Inoltre, seguendo blog, siti e social, si rischia che i pazienti richiedano determinate prescrizioni sanitarie, si autoprescrivano farmaci o integratori e “aggiustino” le terapie allo scopo di diminuire gli effetti collaterali o aumentarne l’efficacia terapeutica. Tali pratiche vengono spesso messe in atto senza che il curante ne sia a conoscenza, il che ha come possibile conseguenza errori prescrittivi nel momento in cui la terapia venga modificata per raggiungere i risultati attesi o che si vogliano mitigare gli effetti collaterali.

Altre volte il paziente, convinto di avere una data patologia, dopo essersi ampiamente documentato e lasciandosi condizionare, ripete al medico con esattezza i sintomi appartenenti a quel determinato quadro clinico, deviando il dottore dalla corretta diagnosi.

Box 3 - La Bioetica nell’utilizzo dell’Intelligenza Artificiale in medicina

Il Comitato Nazionale per la Bioetica (CNB), istituito con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri il 28 marzo 1990, svolge sia funzioni di consulenza presso il Governo, il Parlamento e le altre istituzioni, sia funzioni di informazione nei confronti dell’opinione pubblica sui problemi etici emergenti con il progredire delle ricerche e delle applicazioni tecnologiche nell’ambito delle scienze della vita e della cura della salute.

Sono tanti i campi in cui si dispiega l’uso della Intelligenza Artificiale in medicina: diagnostica, *contact tracing*, assistenza al personale sanitario, etc ... Il Comitato Nazionale di Bioetica ha affrontato il tema della IA per definire quali siano le condizioni etiche che tutelino il mantenimento dell’umanizzazione delle cure e favoriscano una medicina “con le macchine, non delle macchine”.

Di seguito i quattro punti di interesse sollevati dal CNB:

- Primo punto: è legato alla validazione e qualificazione dei dati di input sui quali poi vengono elaborati i comportamenti della IA e delle macchine da essa gestite
- Secondo punto: riguarda l’informazione corretta dei pazienti circa l’uso e la funzione delle macchine nel processo di cura. Per questo viene indicata la necessità di una formazione dedicata per i professionisti non solo sanitari (anche di tutti quelli che sviluppano le macchine) sui temi dell’etica
- Terzo punto: è centrato sull’evitare che l’uso delle macchine inasprisca l’iniquità nelle cure, per esempio favorisca un farmaco o un altro, un processo o un altro, un paziente o un altro.
- Quarto punto: prende in considerazione la sostenibilità generale dei costi, anche in relazione a favorire sempre l’accesso alle cure per tutti.

Infine, è facile divenire “preda” di siti che pubblicizzano approcci terapeutici e diagnostici a scopo commerciale, proponendo anche soluzioni improbabili.

Eppure, anche i medici e gli altri professionisti della salute accedono alla rete per informarsi, consultare, aggiornarsi. Il web sembra essere una risorsa e “vietarla” ai non addetti ai lavori sarebbe, oltre che impossibile, un deciso passo indietro verso l’integrazione delle competenze. Come possiamo quindi utilizzare in maniera proficua questa risorsa?

Possiamo delegare a sistemi di Intelligenza Artificiale la diagnosi e la cura del paziente? In un momento storico come quello che stiamo vivendo, dove la carenza di personale sanitario è stata avvertita in maniera massiccia, l'ipotesi di inviare "macchine" a persone affette da malattie infettive potrebbe essere decisivo: nessun rischio di contagio da parte di chi presta le cure, si limita notevolmente la possibilità di diffondere la patologia da parte degli operatori, si crea l'opportunità di avere un "esercito" di professionisti da costruire a seconda delle necessità del momento. È chiaro che al giorno d'oggi tale ipotesi è irrealizzabile, ma nel futuro prossimo? Forse avremo una tecnologia tale da potercelo permettere.

Può essere questa una soluzione che la scienza offre per avere una medicina migliore? Prima di rispondere dobbiamo porci delle domande. Cosa spinge il paziente a recarsi dal medico? Cosa vuole da lui? La diagnosi corretta e la giusta terapia sono certamente fondamentali. Ma è tutto qui? Il calore e la fiducia che una relazione umana sa comunicare possono essere considerati fondamentali? Garantiscono l'aderenza alla terapia? Possiamo affermare che fanno parte integrante del processo di guarigione? Durante l'attuale pandemia abbiamo assistito alla diffusa necessità di isolamento di soggetti infetti o potenzialmente tali. I contatti con il personale sanitario si sono notevolmente ridotti nei tempi mentre la distanza fisica è aumentata con l'interposizione di diverse barriere. Tute, copricapi, mascherine, guanti e visiere, che medici e infermieri hanno dovuto indossare, hanno portato a uno stravolgimento nel rapporto sanitario-paziente. La grande difficoltà nell'identificare agevolmente la persona che il malato aveva di fronte, il non poter accedere alle espressioni del suo volto, l'essere privati del conforto attraverso il contatto fisico come avveniva precedentemente, ad esempio tenendo la mano di chi soffre, il non poter più parlare del più e del meno tra una domanda clinica e l'altra sono alcuni degli esempi di quanto la necessità di protezione antinfettiva abbia aggravato la sofferenza di chi era malato. Si sono cercate soluzioni per ovviare a questa durissima situazione: alcuni sanitari hanno messo una propria foto o scritto il loro nome sulla tuta, altri hanno cercato di spiegare dettagliatamente la situazione e la necessità delle misure di sicurezza. In questa situazione, i professionisti della salute hanno dovuto impegnarsi al massimo per far comprendere a chi era ricoverato o isolato a domicilio come fossero in realtà comunque presenti e pronti ad aiutare anche se con mezzi limitati. Tutto questo ha quindi confermato il ruolo cruciale dell'approccio umano del medico, la necessità dell'empatia, il bisogno di rassicurazione e il ruolo terapeutico del colloquio e della relazione.

Indubbiamente le nuove tecnologie sono di grande aiuto: i termometri a infrarossi hanno abbattuto i tempi per misurare la temperatura e hanno evitato il contatto ravvicinato, l'utilizzo di monitor multiparametrici ha consentito di controllare lo stato clinico del paziente senza il bisogno di essere presenti in stanza e ha permesso di allertare il personale in caso di necessità. La possibilità di raccogliere, comunicare, elaborare i dati e ricevere e diffondere i risultati tramite computer ha accelerato notevolmente la ricerca, consentendo di mettere a punto in breve tempo le terapie più efficaci; ma il ruolo di una relazione umana resta comunque centrale.

Possiamo potenziare le macchine in modo da renderle capaci di dare calore umano? Attualmente si stanno cercando degli algoritmi in grado di sviluppare modelli d'empatia per i sistemi di Intelligenza Artificiale. Già gli assistenti vocali presenti nelle nostre case e sui cellulari cominciano ad avere un tono di voce meno artificiale e più caldo, ci rimproverano o sembrano offesi se diciamo qualcosa di inappropriato. Lo scopo è quello di rendere sempre

più piacevole l'interazione con questi dispositivi migliorando la fiducia di chi ascolta. Per alcuni la cosa può essere considerata preoccupante intravedendo il potenziale rischio di manipolazione. Certo, lo scopo alla base di questo tipo di comunicazione è cruciale: lo scopo è nell'interesse di chi ascolta o di chi programma l'IA a parlare? Questa empatia serve a convincere, a promuovere un prodotto o un'idea, oppure ad aiutare la persona a risolvere un problema? O a entrambi gli scopi? L'intenzione con cui si agisce resta cruciale. Sorge anche un altro problema: come viene percepito da chi sperimenta un atteggiamento empatico sapendo che proviene da una macchina? Occorre considerare che anche una persona reale potrebbe manifestare un falso atteggiamento comprensivo per raggiungere i propri scopi, ma alla lunga, frequentemente, questo atteggiamento viene poi percepito come non coerente, non autentico, falso. Abbiamo la possibilità di leggere tra le righe dell'espressione del volto, del tono della voce per cercare di comprendere l'autenticità di chi ci parla. Quante volte ci siamo lamentati nel ricevere certe notizie per telefono invece che di persona? Tutto questo testimonia l'utilità di un contatto umano, specialmente in determinati e particolari momenti della vita.

Spesso i medici vengono accusati di non essere dei bravi comunicatori, di non prendersi abbastanza tempo per ascoltare e rispondere alle domande che vengono loro poste, di non essere sufficientemente interessati ai problemi dei loro malati, di non guardarli negli occhi mentre parlano o di essere distratti da altre cose che stanno facendo mentre una persona bisognosa d'aiuto è davanti a loro. Un computer sarebbe migliore? Immaginiamoci che un paziente debba ricevere la diagnosi di una malattia grave. In questi casi il lavoro del medico è realmente complesso: bisogna accertarsi che il malato comprenda la gravità della malattia (senza sopravvalutarla o minimizzandola) e le conseguenze che questa porterà nella sua vita, l'impegno che le cure richiederanno, gli effetti collaterali, le possibilità di successo, le varie alternative terapeutiche; bisogna far intendere che è doveroso procedere "passo per passo", che è necessario tempo per comprendere e non si può rispondere a tutte le domande nell'immediato, che non si può prevedere il futuro ma si possono fare solo delle ipotesi, che le statistiche sono solo statistiche e che ogni caso è un caso a sé. Il medico viene investito spesso da una grande quantità di domande, oppure è possibile anche che si trovi di fronte a un paziente attonito, che non parla più. Spesso, se il paziente è da solo, il medico si chiede se desideri accanto a sé una persona cara che lo aiuti a capire e a ricordare quanto comunicato durante il consulto, che formuli quesiti che al paziente stesso non vengono in mente quando, al momento di una comunicazione così cruciale, la paura, lo shock, la rabbia si presentano. Al momento, un sistema di IA non può gestire tutto questo. Se una tale notizia fosse comunicata da una macchina, come sarebbe vissuta? Ci si sentirebbe compresi? Confortati dalle rassicurazioni che un computer ci può dare? E se avessimo il bisogno di comunicare la nostra angoscia, al pensiero che i nostri familiari debbano subire le conseguenze della nostra malattia, di esprimere la nostra preoccupazione di dare un dolore ai nostri figli o al partner, come possiamo dire tutto questo anche alla più empatica delle macchine che ovviamente non ha un vissuto?

Eppure, le nuove tecnologie si stanno rivelando utilissime. Al giorno d'oggi, per esempio, possiamo interrogare i pacemaker e risalire a eventuali problemi che il paziente ha avuto giorni o mesi prima senza che neanche lui se ne sia accorto. I defibrillatori impiantati controllano il cuore senza bisogno dell'uomo e sono pronti a rimetterlo in moto salvando più volte la vita alla stessa persona. Con la robotica possiamo essere operati nella nostra città da un chirurgo che effettua l'intervento a migliaia di chilometri di distanza. Abbiamo delle

apparecchiature che consentono di effettuare un esame clinico, anche a distanza, e di porre una diagnosi che deve essere poi solo validata dal medico. I database consentono di contenere e consultare rapidamente una quantità incredibile di informazioni e di rendere il lavoro del medico più rapido, semplice e affidabile. Al momento attuale il connubio medico-tecnologia sta offrendo vantaggi evidenti. Le macchine possono alleggerire il lavoro del medico senza sostituirsi a lui, elaborare dati, monitorare in continuo dei parametri, effettuare operazioni matematiche, alleggerire compiti pesanti e ripetitivi e consentire all'uomo di dedicarsi ancora di più al paziente come solo lui sa fare, ad esempio alleviando, con la sua vicinanza, il dolore di chi soffre.

b. Il caso dell'Intelligenza Artificiale e del Machine Learning nel funzionamento dei social network

“Gli argomenti devono dunque essere crudi, chiari e forti, e fare appello alle emozioni e agli istinti, non all'intelletto. La verità non era importante, e del tutto subordinata alla tattica e alla psicologia, ma le bugie di comodo (‘verità poetica’, come una volta le chiamava) devono sempre essere rese credibili”.

Hugh Trevor-Roper in “Final Entries, 1945: The Diaries Of Joseph Goebbels”

Un fronte su cui la scienza è stata enormemente applicata negli ultimi 20 anni è quello della comunicazione attraverso il web. Tantissimi ingegneri informatici hanno sviluppato enormemente la capacità dei software di migliorare, ampliare, aumentare la capacità di relazione e comunicazione degli esseri umani. Interagire in una *videocall* gratuita ogni volta che si voglia, con persone distanti anche decine di migliaia di chilometri, ad esempio, era semplicemente impensabile a metà del primo decennio di questo millennio.

Ma in che modo la scienza ingegneristica sta gestendo l'infrastruttura su cui poggia questo moderno modo di comunicare? Come abbiamo già accennato, gli algoritmi di Intelligenza Artificiale sono alla base del funzionamento dei social network (Facebook, Instagram, TikTok, Snapchat, Whatsapp, Telegram, etc...). Ma come funzionano questi algoritmi? Quali potenzialità hanno e per quali scopi sono programmati dall'uomo?

Circa 4 persone su 5 consultano internet prima di comprare un servizio o un prodotto, magari per confrontarlo con altri oppure per capire meglio quali siano le caratteristiche che fanno maggiormente al caso loro. Questo schema di comportamento genera un interesse notevole da parte di tutte le compagnie che vendono prodotti o servizi e, quindi, anche da parte delle compagnie che vendono la pubblicità per loro conto.

Nella stragrande maggioranza dei casi, il modello di *business*³ sviluppato dai *social network* o dai servizi di comunicazione online non è legato a un abbonamento mensile oppure ad un acquisto di piccoli pacchetti di servizio. Non compriamo le e-mail a gruppi di 100 o 500 e non accediamo ai social network con abbonamenti annuali. Questi servizi sono di solito gratuiti e sviluppano i propri ricavi vendendo pubblicità (per esempio, attraverso i banner o i filmati pubblicitari posti all'inizio o all'interno dei video che abbiamo deciso di guardare). Un modo fondamentale, per poter massimizzare i ricavi pubblicitari, è quello di aumentare il più possibile la percentuale di target sensibile a quella informazione pubblicitaria

³ Il sistema attraverso il quale una società struttura i propri ricavi.

raggiunto. Pertanto, se si comprano 100 annunci pubblicitari per canne da pesca e questi arrivano a 1 pescatore su 1000 persone raggiunte, il prezzo che verrà corrisposto alla società che vende lo spazio per l'annuncio sarà basso. Se si arriva a 900 pescatori su 1000 persone raggiunte dall'annuncio, il prezzo sarà ovviamente molto più alto e il ricavo della compagnia che vende pubblicità lo sarà altrettanto.

Box 4. Gli algoritmi dei social network

Gli algoritmi di funzionamento che sono alla base delle informazioni che ciascuno di noi vede nei social network sono generati da sistemi di intelligenza artificiale che producono "l'apprendimento" automatico dei sistemi di Information Technology.

Questi algoritmi sono stati rivoluzionari come lo fu la macchina a vapore per la mobilità su rotaia. Inizialmente, infatti, si cercava di costruire algoritmi per software che fossero sempre più in grado di risolvere problemi complessi. Migliore l'algoritmo, maggiore la capacità di risoluzione di problemi. Successivamente, si è capito che il modo più efficace per far funzionare le macchine non fosse tanto quello di perfezionare gli algoritmi di funzionamento di base, bensì fosse quello di costruire sistemi attraverso i quali "far digerire" alle macchine una grandissima quantità di dati. I dati, adeguatamente processati da algoritmi di apprendimento, consentono alla macchina di migliorare la sua capacità di discernimento in modo autonomo e continuo in un processo denominato **Machine Learning**.

Nei social, in marketing e in comunicazione, grazie a questi sistemi di apprendimento automatico, le macchine imparano dai comportamenti di ciascuno di noi, profilando in modo sempre più preciso quali sono i nostri interessi, le nostre aspirazioni, i nostri desideri. Si pensi ad esempio alla possibilità di incrociare in modo continuo tutte le informazioni sulla nostra posizione geografica, sui siti che visitiamo, su cosa scriviamo nei social network (inclusi le app di messaggistica) o nelle nostre mail.

Occorre ricordare che le compagnie pubblicitarie sono società che hanno per obiettivo il profitto dei propri soci o dei propri azionisti. Più vendono pubblicità a prezzi elevati e più raggiungono i propri obiettivi. Le compagnie che hanno creato i social network, pertanto, hanno investito miliardi di dollari nello sviluppo di tecnologia che riuscisse a profilare al meglio gli interessi di ciascuno dei suoi clienti. E oramai ci riescono incredibilmente bene.

Come abbiamo illustrato, siccome la personalizzazione è alla base della massimizzazione dei ricavi pubblicitari, le compagnie sono riuscite a creare un sistema in grado di rendere unica la sequenza di informazioni che ciascuno di noi vede sul web e in particolare nei social network, sequenza unica e basata sul nostro comportamento. Di fatto, quindi, ciascuno di noi vede informazioni differenti, rielaborate in continuo da parte delle macchine, sulla base di ogni pagina che abbiamo visualizzato, ogni like che abbiamo messo, ogni parola che abbiamo scritto. Possiamo dire che il prodotto che i social network vendono alle aziende inserzioniste siamo noi, la nostra unicità.

Ma come fanno a migliorare il proprio prodotto? Come fanno a rendere le informazioni sui nostri interessi il più precise possibile? Inducendoci a inserire quante più informazioni possibili nel web: quanto più saremo presenti sui social network tante più informazioni sapranno su di noi. Pertanto, questi sistemi cercano in ogni modo di attirare la nostra

attenzione, competono tra di loro per la nostra attenzione, e lo fanno con la tendenza a compiacerci, ricalcando le scelte che abbiamo già effettuato: lo fanno tendendo a essere d'accordo con noi. Ci inseriscono in una sorta di bolla (*filter bubble*) che filtra la realtà che osserviamo: crediamo di stare vedendo la realtà, ma non la stiamo realmente vedendo. Sfruttano un *bias cognitivo*⁴ che ci spinge a pensare, dato che così siamo abituati, che ciò che vediamo sia la realtà: ma questo non è vero.

Questo sistema di algoritmi, costruito su logiche di profitto economico, non tiene in considerazione categorie come il rispetto del diritto altrui oppure l'apprendimento di nuove conoscenze. Non è stato basato sulla facoltà razionante dell'Uomo che ha la grande potenzialità di distinguere ciò che è giusto da ciò che è sbagliato, di temperare sia il piano essenzialmente materiale che quello etico, in un'ottica di rispetto del diritto altrui. Tende quindi, compiacendoci, a retribuire il più possibile il nostro *sistema limbico*, per generare una vera dipendenza nell'utilizzo di questi strumenti.

Occorre precisare che voler fare profitto non è una colpa, anzi che non solo è lecito ma è un'aspirazione condivisibile. A ben vedere, tuttavia, proprio utilizzando una ragione che abbracci sia il piano materiale che quello etico, il profitto è un'aspirazione condivisibile laddove non leda il diritto altrui e, in particolare, il diritto della società. Quali sono infatti gli effetti "collaterali" di questa ricerca del profitto? Riflettiamo su cosa comporti il fatto che ciascuno di noi veda una realtà diversa, mediata e rafforzata esclusivamente dai propri interessi: il nostro pensiero, non più nutrito in modo neutro e completo anche di opinioni contrarie o diverse dalle nostre, si radicalizza.

Facciamo un esempio: se una persona inizialmente pensa che, per assurdo, le macchine a benzina siano migliori di quelle elettriche, andrà a documentarsi per scoprire se sia vero o meno. Questo comportamento sul web lo porterà ad avere sempre più *feed* con contenuti attinenti alle sue posizioni e a metterlo in contatto con sempre più persone che abbiano lo stesso punto di vista. L'effetto sarà di confermare e rafforzare la sua posizione. La realtà che questa persona vedrà sarà una realtà in cui le macchine a benzina sono performanti e funzionali, mentre le caratteristiche negative delle macchine elettriche saranno enfatizzate. Alla fine, la persona sarà sempre più indotta a pensare che solo le macchine a benzina siano strumenti validi e che coloro che hanno acquistato una macchina elettrica abbiano fatto una scelta sbagliata. Questa convinzione sarà talmente radicata che, laddove si trovasse in una conversazione con un esperto di mobilità *green*, non verrebbe convinto e nemmeno influenzato da argomentazioni sull'utilità di guidare macchine elettriche per ridurre l'effetto serra. Se poi si trovasse addirittura in una conversazione con una persona che abbia fatto l'esperienza web esattamente contraria alla sua e sia convintamente a favore delle auto elettriche, tale conversazione avrebbe molte probabilità di trasformarsi in uno scontro piuttosto che in una interazione utile, a *somma positiva*⁵. Se trasliamo questo

⁴ I *Bias Cognitivi* sono delle distorsioni che attuiamo automaticamente nella valutazione e processazione di fatti e avvenimenti. Sono funzionali all'apprendimento e alla vita in società ma altrettanto pericolosi se non considerati (Es: considero più sicuro stare accanto ad una persona che non conosco ma della mia stessa etnia, piuttosto che ad una che non conosco ma di etnia diversa - razionalmente non ha alcun senso ma tendiamo a ragionare così).

⁵ Si possono classificare le interazioni (giochi) in dinamiche a *somma positiva* o a *somma zero*. Un esempio di interazione a *somma positiva* è quella in cui due entità mettono a fattore comune le loro diverse competenze o aspirazioni per trarre il massimo da una situazione (es: un medico valuta un paziente, fa una prescrizione di medicazione complessa e un infermiere la esegue sul paziente - entrambi hanno competenze complementari).

esempio in altri ambiti – come il tifo sportivo, l'appartenenza politica oppure il razzismo - comprendiamo come, questo favorire la radicalizzazione delle convinzioni, generi eventi e dinamiche preoccupanti, finanche gravissime per la società.

I meccanismi di funzionamento di questi algoritmi utilizzati per creare “più profitto” possibile, e non “più conoscenza” possibile, sono radicalmente contrari a quello che abbiamo compreso essere il metodo scientifico (*vedi infra*). Quest'ultimo è infatti caratterizzato da grande apertura mentale, grandi domande che scaturiscono dopo ogni singola scoperta scientifica, grande creatività nell'immaginazione di nuovi esperimenti e di nuove teorie. Ripetiamo, la scienza (in questo caso la tecnologia informatica basata sulle scoperte scientifiche) viene indirizzata dalla ragione dell'uomo: potremmo criticare gli algoritmi dei social network se fossero programmati per integrare i punti di vista delle persone? Se “educassero” gli utenti presentando loro anche contenuti contrari o differenti ai loro interessi, favorendo integrazione, sintesi, etica? Certamente no.

5. Conclusioni

Il dilemma “le macchine sostituiranno mai l'uomo?”, si presentò già all'inizio del XIX secolo. Con l'introduzione del telaio meccanico, che minacciava di ridurre l'impiego degli operai, abbassare ulteriormente i salari e generare disoccupazione, nacque un movimento di protesta chiamato *luddismo*. L'odio verso la macchina, vista come una concorrente dell'essere umano, si è presentato più volte nella storia. La filmografia fantascientifica è ricca di pellicole che narrano di come gli uomini, una volta progettate delle macchine dotate di intelligenza, si trovino in un secondo tempo a doverle combattere per riprendere il controllo della situazione (la saga di *Terminator*, il capolavoro di Ridley Scott *Blade Runner*, *2001 Odissea nello Spazio* di Stanley Kubrik, etc.). Il progresso è quasi sempre accompagnato da paura o scetticismo verso l'innovazione e, spesso, solo il tempo chiarisce la questione. In medicina, ad esempio, l'introduzione dei raggi X nella diagnostica fu accolta con diffidenza e relegata, in principio, al solo studio del tessuto osseo. Il tempo, invece, ha dimostrato che le applicazioni della radiodiagnostica sono molteplici e la loro evoluzione nella Tomografia Computerizzata (TC) ne ha consolidato l'uso *routinario* nella pratica clinica, portandola ad un ruolo indispensabile non solo per le diagnosi ma a volte anche per la terapia (radiologia interventistica).

In determinati campi il processo scientifico è arrivato al punto da alleggerire notevolmente il lavoro degli uomini. Abbiamo sistemi che sono in grado di leggere e contare le cellule

e producono un risultato finale solo collaborando. Inoltre, è probabile che, se qualcosa in questa dinamica possa essere migliorato, i due saranno portati a parlarne e a migliorare il processo). Un esempio di interazione a *somma zero* è quella in cui due entità competono per lo stesso risultato (es: in una guerra si può dire che nessuno vinca davvero dato che le perdite in ordine di vite umane sono notevoli da entrambe le parti - non c'è collaborazione ma competizione distruttiva). Tipicamente le interazioni a *somma positiva* sono quelle in cui si genera progresso ed evoluzione: si dice che si crea “valore” (l'output generato è maggiore della somma algebrica dei valori di input). Le interazioni a *somma zero* invece sono tipiche delle situazioni in cui non si genera alcun progresso ma tanto guadagna l'uno, tanto perde l'altro e sono caratteristiche dei contesti in cui ci si deve proteggere (l'output generato è la somma algebrica dei valori di input). Considerato l'argomento di questo documento, “La scienza utile all'uomo”, le interazioni a *somma positiva* sono tipicamente alla base delle nuove scoperte scientifiche.

presenti in un campione di sangue, evitando al medico di laboratorio di passare ore al microscopio. Ma allora, se tutto il processo viene effettuato automaticamente, a cosa serve il medico? Solo per firmare i risultati? In realtà, apporre la firma sui risultati di esami di laboratorio certifica che i risultati siano attendibili, che ci sia coerenza tra i vari esami effettuati. Se occorre, alcuni test vengono ripetuti e, in alcuni casi, ricontrollati anche manualmente. Qualora i risultati fossero di difficile interpretazione, il medico di laboratorio può contattare il collega che ha richiesto gli esami e confrontarsi con lui su eventuali ipotesi diagnostiche e ulteriori approfondimenti, per arrivare alla corretta diagnosi. Possiamo quindi asserire che queste apparecchiature di laboratorio velocizzano il lavoro che l'uomo, tuttavia, supervisiona.

Al momento attuale possiamo dire che le innovazioni tecnologiche sono estremamente utili nel campo medico e che la cooperazione uomo-macchina rende il lavoro più veloce, affidabile, efficiente ed efficace.

In conclusione, possiamo descrivere due posizioni estreme rispetto all'innovazione generata dalle scoperte scientifiche:

- Una posizione conservativa, per la quale l'innovazione sovverte le "regole del gioco" acquisite e consolidate nel tempo e quindi deve essere il più possibile contrastata a tutela dei diritti acquisiti;
- Una posizione sostitutiva, per la quale deve sempre essere consentito all'innovazione di sostituire i processi strutturati nel tempo per fronteggiare le nuove sfide.

All'interno di queste due posizioni estreme, possiamo introdurre una *via mediana*, grazie a una posizione di integrazione, per la quale l'unione tra l'esperienza acquisita nel tempo e l'innovazione, supportate dall'intenzione di produrre un valore positivo per gli individui, per il prossimo e, in generale, per l'umanità, è l'unica via per procedere in modo sicuro verso la conoscenza, la salute, la sicurezza di tutti.