

Impatti dell'intelligenza
artificiale nelle
organizzazioni sanitarie

Prof. Fausto Di Vincenzo

RELATORE

Edoardo Grazioli - 272881

CANDIDATO

INDICE

Introduzione

Capitolo 1 Le strutture organizzative sanitarie nell'era dell'IA

1. Introduzione
2. Le sfide del settore sanitario
3. Quadro organizzativo nelle strutture sanitarie
4. La trasformazione digitale: tra passato e futuro

Capitolo 2 IA e ospedali: il quadro corrente

1. Introduzione
2. Cos'è IA e i suoi impatti
3. IA e settore sanitario
4. IA e strutture organizzative: riformulazione del quadro organico
 - 4.1 La riformulazione dei modelli organizzativi: da verticali a orizzontali
 - 4.2 L'evoluzione delle figure professionali
 - 4.2.1 Il rilievo dell'interdisciplinarietà: nuova frontiera
5. L'impatto dell'IA all'interno della catena del valore
 - 5.1 Impatto dell'IA nelle attività primarie
 - 5.2 Impatto dell'IA sulle attività secondarie

Capitolo 3 Il caso ADA

1. Introduzione
2. ADA: la nuova frontiera dell'applicazione dell'IA nel settore sanitario
3. Impatti dell'intelligenza artificiale generativa: verso le nuove frontiere organizzative

Conclusioni

Introduzione

Questo elaborato ha come fine quello di concettualizzare mediante un approccio sistematico lo stato di sviluppo dell'intelligenza artificiale e i suoi impatti all'interno del contesto delle organizzazioni sanitarie.

Ciò verte nel fine di concettualizzare una delle principali tecnologie emergenti, che caratterizza un dibattito pubblico sempre più intenso, e che nel contempo attira sempre più sforzi finanziari e di ricerca per il suo sviluppo. Tali applicazioni costituiscono per tanto una traiettoria emergente su quelle che saranno le implicazioni che una tale tecnologia può generare nel prossimo futuro.

Nello specifico il settore sanitario si caratterizza per essere uno dei settori che possa subire maggiori cambiamenti dall'applicazione dell'intelligenza artificiale, sia da una prospettiva operativa ma anche organizzativa. Ciò comporta sempre più dibattiti a livello di identificare e mappare queste implicazioni e fornire una gestione oculata con il fine di massimizzare gli effetti catalizzanti che l'intelligenza artificiale può generare.

Tale ricostruzione si completa all'interno del più complesso quadro evolutivo che la sanità sta subendo nel corso degli ultimi anni, come evidenziato dai vari fenomeni esogeni che stanno impattando su questo settore. Lo sviluppo della pandemia dovuta al Covid-19 e le trasformazioni demografiche che condizionano i paesi occidentali, hanno determinato la necessità rimodulare il settore.

Questo complesso quadro determina la necessità di fornire un ripensamento sistemica di quelle che sono le strutture organizzative e il complesso sistema delle capacità del capitale umano interno. Determinando un ripensamento del concetto stesso delle organizzazioni sanitarie, fornendo una trasformazione che impatterà in maniera sempre più elevata tale settore.

Ciò spinge a fornire una concettualizzazione che sia volta a integrare quelli che sono le conoscenze attuali in materia di organizzino aziendale

ed elaborare tali elementi nel più complesso quadro trasformativo dell'intelligenza artificiale.

Questa elaborazione permette per tanto di fornire una costruzione multilivello dello stato di sviluppo, mediante un elaborato che sviluppa in maniera sincrona tale quadro.

Nello specifico mediante un'elaborazione in grado di mappare i cambiamenti in maniera esaustiva in grado di comprendere le odierne logiche che guidano la nuova traiettoria della trasformazione digitale legata all'intelligenza artificiale.

Soffermandosi in ultimo, nel comprendere come l'applicazione dell'intelligenza artificiale stia impattando in maniera significativa, mediante l'analisi del caso ADA. Quest'ultimo può fornire una prima ricostruzione che evidenzia i possibili impatti e rilievi sullo sviluppo di tali soluzioni all'interno del settore sanitario.

Capitolo 1 Le strutture organizzative sanitarie nell'era dell'IA

1. Introduzione

Con la progressiva evoluzione delle trasformazioni digitali all'interno del settore sanitario, nel contempo si stanno evidenziando in maniera crescente le sfide che imperversano nel futuro del settore sanitario. Come declinato dalle principali organizzazioni mondiali (OCSE, WEF, ONU) le sfide che impegneranno il settore sanitario nei prossimi anni saranno molteplici.

Dal lato della domanda, vediamo come il crescente cambio demografico che vede un progressivo invecchiamento della popolazione mondiale determina la crescente richiesta di servizi e prestazioni rivolte a quella fascia di età anziana sempre più centrale. Nel contempo si delinea come le malattie stiano progressivamente diventando più resistenti nei confronti delle cure odierne, che determina la necessità di un cambio di paradigma negli approcci di cura.

Per quanto concerne l'offerta, vediamo come la crescita degli utenti e la progressiva perdita di competitività a fronte di un numero crescente di prestazioni da erogare, necessita di un ripensamento del ruolo delle strutture sanitarie, soffermandosi nel ripensamento del ruolo stesso che gli operatori sanitari rivestono sull'interno delle organizzazioni.

Ciò determina la necessità da parte dei processi di cambiamento organizzativo di focalizzarsi sulle due leve chiave delle organizzazioni, ovvero strutture e capitale umano, generando una rimodulazione multilivello.

Queste sfide sono accompagnate con la progressiva trasformazione digitale, che delinea come la loro applicazione siano sempre più pervasive all'interno del settore sanitari. Non è un caso che negli ultimi anni sono incrementate le applicazioni digitali da vari punti di vista, determinando

un approccio rivolto alla gestione di questo cambiamento.

Lo stesso legislatore ha recepito tali trasformazioni digitali, portando cambiamenti in tal senso, come lo sviluppo del cosiddetto fascicolo elettronico sanitario, che segna il preludio alla più complesso riassetto della sanità nazionale verso una progressiva digitalizzazione.

Tale digitalizzazione è stata accompagnata dalla declinazione di varie tecnologie e soluzioni a supporto di tale trasformazione. Temi come la telemedicina, cloud, robotica e altri stanno accelerando tale sviluppo, segnando la generazione di nuovi approcci integrativi tra le stesse.

Cruciale in tale cambiamento è l'adozione all'interno delle strutture sanitarie dell'intelligenza artificiale, questa può essere per tanto intesa come la chiave di volta per la più complessa digitalizzazione.

Questa per tanto segna una trasformazione sistematica dei processi organizzativi e il ripensamento stesso dei servizi erogati. Segnalando come si potrà identificare un prima e un dopo, delineando come tale tecnologia sarà definita disruptive per il complesso settore.

La letteratura si è interrogata su quelli che saranno i principali punti di applicazione di tale tecnologia all'interno del settore sanitario. Ciò determina la necessità di mappare il settore stesso e comprendere il quadro dove tale tecnologia si stia sviluppando.

L'analisi riportata all'interno di questo capitolo è quella di ricostruire in maniera puntuale il macrocontesto applicativo, definendo quelli che potranno essere gli elementi cardine su cui l'IA andrà ad impattare nella sua progressiva applicazione.

Ciò determina la necessità di comprendere in maniera sistemica il macrocontesto di riferimento, fornendo una ricostruzione in grado di fornire una comprensione del contesto su cui poggia questo processo di riforma digitale.

2. Le sfide del settore sanitario

L'evoluzione intercorsa a partire dagli anni 2000 ha determinato una progressiva ricalibrazione di quelle che sono le strutture sanitarie all'interno del contesto nazionale e globale. A livello nazionale, si è assistita alla progressiva aziendalizzazione delle strutture, determinando uno sviluppo incrementale delle logiche di performance e operative tipiche delle aziende operanti nel settore privato.

Tale tendenza ha determinato la progressiva rimodulazione del ruolo della sanità all'interno del contesto nazionale, determinando una progressiva crescita di strutture private e una riconcettualizzazione delle prestazioni fornite all'interno del settore. Determinando lo sviluppo di logiche competitive tipiche degli approcci di riforma intercorsi all'interno del settore pubblico a partire dagli anni 80 mediante lo sviluppo del new public management (Rhodes 1996, Bryson et al 2014), che ha visto un'apertura rilevante alle logiche manageriali e di competizione.

Questo sviluppo si è determinato nel contempo il riassetto dei ruoli all'interno delle strutture, enfatizzando politiche manageriali e approcci orientati ad approcci funzionali, indirizzando una parcellizzazione delle prestazioni (Hunter 1996).

Sempre sul territorio nazionale si è poi qualificato il riassetto delle competenze di erogazione delle prestazioni tra stato e regioni. La riforma costituzionale inerente al titolo

V ha determinato una riforma sostanziale sul ruolo rivestito dai player pubblici, determinando in questo processo anche la rimodulazione delle prestazioni sanitarie.

Ciò ha determinato un progressivamente decentramento del ruolo dello stato a favore delle regioni sul tema delle prestazioni sanitarie, determinando lo sviluppo di processi definiti a doppia velocità.

Tale tendenza ha determinato pertanto situazioni di ritardo sistemico all'interno di quelle regioni più arretrate all'interno del contesto nazionale. Determinando processi disfunzionali legati all'evoluzione di tale fenomeno.

Ciò ha portato a fenomeni di deficienza operativa, determinando criticità in termini di efficacia ed efficienza, tipici di approcci manageriali non sviluppati.

Si evidenziano poi quelle che sono le principali sfide che caratterizzano invece in maniera significativa globalmente le strutture sanitarie.

All'interno dello sviluppo tecnologico intercorso all'interno degli ultimi decenni, si sta progressivamente declinando la necessità di ridefinire le strutture organizzative con il fine di includere i processi di cambiamento che queste hanno determinato.

Come evidenziato dalla letteratura, lo sviluppo dei processi di trasformazione digitale determinano un forte processo di riassetto organizzativo (Vial 2021). Sia in termini di mutazioni sistemiche nei confronti delle organizzazioni stesse, sia determinando processi di ridisegno dei processi operativi.

Ciò determina che con il progressivo sviluppo delle soluzioni tecnologiche, prima con l'applicazione sistemica dell'informatica e poi con strumenti avanzati come IA, robotica e IoT, si determina un progressivo cambio di paradigma organizzativo (Chamola et al 2020).

Sottolineando con tali processi di digitalizzazione abbiano apportato profondi mutamenti nei vari contesti di applicazione, traslando una progressiva rimodulazione dei processi strategici e organizzativi.

La definizione di tali mutamenti determinati da questo sviluppo tecnologico l'insorgenza di nuove sfide, come la capacità da parte delle organizzazioni di inglobare in maniera simmetrica tali mutamenti. Segnalando la progressiva ricalibrazione dei processi organico-operativi. Ciò determina il ripensamento stesso degli approcci organici

(Schwarz Müller et al 2018), determinando uno sviluppo rivolto ad approcci di tipo orizzontale rispetto a processi di tipo verticale.

In tal senso si sostanzia la tendenza di favorire processi interdisciplinari all'interno degli ambienti operativi, favorendo approcci rivolti a favorire interscambi di conoscenza tra le strutture organiche.

Tale tendenza è particolarmente favorita all'interno del contesto delle strutture sanitarie. In quanto i processi di rimodulazione dei processi ha determinato l'insorgenza di ridefinire in maniera sistemica la definizione di nuovi approcci.

Tale quadro sta subendo una forte mutazione soprattutto con lo sviluppo delle nuove tecnologie, che possono incidere in maniera significativa nel ricalibrare gli approcci interni. Ciò necessita pertanto di una riqualifica degli approcci strategici definiti dalle stesse.

Tale cambio strategico è sottolineato dallo stesso PNRR, che definisce al suo interno la rimodulazione delle strategie digitali, con il fine di integrare le nuove tecnologie all'interno del complesso sistema sanitario nazionale (Falivena e Ranalli 2020). Ciò determina uno sviluppo significativo di nuovi approcci all'interno del contesto nazionale e il ripensamento delle metodologie di gestione dei processi e pianificazione organica.

Questo processo di digitalizzazione si inserisce nel più complesso quadro di risposta a quella che è la principale sfida del settore sanitario all'interno dei paesi occidentali. Ovvero l'insorgenza di processi demografici rivolti al progressivo invecchiamento della popolazione.

Come sottolineato dalle principali organizzazioni mondiali e regionali (OCSE, ONU e EU), si evidenzia come le proiezioni evidenziano un progressivo invecchiamento della popolazione da parte dei paesi definiti sviluppati. Tale incidenza demografica determina un progressivo ripensamento del ruolo delle strutture con il fine di rispondere al meglio a tali esigenze.

Con l'invecchiamento costante delle popolazioni, si sta constatando un

progressivo allargamento della necessità d'incrementare le risorse rivolte alla sanità, che corrisponde all'allargamento della domanda da parte dei cittadini di usufruire di prestazioni di carattere sanitario (Felder 2013, Commissione Europea 2020).

Come evidenziato dalle stesse proiezioni fornite dagli organi nazionali, con il progressivo invecchiamento della popolazione la spesa erogata nei confronti del mantenimento della sanità pubblica determinerà una progressiva ricalibrazione del bilancio statale nei confronti di questa voce di bilancio. Ciò determina che con l'allargamento della domanda da parte dei cittadini, la stessa offerta subirà delle forti mutazioni in risposta a questa.

Determinando un ripensamento nella gestione dei servizi, allargando quelli che sono processi di razionalizzazione di gestione delle risorse, enfatizzando un allargamento delle misure di efficientamento per rispondere all'allargamento della domanda. Tale rimodulazione strategica, sospinta dalla crescente domanda, determina ad un progressivo ripensamento di quelle che possono essere le strutture stesse.

Esempio di tale processo, è la ricalibrazione dei servizi erogati e il ripensamento della catena del valore stessa. Ciò determina la rimodulazione verso processi a lungo termine, con approcci di natura preventiva come sottolineato dalla strutturazione di approcci d'intervento scalare sul territorio.

Ciò determina come nel contesto stesso del PNRR di rimodulare l'intervento mediante la definizione delle "case della comunità". Definendo approcci rivolti alla progressiva delocalizzazione dei servizi di prevenzione e secondari verso strutture perimetrali rivolte ai cittadini. Ciò evidenzia il tentativo di potenziare un approccio sempre più rivolto a meccanismi di parcellizzazione delle prestazioni, cercando di diminuire la pressione rivolta alle strutture centrali come ospedali o policlinici.

Questi approcci sono rivolti alla ripianificazione di quelli che sono gli interessi degli stakeholder, rimodulando lo stesso apparato organizzativo e ridefinendo un approccio in grado di efficientare i processi di risposta ai bisogni.

Tale cambiamento strategico, per tanto determina una rimodulazione progressiva dei processi operativi interni al complesso sistema. Che determina uno sviluppo di nuovi approcci rivolto alla rimodulazione dei modelli organizzativi, favorendo una mutazione dei processi d'integrazione tra le strutture, favorendo una visione orizzontale.

Tale traslazione verso approcci orizzontali determina per tanto una visione rivolta allo sviluppo di approcci di collaborazione tra le differenti strutture, determinato un ripensamento dell'odierna visione verticale fortemente orientata all'interno della singola struttura.

Tale cambiamento è gestito anche in termini di ripensamento dovuto dall'insorgenza della pandemia causata dal Covid-19 (Chamola et al 2020, Jamshibi et al 2020, Piccialli et al 2021). Questa ha determinato l'evidenziazione di forti criticità in seno alle strutture sanitari, soprattutto per quanto concerne la capacità da parte dell'organizzazione di procedere di riorganizzazione strutturale repentino (Jiang e Wen, 2020; Bullock et al 2020).

Se la sfida legata al cambiamento demografico richiede un ripensamento a lungo termine dovuto alle proiezioni statistiche, la pandemia ha determinato una riorganizzazione strutturale di natura emergenziale.

Ciò ha enfatizzato i limiti presenti all'interno delle strutture e il forte ripensamento delle strutture operative e accessorie. Tale tendenza ha qualificato le mancanze interne alle strutture sia in termini di capitale umano a disposizione delle strutture nazionali, ma anche nella scarsità di mezzi a disposizione.

Tali mancanze operative hanno determinato dei forti ritardi in termini di gestione del cambiamento rivolto ad assordire l'approccio emergenziale.

Tale ritardo ha determinato una necessità di ripensamento strategico di tali strutture.

Come evidenziato dalle forti criticità di risposta, il ritardo ha determinato mancanze di approcci strategici emergenziali, evidenziando l'incapacità di inserire all'interno delle strutture sanitarie i complessi sistemi di gestione del rischio all'interno degli apparati di valutazione e gestione sia degli approcci strategici operativi che strategici. Tale approccio determina la necessità di ripensare al complesso approccio gestionale volto a massimizzare il valore realizzato.

Come evidenziato dalla letteratura, la massimizzazione delle performance sia a livello strategico che a livello operativo, richiedono una progressiva integrazione della gestione dei rischi con il fine di mitigare la dispersione del valore generato (Bracci et al 2021, Bracci et al 2020, Capaldo et al 2018, Palermo 2014). Ciò determina la sostanziale necessità di riprogrammare a valle dell'esperienza pandemica la stessa gestione operativa in seno alle strutture sanitarie.

Questa gestione per tanto determina la predisposizione di una visione integrata tra i vari strumenti gestionali e le risorse a disposizione delle strutture, evidenziando la necessità di una riforma sistemica dei processi organizzativi.

Tale ridefinizione degli spazi di gestione per tanto deve far fronte ad una pluralità di leve esogene e endogene che determinano uno sviluppo di approcci al cambiamento.

Ciò sottolinea come la tecnologia possa essere una variabile comune rivolta a supportare tali processi di riforma all'interno delle strutture sanitari, nello specifico mediante

l'integrazione di quella che è l'intelligenza artificiale all'interno dei processi organizzativi (Annarelli 2020).

Le sfide evidenziate per tanto definiscono più punti di criticità che necessitano il ripensamento e la massimizzazione delle risorse impiegate,

per tanto IA può essere evidenziata come una risposta alle molteplici leve di cambiamento.

Definendosi nel contempo una delle sfide all'interno del settore sanitario, tale cambiamento necessita della predisposizione di una razionalizzazione della stessa. Come evidenziato dalla letteratura di varie discipline sul tema, si possono evidenziare dei rischi che possono minare l'integrazione dell'IA all'interno dei processi organizzativi (Wirtz et al 2022, Zang et al 2021, Jobin et al 2019).

Sempre di più si sta diffondendo il dibattito sulle implicazioni che l'applicazione dell'IA possa avere all'interno di settori considerati sensibili. Definendo possibili criticità in vari aspetti, come le implicazioni etiche, operative e gestionali.

Ciò determina la necessità di definire chiare direttive e approcci di governance nella sua integrazione, con fine di mitigare i rischi che possono intercorrere dalla sua applicazione.

Sottolineando come il settore sanitario sia di fronte a innumerevoli sfide nell'immediato e nel prossimo futuro, e come ci sia una necessità in termini di fornire una progressiva sistematizzazione di un possibile strumento come l'IA all'interno di questo contesto.

3. Quadro organizzativo nelle strutture sanitarie

Le strutture organizzative si caratterizzano come il complesso sistema di gestione volto a indirizzare il ciclo di vita di un'organizzazione. Ciò comporta che una valorizzazione del contesto di riferimento tende a favorire una visione di sistema di più componenti chiave.

Come identificato dalla letteratura a iniziare da Mintzberg, è stato

possibile ricostruire quelli che sono gli elementi chiave che compongono e indirizzano il ciclo di vita delle

organizzazioni, permettendo a queste di ottenere e generare valore all'interno del contesto di riferimento.

Le strutture per tanto possono essere analizzate in maniera multilivello, garantendo per tanto un'approcci olistico rivolto alla sua comprensione. Questa visione incrementale permette uno scorporamento strutturale in grado di mappare in maniera sincrona la sua struttura.

Ciò evidenzia le due leve cardini su cui poggia il complesso delle organizzazioni, ovvero la sovrastruttura organizzativa e il capitale umano. Questi due elementi tendono pertanto nell'essere l'impalcatura su cui si poggiano le organizzazioni nel suo complesso sistema di gestione.

Ciò pone evidenze sulla rilevanza da parte delle organizzazioni di valorizzare mediante approcci strategici la qualificazione di questi due elementi cardine, supportando processi integrati di gestione.

Con la progressiva valorizzazione del settore sanitario, si è progressivamente evoluto l'approccio rivolto allo sviluppo di una visione di tipo aziendalistico delle organizzazioni sanitarie. Nello specifico possiamo vedere tale evidenza all'interno del contesto italiano, dove con i processi di riforma si è giunti alla realizzazione di questo paradigma come chiave che ha guidato nei decenni lo sviluppo delle strutture sanitarie nel contesto nazionale.

Questo processo di aziendalizzazione pertanto ha comportato la progressiva valorizzazione degli approcci organizzativi applicati all'interno del settore sanitario, portando alla declinazione di quelle che sono le spinte di gestione e di qualificatoria di una struttura complessa per natura.

Le strutture sanitarie si qualificano come un quadro organizzativo complesso data la natura stessa delle prestazioni e delle sfide gestionali. Questo panorama definisce come le strutture sanitarie necessitano di una

qualificazione strutturata in grado di rispondere alle peculiarità organizzative.

All'interno del contesto di riferimento si può evidenziare mediante l'analisi degli approcci di organizzazione, come si vada a definire una tendenza sistemica nella strutturazione di un approccio di tipo funzionale.

Tale tipologia di struttura organizzativa

tende a favorire una scorporazione dell'organizzazione mediante gli approcci operativi, differenziando le aree di competenza in strutture sistemiche di natura verticalizzate.

Questo sistema tende a favorire pertanto l'evidenziazione di dinamiche strutturali volti alla parcellizzazione degli approcci di generazione del valore, prediligendo approcci a silos.

Tale tendenza nel contempo sta subendo progressive modifiche mediante lo sviluppo di approcci di tipo a matrice, che tendono a favorire soluzioni in grado di rispondere alle necessità di approcci di natura orizzontale.

A questo segue una tendenza a sfruttare gli approcci funzionali tipici del settore privato, mediante la realizzazione di team che tendono a favorire gli approcci interdisciplinari in grado di massimizzare le spinte di tipo orizzontale. Tale tendenza è frutto della crescente necessità di approcci cooperativi all'interno della gestione ed erogazione di valore condiviso.

La riformulazione della catena del valore all'interno delle strutture sanitarie vede la sua riorganizzazione anche mediante i processi di digitalizzazione, che hanno favorito processi integrati di cambiamento valorizzando approcci di natura orizzontale.

Tali processi hanno inciso anche sulle attività secondarie, favorendo un processo rivolto a massimizzare approcci centrati sulla generazione del valore, supportando una valorizzazione delle attività.

Questo processo incide come evidenziato anche in maniera sistemica sul capitale umano chiamato ad essere impiegato all'interno delle strutture

sanitarie, come evidenziato dalla letteratura. Ciò comporta la valorizzazione di approcci di management tipici del settore privato, valorizzando tecniche e strumenti rivolti alla massimizzazione dell'impatto esercitato da parte del capitale umano.

Con le trasformazioni centrali che vedono un progressivo cambiamento all'interno del settore, che vede l'adozione di tecnologie innovative in maniera sistemica, sta progressivamente valorizzando lo stesso ridisegno dei ruoli.

Come evidenziato dallo stesso paradigma AMO, con il fine di valorizzare i risultati generati all'interno delle strutture, si fa sempre maggiore affidamento a processi di

cambiamento rivolti a gestire quelle che sono le variabili in fase di sviluppo (Townsend et al 2019).

Il cambio di visione dei ruoli vede una progressiva modifica delle competenze necessarie all'interno delle strutture organizzative, qualificando un ripensamento strutturato rivolto alla massimizzazione di quelle che sono le soft skill e competenze cross tra le varie aree volte a favorire gli approcci interdisciplinare (Di Vaio et al 2021, Cortellazzo et al 2019).

A queste si aggiungono le necessarie competenze in grado di gestire le tecnologie che progressivamente vengono introdotte all'interno del ciclo produttivo.

4. La trasformazione digitale: tra passato e futuro

Con il termine trasformazione digitale si va a definire quel complesso di attività rivolte alla generazione di processi di cambiamento mediante il ricorso dell'utilizzo di strumenti tecnologici di varia natura (Mergel et al 2019).

Con tale definizione si è progressivamente sviluppato l'interesse nel comprendere e definire quelli che sono gli impatti che tale incorporamento delle tecnologie possono determinare all'interno delle organizzazioni (Vial 2019, Verhoef et al 2021).

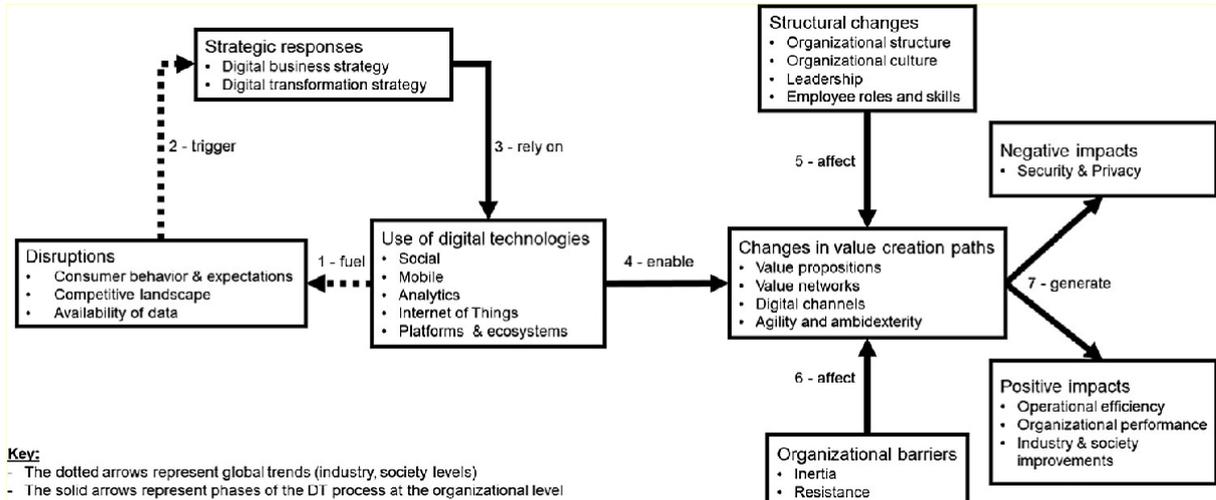


Figura 1-Ciclo della trasformazione digitale
Vial 2019

Tale processo trasformativo ha seguito una progressiva evoluzione nel corso del tempo, declinando più visioni di questo processo trasformatore. Incidendo in maniera incrementale sul rilievo che queste possono generare sullo sviluppo organizzativo (Hanelt et al 2021).

I primi processi di trasformazione digitale vengono fatti risalire con l'introduzione delle tecnologie informatiche all'interno delle organizzazioni con il fine di fornire un supporto alla gestione dei processi organizzativi (Appio et al 2021).

Tale introduzione corrisponde con la progressiva declinazione fornita da studiosi come Porter che mediante la concettualizzazione della catena del valore definiscono tali applicazioni all'interno delle attività di supporto. Ciò determina una visione rivolta a definire tali soluzioni come elementi rivolti ad efficientare i processi, garantendo per tanto un maggior grado di risposta alla dispersione delle risorse.

In questo frangente si possono identificare le applicazioni digitali come un

complesso di attività di natura secondaria, prettamente indirizzata ad automatizzare processi considerati standardizzabili mediante il ricorso di tali applicazioni.

Ciò enfatizza come una prima visione del fenomeno della digitalizzazione sia prettamente accessorio all'interno del complesso organico organizzativo, sostanziando una predisposizione all'automatizzazione dei processi (Wessel et al 2021).

Con la progressiva diffusione tecnologica che ha determinato uno sviluppo di nuovi approcci e soluzioni digitali, si è progressivamente ridefinito il concetto stesso del ruolo delle applicazioni digitali.

In tal senso con la concettualizzazione delle soluzioni ICT, che sono frutto dello sviluppo di approcci di interconnessione tra i vari dispositivi, si è progressivamente ridefinito il ruolo degli che gli strumenti digitali possono rivestire all'interno delle organizzazioni (Bannister e Connolly 2014).

Nello specifico è stato possibile identificare come tali processi di interconnessione permettano di espandere quelle che sono le applicazioni di natura operativa, permettendo per tanto di un'applicazione di tipo orizzontale di tali soluzioni digitali.

Tale approccio per tanto segna un progressivo sviluppo sistematico di tali applicazioni, permettendo di fornire una visione integrata nel complesso sistema organizzativo, in grado di estendere tali soluzioni anche nelle attività comunicative e di monitoraggio nel ciclo di vita organizzativo. Tale estensione significa per tanto una rimodulazione organica dei più complessi processi delle attività secondarie.

Lo sviluppo di tali approcci, in linea con il proseguo dell'avanzamento tecnologico legato alla trasformazione digitale, ha progressivamente ridefinito anche quelle che sono le stesse attività primarie e costituendo l'emergere di soluzioni improntate prettamente sulla trasformazione digitale.

In tal senso si è visto una rimodulazione degli stessi prodotti e servizi erogati da parte delle organizzazioni. In tal senso si è registrata un'espansione di quella serie di approcci rivolti a valorizzare le stesse applicazioni digitali come fine delle attività principali delle aziende.

Tale sviluppo significativo ha visto un progressivo incremento nel corso degli ultimi decenni, determinando una crescita della rilevanza che tali soluzioni stanno avendo all'interno delle economie globali.

All'interno del contesto pubblico l'adozione delle soluzioni digitali ha subito un'evoluzione incrementale, da prima mediante lo sviluppo di approcci di e-Government che hanno inciso in maniera sistemica nell'adozione delle applicazioni digitali all'interno dei processi (Twizeyimana et al 2019, Gil-García e Pardo 2005, Grönlund e Horan 2005).

Tale paradigma intravedeva nello sviluppo delle soluzioni digitali all'interno dell'organizzazione come un complesso sistema di efficientamento, volto a rispondere alle esigenze di rispondere alla richiesta di predisposizione dei principi di efficacia ed efficienza.

Questa mutazione scontava dei forti gap a livello gestionale, in quanto si individuavano scarsi risultati in termini di mutazione della governance per valorizzare tali soluzioni, rimanendo prettamente residuali all'interno dei processi.

Solo con la mutazione del paradigma rivolto all'applicazione di soluzioni di digital transformation, si è visto un progressivo ripensamento del ruolo rivesto dalle soluzioni

digitali, nello specifico mediante il ridisegno degli approcci di governance e di integrazione scalare all'interno dei processi organizzativi.

Tale tendenza ha pertanto favorito un riassetto organico, determinando una valorizzazione dei processi digitali verso un processo olistico, soffermando una valorizzazione a più livelli (Hanelt et al 2021).

Tale sviluppo nel più complesso settore pubblico, ha nel contempo delineato quello che è stato lo sviluppo di tali processi all'interno del settore sanitario. Questo settore per tanto ha subito degli sviluppi incrementali nell'applicazione di soluzioni digitali (Agarwal et al 2010).

Nello specifico si è registrato uno sviluppo significativo con le tecnologie emergenti, come robotica, IoT e IA (Li et al 2021, Dimitrov 2016). Ciò frutto anche della necessità di valorizzare nuovi approcci di gestione in grado di rispondere alle necessità identificate all'interno del secondo paragrafo.

In un primo momento la digitalizzazione all'interno del settore sanitario ha rivestito un ruolo prettamente rivolto a supportare quelle che sono le attività di natura amministrativa, come il supporto alla digitalizzazione documentale.

Tale primo elemento di digitalizzazione ha spinto per tanto un ridisegno delle attività amministrative, incidendo in maniera secondaria sulle attività principali fornite. Questa visione per tanto segnala un parallelismo con quanto successo con i processi di e- government all'interno del più complesso settore pubblico.

Con il progressivo sviluppo della digitalizzazione, e la necessità di rispondere alle forti criticità in termini di efficacia ed efficienza (Khin e Ho 2019), si è progressivamente sviluppata un'integrazione a più livelli all'interno del settore sanitario.

Tale processo ha subito uno sviluppo incrementale a causa della pandemia causata dall'insorgenza del Covid-19, portando una ridefinizione del ruolo rivestito dalle tecnologie all'interno del settore. Tale contesto ha determinato l'emergere della rilevanza dettata dalle tecnologie emergenti (Soto-Acosta, 2020).

Ciò ha spinto pertanto un ridisegno delle stesse attività primarie legate all'evoluzione del contesto pandemico, supportando l'emergere delle applicazioni della telemedicina e dell'intelligenza artificiale.

Questa transizione rivolta all'implementazione delle tecnologie ha determinato per tanto un riassetto delle strutture stesse, tipiche dei processi di cambiamento rivolti all'implementazione del paradigma della digital transformation. Ciò determina pertanto una valorizzazione continua della rimodulazione dei processi portando un ridisegno a più livelli (Baiyere et al 2020, Loonam et al 2018).

Con la trasformazione digitale in corso per tanto si è proceduto all'elaborazione di mutazioni interne sia in termini di gestione del lato del capitale umano sia operativo. Queste due leve possono essere definite come le principali su cui si basa l'attuale processo di digitalizzazione (AlNuaimi et al 2022, Cichosz et al 2020).

A ciò si accompagna il progressivo sviluppo di nuovi approcci gestionali delle tecnologie, rivolgendo un focus principale sulla necessità di includere le nuove tecnologie all'interno di questo processo.

Come evidenziato dalla letteratura, queste si caratterizzano per essere definite come disruptive, ovvero catalizzatori per una riformulazione globale dell'interno settore (Verhoef et al 2021, Abdel-Basset et al 2021).

Tale tendenza ha favorito pertanto l'elaborazione da parte dei vari player decisionali, la necessità di inglobare tali tecnologie in maniera sostenibile, sia in termini di risultati che di impatti che queste possono generare all'interno del settore.

Esempio di tale processo di ripianificazione vede impegnata la stessa OMS nel tentativo di fornire una visione globale del fenomeno, cercando di limitare quelli che possono essere gli eventuali impatti negativi che possono catalizzare l'adozione di tali tecnologie. Ciò segnala per tanto lo sviluppo di nuovi approcci di ricerca rivolti alla comprensione del governo delle applicazioni delle nuove tecnologie all'interno del settore sanitario.

Evidenziando come tale processo sia essenziale per la preservazione di uno dei settori che possono essere particolarmente soggetto a implicazioni negative (Savoldelli et al 2014).

Capitolo 2 IA e ospedali: il quadro corrente

1. Introduzione

Con la progressiva evoluzione tecnologica che in maniera esponenziale sta ridisegnando quelli che sono i processi applicativi, determinando un processo di rimodulazione dei processi organizzativi nel più complesso sistema organizzativo.

Come esposto nel primo capitolo di questo elaborato, la trasformazione digitale è diventato un fenomeno centrale all'interno delle organizzazioni, impattando in maniera sistemica sui cicli operativi (Vial 2019, Mergel et al 2018, Verhoef et al 2021) determinando un ripensamento globale delle stesse strutture. Ciò richiede per tanto una capacità delle organizzazioni di procedere mediante processi di gestione del cambiamento in grado di inglobare tali sviluppi tecnologici (Correani et al 2020, Matt et al 2015).

In questo quadro generale si inserisce l'intelligenza artificiale, che si può inquadrare nelle più complesse tecnologie definite disruptive, che determina un ripensamento sistemico delle strutture e di adattamenti rivolti alla sua integrazione (Pan e Zang 2021).

Tale tecnologia per tanto sottolinea una delle principali sfide in tema di ridisegno dei processi di trasformazione digitale, determinando una sua applicazione nei vari contesti operativi e settoriali.

Questa necessità è dovuta dallo stesso impatto che tale tecnologia può generare nella sua adozione, definendo sia impatti di natura operativa ma non solo. Ciò determina pertanto una visione multilivello delle sue implicazioni.

Nel contempo bisogna definire anche quelli che sono gli impatti negativi che tale applicazione può generare all'interno del contesto organizzativo e sociale (Wirtz et al 2019). Non è un caso che la letteratura di varie

discipline si sia interrogata sul tema, con il fine di comprendere come gestire quelle che possono essere le criticità ad essa legata.

In tal senso i forti dubbi in termini etici, privacy e sicurezza testimoniano la necessità di una visione critica nella sua applicazione, costituendo oltre che nelle capacità di integrazione delle tecnologie all'interno delle organizzazioni, anche la capacità di preservare dai potenziali rischi che questa può generare (Wirtz et al 2022).

In tal senso si inserisce lo sviluppo normativo intercorso all'interno dei paesi appartenenti all'unione europea, e con i sistematici dubbi evidenziati dalle principali organizzazioni mondiali e da parte di istituzioni di ricerca (UNESCO 2023, Farhud e Zokaei 2021, OECD 2021, Parlamento Europeo 2020).

Questo quadro complesso evidenzia per tanto una necessità di comprendere al meglio quelli che sono gli impatti che questa può generare nella sua adozione.

Ciò determina la necessità di evidenziare quelli che sono gli impatti che IA può generare all'interno del settore sanitario (Kraus et al 2021, Patel et al 2009), determinando l'elaborazione di un quadro complesso, che necessita di una ricostruzione sistematica. Come evidenziato dalla letteratura stessa, gli impatti che l'IA può generare all'interno di questo settore sono molteplici, nello specifico generando impatti sia di natura operativa che organizzativa.

Ciò fa sì che una ricostruzione degli impatti che questa può generare richiede pertanto una trattazione rivolta ad una progressiva sistematizzazione, rivolta all'identificazione degli sviluppi che può generare all'interno.

Per tanto questo capitolo si pone come scopo di ricostruire quelli che sono gli impatti che IA può generare all'interno del settore sanitario, ricostruendo una letteratura emergente. Questa si sta progressivamente interessando per comprendere gli impatti sia positivi che negativi che

questa può generare.

Nello specifico definendo una ricostruzione a più livelli, che genera un quadro complesso, che verte nel tentativo di definire le evoluzioni in seno alle stesse.

2. Cos'è IA e i suoi impatti

Per intelligenza artificiale si può intendere “sistemi che mostrano un comportamento intelligente analizzando l'ambiente circostante e intraprendendo azioni con un certo grado di autonomia per raggiungere obiettivi specifici” (Commissione europea, 2019). Pertanto, si può definire come un complesso sistema in grado di rispondere in maniera intelligente a degli input che gli vengono forniti, mediante una comprensione dell'ambiente, e di conseguenza giungere al risultato richiesto mediante un approccio autonomo e rivolto all'autoapprendimento (Barredo Arrieta et al 2020).

Questa capacità permette alle soluzioni IA di essere in grado di avere molti aspetti evolutivi rispetto alle tecnologie standard del settore IT e ICT, ovvero di generare mediante un flusso continuo di dati la capacità di proseguire in maniera autonomia al conseguimento di un determinato obiettivo.

Proprio questo aspetto di autonomia garantisce il grado di forte innovazione rispetto alle soluzioni classiche adottate, ovvero fornendo la capacità di rispondere con un processo autonomo al perseguimento dell'input fornito da un'utente.

Tale processo di automatizzazione del processo per giungere dall'input all'output, si differenzia dai processi utilizzati all'interno dell'informatica classica, in quanto quest'ultima prevede a priori quello che sarà il processo utilizzato per giungere al risultato finale.

Questa rimodulazione del processo permette per tanto di fornire una visione incrementale di quelli che possono essere i risultati ottenuti da parte delle

soluzioni d'intelligenza artificiale. Permettendo di avere uno sviluppo nel corso del tempo dei risultati ottenuti sia in termini di qualità che di efficienza.

Ciò permette di valorizzare in maniera sistemica il processo cardine di tale sviluppo, ovvero il deep learning (Shrestha e Mahmood 2019, Arel et al 2010), con tale procedimento per tanto intendiamo la capacità dei modelli di intelligenza artificiale di addestrarsi in maniera continuativa per giungere alla massimizzazione dei risultati attesi.

Questa capacità di apprendimento continuativo per tanto è la leva di forza che favorisce lo sviluppo e la rilevanza che tali soluzioni assumono, permettendo di simulare i processi

neuronali in grado di simulare i processi di apprendimento umano. Tale capacità di autoapprendimento per tanto genera come risultato la capacità di generare autogenerare processi autonomi e di sviluppare gli output forniti.

Ciò permette il realizzare modelli complessi in grado di automigliorarsi in maniera progressiva mediante il ricorso alla gestione di una mole di informazioni sempre più elevate. Da ciò prende estrema rilevanza il concetto di big data e approcci complessi di data analysis (Dimitrov 2016).

Il primo concerne alla capacità di immagazzinare in maniera sistemica sempre maggiori informazioni, permettendo di costituire archivi di informazioni in grado di rispondere alle necessità di sviluppare i modelli mediante il ricorso a un numero crescente di dati per l'elaborazione dei processi. Ciò è frutto dello sviluppo delle tecnologie intercorse negli ultimi decenni, in linea con la legge di Moore che definisce lo sviluppo esponenziale delle capacità d'immagazzinamento delle informazioni nel corso del tempo.

Tale sviluppo ha permesso di concettualizzare quelli che sono stati i modelli matematici forniti Simon e Newell negli anni 50, che definivano

una necessità crescente di capacità di immagazzinamento delle informazioni e di computazione per essere in grado di giungere alla realizzazione dell'IA.

Mediante lo sviluppo di tali basi di immagazzinamento si è potuti pertanto giungere al raggiungimento ai livelli necessari per permettere lo sviluppo di soluzioni di IA, determinato un primo sviluppo sistemico dei primi modelli neurali complessi.

A tale processo sistemico di immagazzinamento nel complesso si sono sviluppati quel complesso di risorse di analisi dei dati in grado di fornire una risposta necessaria alla gestione di tali informazioni, tali processi determinano per tanto la capacità di razionalizzare le informazioni immagazzinate. Tale sviluppo segue l'applicazione di principi matematici in grado di razionalizzare i processi di gestione delle fonti, permettendo di elaborare le informazioni seguendo un processo non lineare.

Quest punto è frutto dello sviluppo delle tecnologie di calcolo, che hanno permesso di realizzare calcolatori in grado di elaborare un livello sempre più elevato di processi difficili.

Questo quadro evolutivo permette di definire il processo che ha permesso di giungere a quelle che sono le moderne applicazioni di IA. Che possono differire in base alle applicazioni e agli output in grado di fornire all'utente.

All'interno del complesso quadro definitorio delle applicazioni che possono essere sviluppate mediante il ricorso dell'IA, si sono progressivamente sviluppata una tassonomia estensiva di quelli che possono essere le differenti tipologie e usi che questa può generare (Barredo Arrieta et al 2020).

Ciò ha determinato uno sviluppo estensivo delle applicazioni nei differenti settori, definendo un riassetto sistemico degli impatti che queste possono generare nei differenti campi di applicazione (Annarelli et al 2020).

Nel contempo lo sviluppo delle soluzioni di intelligenza artificiale

all'interno del complesso sistema economico sta determinando l'evidenziazione di possibili impatti negativi che possono compromettere la sua applicazione (Wirtz 2019). In tal senso si possono evidenziare rilevanti aspetti di criticità che sollecitano un progressivo interesse.

Nello specifico tali criticità sono state evidenziate all'interno dai principi definiti all'interno dei vari documenti pianificatori o d'intenti, nello specifico si possono evidenziare i principi di Asilomar e il AI act EU. Fornendo una prima ricostruzione sistematica dei potenziali rischi e fornendo delle guide per la gestione dell'implementazione dell'IA.

Principi di Asilomar
OBIETTIVO DELLA RICERCA
FINANZIAMENTO DELLA RICERCA
COLLEGAMENTI TRA POLITICA E SCIENZA
CULTURA DELLA RICERCA
EVITARE LE CORSE
SICUREZZA
TRASPARENZA IN CASO DI INSUCCESSO
TRASPARENZA DEI GIUDIZI
RESPONSABILITÀ
ALLINEAMENTO DEI VALORI
VALORI UMANI
PRIVACY PERSONALE
LIBERTÀ E PRIVACY
BENEFICI CONDIVISI
PROSPERITÀ CONDIVISA
CONTROLLO UMANO
NON-SOVVERSIONE
CORSA ALLE ARMI AI
GRADI DI PRECAUZIONE

IMPORTANZA
RISCHI
MIGLIORAMENTO PERSONALE RICORSIVO
BENE COMUNE

*Tabella 1:Principi di Asilomar
Beneficial AI 2017 for Future of life institute*

Tra le criticità principalmente annoverate all'interno del dibattito sul tema può essere annoverate le questioni etiche, queste incidono in maniera significativa per quanto concerne i risvolti che queste possono assumere (Zhang et al 2021, Farhud e Zokaei 2021, Jobin et al 2021). Nello specifico le questioni etiche sostanziano la necessità di fornire una regolazione al fine di gestire quella serie di impatti che possono determinare una gestione che possa andare in contrasto con i valori umani.

Come evidenziato da più autori di rilievo mondiale come Benanti e Floridi, l'intelligenza artificiale può assumere una deriva che può compromettere il corretto sviluppo dei valori chiave. Ciò significa un potenziale rischio per quanto concerne una visione e applicazione risolta allo sviluppo di tali soluzioni.

Oltre quelle che sono le criticità a livello etico, si possono identificare ulteriori criticità che possono generare uno sviluppo di impatti negativi all'interno dell'IA.

In tal senso forti dubbi sono stati definiti in materia di privacy, ovvero la protezione dei dati forniti da parte degli utenti e la gestione dell'identità digitali di quest'ultimi (Willems et al 2023). Come sottolineato precedentemente la capacità di procedere mediante processi automatici, richiede da parte di questi modelli di utilizzare in maniera sistematica una grande quantità di dati.

I dati che per tanto possono essere utilizzati potrebbero determinare dei rischi legati all'utilizzo di informazioni in maniera non opportuna, soffermando dubbi sulla corretta natura nell'entrare a disposizione di tali informazioni.

A tale tematica si afferma dubbi sui limiti sull'accesso delle informazioni che potrebbero per tanto costituire un pericolo in termini di preservazione delle identità e dei contenuti forniti dagli utenti. In tal senso si fa strettamente necessario lo sviluppo di regolamentazioni come avvenuto all'interno del contesto europeo.

Le implicazioni di privacy sono particolarmente evidenti all'interno di quelle applicazioni di IA rivolte al monitoraggio e tracciamento, che possono generare criticità a livello etico e di privacy.

Oltre le indubbe criticità a livello di privacy, si evidenziano criticità che possono generare impatti negativi in termini di sicurezza informatica, nello specifico evidenziando problematicità nel mappare processi che possono essere esposti a possibili attacchi.

Con lo sviluppo di processi automatizzati rivolti allo sviluppo di processi automatizzati, si possono incorrere in maniera sistemica all'incorporazione di dataset che possono contenere minacce che in grado di compromettere la tenuta del processo.

Come evidenziato dallo stesso WEF (World Economic Forum 2024), lo sviluppo di tale tecnologia può determinare un incremento rilevante di quelli che possono essere i rischi legati alla sicurezza informatica, determinando rischi legati alla possibile compromissione dell'operatività del sistema stesso. Ciò implica possibili ritardi e malfunzionamenti che possono generare ritardi operativi o interruzione dell'intera catena del valore.

Ulteriore punto di particolare rilievo in questa trattazione è la trasparenza nei processi rivolti alla generazione di dell'output da parte dei sistemi di IA. Come evidenziato dalla stessa definizione fornita dalla commissione europea, l'IA si caratterizza come un processo autonomo rivolto alla generazione di risultati.

Tale automatizzazione genera per tanto una variabilità in termini di processo rivolto alla generazione del risultato richiesto, ciò determina una

mutabilità che può provocare sviluppi non lineari all'interno dell'intera fase di gestione.

Come evidenziato in letteratura, mediante sperimentazioni condotte su più modelli di IA, si è constatato come tali modelli abbiano diverse percezioni e orientamenti di risposta in base all'auto sviluppo dello stesso (Feng et al 2023). Tale differenziazione in base ai modelli e alle informazioni utilizzate per costruire la base di modellizzazione dell'output generato, può costituire alcuni bias che causano criticità di vario genere.

Tale tendenza a distorcere le informazioni per tanto può generare falsi risultati che possono condizionare in maniera sostanziale la bontà di quest'ultimo, generando per tanto criticità molto rilevante all'interno degli output.

Nel contempo le applicazioni in settori chiave come quelli della prevenzione del rischio finanziario, in cui l'applicazione di soluzioni di IA è utilizzato in maniera elevata, ha determinato l'insorgenza di atteggiamenti distorti, sviluppando atteggiamenti inclini a sfavorire alcune categorie di soggetti a causa dell'elaborazione dei dati senza una contestualizzazione e con pregiudizi legati ai dati utilizzati.

Tale tendenza giustifica, pertanto, la necessità da parte degli utilizzatori di ponderare i dati in maniera sostanziale per supportare il corretto utilizzo delle sue applicazioni.

Nello specifico del settore sanitario la stessa OMS ha qualificato i rischi precedentemente esposti come possibili punti critici per lo sviluppo dell'IA all'interno del settore.

Specificando i risvolti positivi che tale tecnologia può generare all'interno del settore sanitari, ma nel contempo esplicitando come un'adozione non regolamentata può determinare forti problematiche legate all'incombenza di cattive pratiche.

Ciò evidenzia come tale tecnologia si costituisca per avere forti risvolti positivi all'interno del più complesso mondo di applicazione, permettendo

per tanto di creare un'evoluzione dello stesso concetto di digital transformation. Ma nel contempo le applicazioni di tali tecnologie possono comportare l'evoluzione di forti criticità che ne possono compromettere i risultati.

Ciò condiziona in maniera sistemica lo stato di sviluppo, che necessita nel prossimo futuro la necessità di sviluppare approcci di ricerca integrati e multidisciplinari in grado di gestire al meglio quelli che possono gli impatti che IA può generare nel può complesso schema di applicazione.

3. IA e settore sanitario

Con il progressivo sviluppo delle soluzioni digitali all'interno del settore sanitario, si è proceduto mediante una riformulazione sistemica del ruolo che queste rivestono. Tale mutazione ha subito continue trasformazioni in base alle tecnologie applicate, seguendo le trasformazioni tecnologiche che hanno seguito il settore privato e pubblico (Verhoef et al 202, Vial 2021) .

All'interno del settore sanitario queste applicazioni si sono sviluppate in maniera evidente con l'applicazione delle tecnologie emergenti, ovvero IoT, metaverso, robotica e IA, queste hanno condizionato un cambio di paradigma nell'ottica di riformulare le strutture, competenze e servizi all'interno del settore (Natakusumah et al 2022).

Come evidenziato all'interno del primo capitolo, la trasformazione digitale si caratterizza per essere una delle principali leve che condiziona e guida il cambiamento all'interno delle organizzazioni, gestendo e mutando lo stesso quadro organizzativo (Dengler et al 2022). Nello specifico possiamo evidenziare come le tecnologie in misura progressiva nel corso del tempo hanno inciso anche su i prodotti e servizi erogati, determinando uno sviluppo verso quella serie di servizi e prodotti che possono essere

usufruiti in maniera digitale.

Ciò ha condizionato lo stesso settore sanitario, mediante un ridisegno progressivo prima delle modalità operative e successivamente mediante lo sviluppo di nuove logiche di servizi e prodotti.

Nella prima era della digitalizzazione, ovvero quella che si accosta alle tendenze di E- Government all'interno del settore pubblico, abbiamo assistito alla digitalizzazione degli

approcci operativi, mediante l'informatizzazione di informazioni e operazioni cliniche di supporto (Gil-García e Pardo, 2005). In questo quadro si inserisce la digitalizzazione dei risultati clinici, sviluppo di sistemi elettronici di prenotazione e sistemi automatici di accreditamento. Queste operazioni hanno canalizzato pertanto lo sviluppo dei processi rivolti alla traslazione in chiave digitale delle operazioni secondarie o accessorie all'interno del quadro organico.

Tale sviluppo ha significato pertanto un primo momento di introduzione della digitalizzazione, determinando uno sviluppo che progressivamente ha inciso sulle performance delle organizzazioni, permettendo migliori soluzioni di efficienza e efficacia.

Nel contempo si è potuto registrare un secondo momento di sviluppo della trasformazione digitale all'interno del settore sanitario, ovvero lo sviluppo di applicazioni sistemiche rivolta alla massimizzazione e riformulazione degli approcci delle operazioni all'interno delle organizzazioni, mediante la realizzazione di soluzioni di servizi e prodotti digitalizzati.

Questo momento di mutazione digitale può essere identificato a due cause esogene alle strutture sanitarie, ovvero come definito mediante lo sviluppo delle tecnologie definite emergenti, caratterizzate per il forte impatto operativo, che possono mutare in maniera massiva il ciclo di vita delle organizzazioni. Nel contempo tale sviluppo delle tecnologie è stato accompagnato dallo sviluppo della pandemia causata dal Covid-19, che ha causato un ripensamento del concetto delle interazioni sia tra singoli ma

anche con le organizzazioni, causando la necessita di ripensare in modalit  distaccata dei servizi erogati (Klein e Todesco 2021, Bartsch et al 2020, Soto-Acosta 2020) .

Queste due hanno significato in maniera sistemica la rimodulazione degli approcci operativi, determinando un ripensamento strategico rivestito dalle soluzioni digitali all'interno delle organizzazioni.

Soprattutto con lo sviluppo del Covid-19 sono state integrate soluzioni evidenti di tecnologie emergenti, espio lo sviluppo di approcci di realizzazione di dispositivi medici mediante il ricorso alle stampanti 3D (Colasanti et al 2020) o l'utilizzo di approcci di IA (Piccialli et al 2021) per supportare la diagnostica di potenziali infezioni causate dall'insorgenza del virus. Queste applicazioni testimoniano in maniera parziale il progressivo sviluppo dell'applicazione delle tecnologie all'interno di un quadro complesso come quello in analisi.

Successivamente con l'incremento dell'interesse condotto da parte della collettivit  e i potenziali impatti, L'IA ha assunto un notevole rilievo nel dibattito pubblico e i potenziali rivolti all'interno del settore sanitario. Ci  ha condizionato un progressivo sviluppo dell'interesse posto sulle possibili applicazioni all'interno delle organizzazioni e i possibili impatti che questa genera (Di Vaio et al 2020).

Nello specifico possiamo osservare due possibili output che tale soluzione digitale pu  rivestire all'interno delle strutture sanitarie, nello specifico gli impatti rivolti alle fasi di diagnostica e supporto al ciclo delle attivit  primarie (Lee et al 2020). Nel contempo evidenzia una notevole rilevanza e applicazione rivolta al supporto delle attivit  secondarie, permettendo una progressiva automatizzazione, garantendo migliori performance in termini di efficienza e efficacia (Bini 2018).

Possiamo osservare come questa duplice tensione rivolta all'integrazione di approcci dell'IA all'interno del settore, intravede l'applicazione sistemica di due macro-tipologie che supportano i processi di generazione

di valore.

Ovvero si definiscono nel caso delle soluzioni che incidono sulle attività primarie, quelle soluzioni di IA che si inseriscono nell'insieme delle attività di tracking, ovvero soluzioni rivolte allo sviluppo di un dataset complesso di immagini, audio e dati in grado di riconoscere eventuali similitudini nel campione analizzato (Sun et al 2020).

Tale modalità di riconoscimento per tanto utilizza processi complessi per effettuare screening all'interno di input di tipo medico, sfruttando il dataset per riconoscere eventuali anomalie che possono coincidere con eventuali patologie cliniche. Tale utilizzo si affianca pertanto al ruolo del medico per supportarne l'eventuale identificazione di patologie.

Queste attività incidono per tanto per fornire una valorizzazione delle attività compiute all'interno del ciclo di erogazione delle prestazioni prevalenti all'interno del settore sanitario. Inserendosi come strumento di supporto nelle fasi di evidenziazione delle patologie, supportando un'identificazione anticipata della malattia.

Secondariamente le applicazioni utilizzate all'interno delle attività primarie sono anche quelle soluzioni di IA debole (Schwalbe e Wahl 2020). Ovvero si definiscono così quelle soluzioni che hanno un minor grado di autonomia e autogenerazione di output in maniera indipendente.

In tal senso si inseriscono quel complesso di strumenti utili all'interno della fase di diagnostica, ovvero quegli strumenti come chat bot, che interfacciandosi con gli utenti forniscono un primo triage della malattia, fornendo informazioni utili agli operatori per effettuare le prime valutazioni di diagnostica.

Questi permettono di perimetrare i possibili sintomi esposti da un paziente e fornire una valutazione con un range di accuratezza, in grado di massimizzare i successivi interventi da parte degli operatori, accelerando in parte anche la componente burocratica.

Proprio sulla fase burocratica si concentra la massimizzazione

dell'efficienza per quanto concerne quelle attività secondarie, cercando di automatizzare quelle che possono essere attività considerate di routine. Questo permette di autogenerare e automatizzare le procedure legate agli adempimenti previsti per legge e supportare mediante un minor livello di lavoro nei confronti degli operatori stessi.

Nel contempo tali applicazioni all'interno di questo settore, ha generato un elevato dibattito all'interno della stessa organizzazione mondiale della sanità per quanto concerne i possibili impatti negativi generati da tali applicazioni.

Come evidenziato dalle linee guida fornite dall'OMS si può evincere come l'applicazione di tali soluzioni di IA all'interno di un settore particolarmente sensibile come quello sanitario, possa generare criticità legate a tematiche già evidenziate all'interno degli impatti negativi dell'IA generare (OMS 2022). Ovvero tematiche come Etica, privacy e sicurezza, possono essere centrali per il dibattito per l'utilizzo di tali soluzioni all'interno del settore sanitario, evidenziando come possono generare ritardi per la salute degli stessi pazienti.

Come definito da più sperimentazioni, l'applicazione sistemica di approcci IA per il supporto della diagnostica, possano determinare potenziali bias che determina falsi positivi o errori di identificazione. Ciò determina pertanto la necessità da parte degli operatori di affiancarsi a quelle che sono le valutazioni fornite dall'IA, diventando un supporto piuttosto che una sostituzione nei processi di identificazione delle patologie.

Tali evidenze sono evidenti anche nei processi di generazione delle cure nei confronti dei pazienti, preferendo approcci che tendono a efficientare i processi di cura, svantaggiando approcci più equilibrati, che tendenzialmente possono minare lo stesso processo.

Queste evidenze definiscono pertanto come le soluzioni di IA all'interno del settore sanitario, sono in questo momento soluzioni ottimali in termini

di supporto alle attività cliniche, pur avendo delle criticità evidenti all'interno dei processi complessi, rivolti alla generazione autonoma di processi di cura. Questo evidenzia possibili fragilità che possono compromettere la sua applicazione sistemica all'interno del settore.

4. IA e strutture organizzative: riformulazione del quadro organico

Con la progressiva trasformazione digitale che intercorre all'interno delle strutture sanitarie, con l'accentuarsi di questo processo mediante il ricorso a soluzioni di IA applicate. I processi organizzativi stanno subendo delle forti modifiche in termini di riallineamento rivolti ad includere quelle che sono le trasformazioni, determinando un complesso processo di cambiamento (Barredo Arrieta et al 2020).

Questo processo di cambiamento impatta in maniera significativa tutte quelle che sono le componenti delle strutture sanitarie, sia in termini di riallineamento delle necessità organiche sia i processi organizzativi.

Tali processi supportano pertanto un quadro di rimodulazione strategica, rivolta a favorire un'integrazione delle soluzioni di IA, rivolte a massimizzare quelli che sono gli impatti positivi e minimizzare quelli negativi.

Ciò definisce che una rimodulazione debba interessare una scorporazione dei livelli di analisi, così da favorire un processo comprensione di quelli che sono le trasformazioni

che caratterizzano tale processo di ridisegno della struttura organizzativa. (Makridakis et al 2017)

Tale scorporazione pertanto permette di fornire una comprensione del fenomeno dai vari punti di vista della struttura organizzativa, sostanziando una ricostruzione sistemica dei processi e dei temi che caratterizzeranno

l'evoluzione futura delle strutture organizzative nel settore.

4.1 La riformulazione dei modelli organizzativi: da verticali a orizzontali

Con il processo di cambiamento che intercorre all'interno delle strutture sanitarie, frutto dell'integrazione delle soluzioni di IA, si sta sviluppando cambiamenti sistematici sulla visione organizzativa.

Tali cambiamenti influenzano in maniera significativa quelle che sono le modalità di interazione e di strutturazione della distribuzione dei compiti all'interno delle stesse. Nel contempo tali approcci condizionano le stesse interazioni tra strutture sanitarie differenti.

Per quanto concerne le dinamiche interne alle singole organizzazioni sanitarie, vediamo un cambiamento di paradigma delle strutture organizzative, evidenziando nuovi bisogni organizzativi, determinando la necessità di riformulare la distribuzione e le interazioni tra le linee funzionali.

All'interno degli approcci classici possiamo evidenziare come le strutture sanitarie tendono a strutturarsi in maniera funzionale, ovvero procedere mediante un rapporto di natura di distribuzione basato sulle funzioni.

Ciò evidenzia come lo schema classico a funzione, favorisce una scorporazione delle aree operative, favorendo un forte grado di specializzazione, in base alle competenze e l'erogazione dei servizi. Tale settorializzazione permette di valorizzare quelle che sono le attività principali nella catena del valore.

Ricostruendo pertanto un approccio verticalizzato, mediante la strutturazione in aree specializzate all'erogazione di prestazioni fortemente concentriche. Tale approccio è evidenziato all'interno degli schemi dei reparti che tendono a favorire un elevato grado di

verticalizzazione e specializzazione.

Grado di risposta tende a favorire uno schema a risalita delle responsabilità, sfavorendo un'apertura sistemica nei confronti di quelle che potrebbero essere le interazioni con altre linee funzionali. Eccezion fatta per la necessità da parte della linea funzionale di interagire con altre linee per rispondere a quelli che sono i bisogni e domande evidenziate all'interno della massimizzazione del valore.

Tali interazioni possono essere identificate come limitate e rivolte a perdurare un tempo limitato, sciogliendosi una volta conclusa la generazione del valore.

Ulteriore elemento di raccordo tra le linee funzionali può essere evidenziato dalla sussistenza di attività di natura secondaria che possono essere unificate, esempio di tale processo è il raccordo per quanto concerne la componente amministrativa rivolta a integrarsi per ogni funzione.

Tale schema rafforza pertanto una visione fortemente orientata a rispondere a processi di verticalizzazione della risposta e distribuzione del valore, sfavorendo dinamiche orizzontali rivolte a distribuire valore anche ad altre linee.

Con lo sviluppo di processi di cambiamento, rivolto ad efficientare quelli che sono i processi di generare valore, si è progressivamente applicato una trasformazione rivolta a supportare processi di natura matriciale e di integrazione di approcci a team.

Tale metodologia programmatica è rivolta pertanto a permettere un allargamento orizzontale dei processi, volto a sopperire alle mancanze di un processo a silos nella generazione del valore.

Ciò permette di costituire approcci di generazione del valore mediante un interscambio di conoscenza e di approcci. Costituendo un paradigma rivolto all'amplificazione del valore generabile dalle singole aree funzionali.

Tale processo si sviluppa antecedentemente allo stesso sviluppo delle tecnologie o applicazione delle soluzioni di IA all'interno delle strutture.

Con lo sviluppo di approcci di IA, tale processo trasformativo è enfatizzato dalla necessità di coordinare in maniera sistemica e coordinata più livelli di gestione, permettendo di sopperire a potenziali mancanze da parte di approcci verticali.

Ciò fa sì che IA possa essere un facilitatore all'interno dei processi di cambiamento organizzativo all'interno delle strutture sanitari. Permettendo di amplificare collaborazioni e approcci integrati tra diverse aree funzionali.

Tale supporto può favorire pertanto un facilitamento dei processi di generazione di valore, permettendo di efficientare processi di sinergia, supportando un approccio ad integrazione e massimizzazione dei cicli di valore.

Tale coordinazione, permette pertanto di costituire un approccio enfatizzato e facilitato rivolto allo sviluppo di soluzioni integrative di tipologia orizzontale. Favorendo l'integrazione di approcci di governo condiviso.

Ciò supporta la sfumatura di processi decisionali scalari, supportando un orientamento a catena, rivolto al supporto della generazione del valore.

Nel contempo l'integrazione dell'IA all'interno delle strutture sanitarie tende a favorire uno sviluppo all'interno dei processi di coordinamento, attività in grado di favorire applicazioni di strumenti automatici rivolti alla massimizzazione di quelle che sono le attività di accountability, favorendo pertanto un efficientamento delle operazioni di gestione e di valorizzazione degli stessi processi di governo.

Tale sviluppo determina un ridisegnamento dei processi anche in termini di riprogettazione di quelle che sono le figure professionali, mediante la definizione di nuove competenze sistemiche in grado di favorire i processi.

Ciò permette una definizione di competenze in grado di favorire un orientamento aperto a metabolizzare i cambiamenti dettati dall'IA, supportando la capacità integrativa all'interno delle nuove strutture organizzative.

Tale processo permette di riqualificare competenze acquisite, ricalibrandone i processi di profilazione delle attività correnti, massimizzando l'efficienza all'interno del ciclo di generazione del valore.

La ricalibrazione verso un'integrazione di tipo orizzontale spinge alla progressiva ricalibrazione delle stesse strutture nel suo complesso, adottando approcci di tipo orizzontale all'interno dei processi che coinvolgono differenti strutture.

Tale procedura tende a favorire pertanto approcci condivisi tra i vari player che costituiscono il settore sanitario. Favorendo un interscambio di approcci e operazioni, determinando una spinta alla massimizzazione del valore generato.

Tale scambio è sospinto dalla stessa visione integrata, che vede nella catena del valore spingere un maggior grado di apertura, orientando una co partecipazione nella generazione di risultati condivisi.

In tal senso possiamo identificare quanto si intravede con l'apertura ai cicli di co produzione all'interno del ciclo operativo, vedendo un'apertura rivolta a orizzontalizzare i processi mediante l'identificazione della co partecipazione dei vari stakeholder.

Tale apertura è stata enfatizzata con lo sviluppo delle soluzioni di trasformazione digitale, aprendo a processi di co produzione rivolti a inglobare l'interscambio di valore tra i vari agenti. Tale tendenza è stata enfatizzata dalla stessa letteratura, soprattutto con lo sviluppo di strumenti digitali che aumentano gli spazi di interazione tra le varie componenti dei cicli di produzione del valore.

Con lo sviluppo delle applicazioni di IA si vede uno sviluppo delle dinamiche di apertura degli approcci di tipo orizzontale, permettendo

come nel caso che verrà esposto all'interno del terzo capitolo, dell'apertura alla generazione di valore mediante la partecipazione di agenti esterni rivolti a supportare lo sviluppo di soluzioni a forte impatto.

Tale sviluppo genera pertanto una leva sincrona del valore, spingendo alla massimizzazione di interscambi conoscitivi e di processi in grado di ridisegnare i processi operativi.

La spinta integrativa permette di sviluppare anche quelli che sono i canali informativi, mediante l'utilizzo di tecnologie comuni di supporto, che mediante lo scambio implicito o esplicito, possono supportare uno scambio di dati rilevanti nella generazione di valore.

Ciò permette di favorire un flusso sistemico di conoscenza, che determina il supporto i processi di risposta alle domande da parte di chi necessita di servizi, supportando l'ottenimento di maggiori approcci di estensione della catena del valore.

4. 2 L'evoluzione delle figure professionali

Il progressivo ridisegno dei processi mediante il ricorso all'integrazione di soluzioni di IA all'interno delle strutture sanitarie, sta progressivamente determinando impatti a più livelli sul quadro organizzativo. Se in parte si può definire tale cambiamento mediante la trasformazione organizzativa mediante il ricorso ad approcci di tipo orizzontale.

All'interno delle organizzazioni le mutazioni possono essere identificate anche a livello micro, ovvero identificando i cambiamenti sul capitale umano. Ciò necessita, pertanto, l'investigazione di quelli che sono i cambiamenti in termini di ridisegno delle competenze e attività in seno ai singoli.

Come evidenziato all'interno della teoria AMO (Keith et al 2019), per

permettere a chi riveste un ruolo all'interno dell'organizzazione devono essere identificati requisiti essenziali per permettere di ottenere dei livelli di performance essenziali in base alle richieste.

Ciò identifica che le abilità possedute dai singoli siano rilevanti all'interno del ciclo delle performance, facendo sì che gli individui siano in grado di svolgere le funzioni richieste in linea con gli standard attesi.

Tale rilevanza delle abilità necessarie, sottolinea pertanto uno sviluppo essenziale, che necessita di massimizzare il ricorso ad attività di formazione in grado di acquisire quelle skill che possono permettere l'ottenimento di risultati in linea.

Con lo sviluppo delle tecnologie all'interno dei contesti organizzativi, si è progressivamente accentuata tale esigenza di procedere con un ridisegno delle competenze, in grado di ottenere risultati elevanti.

Questi processi di digitalizzazione pertanto incidono in maniera significativa all'interno della vita organizzativa, dettando uno sviluppo sincrono per quanto concerne i processi organizzativi e le abilità richieste.

Con i processi d'integrazione dell'IA questo paradigma è accentuato data il notevole impatto che questa genera nel ridisegno delle competenze e dei processi (Liu et al 2020). Ciò fa sì che chi riveste un ruolo all'interno delle organizzazioni sia in grado di gestire tale mutazione tecnologica sfruttandone gli aspetti potenziali.

Sottolineando pertanto un accordo con la letteratura che vede nella necessità di sviluppare approcci significativi in termini di riqualificazione per quanto concerne la capacità di sviluppare approcci d'integrazione delle tecnologie a più livelli organizzativi (Obschonka et al 2020). Tale tendenza sottolinea pertanto uno sviluppo in grado di massimizzare quelli che sono processi orientati allo sviluppo di capacità significative.

Tale processo indica come le competenze di carattere tecnologico si identificano come sempre più prevalenti all'interno dei processi di generazione del lavoro dei singoli. Ciò richiede pertanto da parte delle

organizzazioni di riqualificare mediante processi strategici le capacità di sviluppare e orientare competenze di natura tecnologica.

All'interno del contesto sanitario tale tendenza subisce particolare rilievo, dati i forti impatti che le tecnologie possono generare all'interno dei processi, giustificando un processo di riallineamento significativo.

Tale tendenza è evidenziata anche dallo sviluppo della formazione erogata da parte degli stessi ambienti accademici, che sottolineano lo sviluppo di nuove figure professionali o l'evidenziazione di nuove competenze, in grado di accogliere tale cambiamento.

Questa mutazione comporta pertanto l'evidenziazione di nuove job description che fanno sempre più riferimento alla necessità di essere in possesso di competenze sempre più elevate nella gestione delle tecnologie all'interno dei processi operativi (Jaiswal et al 2022).

Lo sviluppo dell'intelligenza artificiale sottolinea pertanto una progressiva automatizzazione dei processi, sottolineando una tendenza da parte degli operatori nel procedere nella massimizzazione delle operazioni ad alto impatto che non possono essere completamente automatizzati.

Nel contempo si sottolinea la necessità di identificare competenze in grado di collaborare in maniera sincrona con IA, ovvero come identificato all'interno di questo elaborato, queste soluzioni possono generare dei falsi positivi o generare impatti negativi. Ciò determina che lo sviluppo di competenze significative devono essere predisposti nella comprensione dei risultati forniti e collaborare con tali applicazioni.

Tali risultati come sottolineati devono essere pertanto gestiti e controllati dall'operatore, richiedendo un complesso processo di controllo e gestione dei flussi di processo, determinando una capacità di collaborazione e di interazione.

Questo grado di comprensione identifica lo sviluppo di comprensione dei dati e di supporto dei processi, ciò è particolarmente rilevante all'interno delle soluzioni di IA definite generative, ovvero che si sviluppano

all'interno dei complessi processi di comprensione incrementale dei risultati generati.

Ciò fa sì che gli stessi operatori diventano elemento essenziale nella fase di addestramento dei modelli di IA, supportando lo sviluppo di processi neurali in grado di rispondere alle esigenze e l'ottenimento di risultati ottimali.

Con il fine di sviluppare tale processo, si identifica la necessità di avere competenze multidisciplinari in grado di supportare nel complesso di processi tecnologici e di specializzazione settoriale dell'applicazione. Tale prospettiva genera figure professionali sempre più complesse, in grado di supportare uno sviluppo di due cicli di conoscenza (Ernst et al 2022).

A questo segue la capacità da parte degli utenti di sviluppare approcci di comprensione della definizione degli input, ovvero l'identificazione di quelli che possono potenzialmente segnalare l'ingresso per l'attivazione dei processi di IA, permettendo allo strumento di identificare in maniera efficiente l'output richiesto. Questo aspetto permette pertanto di costituire una sinergia tra utente e macchina in grado di sviluppare al meglio i processi di integrazione delle soluzioni di IA.

4.2.1 Il rilievo dell'interdisciplinarietà: nuova frontiera

Come evidenziato all'interno di questo paradigma si può osservare un processo sistemico di trasformazione, volto a canalizzare un cambiamento rivolto all'introduzione di quelli che sono i processi di trasformazione digitale. Tale processo è enfatizzato dallo sviluppo delle soluzioni di IA, applicati all'interno del settore sanitario (Bernard et al 2006).

Tale trasformazione incide in maniera caratterizzante per quanto concerne il paradigma gestionale, determinando il progressivo di applicazioni di sistemi organizzativi di tipo matriciale, favorendo un progressivo superamento della visione di natura funzionale.

Nel contempo si sta progressivamente assistendo alla modifica di quelle che sono le competenze essenziali possedute dal capitale umano impiegato all'interno del ciclo di generazione del valore.

Tale duplice leva di trasformazione, sta progressivamente spingendo verso la riqualificazione dei ruoli impiegati all'interno della generazione del valore, spingendo in maniera significativa al ripensamento delle modalità operativa.

Ciò determina con la trasformazione digitale mediante lo sviluppo delle applicazioni di IA all'interno dei cicli di attività, si stia progressivamente sottolineando la complessità delle attività stesse, determinando lo sviluppo di nuovi approcci funzionali (Chubb et al 2022).

Ciò determina lo sviluppo di nuove componenti di interazioni tra differenti discipline di conoscenza, sviluppando approcci sempre più orientati all'interdisciplinarietà. Ciò favorisce pertanto un approccio rivolto all'ottenimento di processi complessi in grado di massimizzare i risultati sfruttando più leve del sapere.

Tale tendenza è favorita dallo sviluppo di soluzioni gestionali rivolto alla costituzione di team specializzati, ciò determina che tale ripartizione degli schemi di lavoro favorisca l'interazione tra vari professionisti e ruoli di estrazione operativa differente.

Ciò fa sì che all'interno di tale metodologia operativa possono svilupparsi cicli di conoscenza interdisciplinare, in grado di focalizzarsi in maniera sistemica all'ottenimento dei risultati operativi. Ciò garantisce migliori flussi di lavoro, basati su approcci di collaborazione, nel contempo mitigando possibili inefficienze date dalla verticalizzazione e puntando sull'efficientamento delle risorse.

Nel contempo ciò sottolineano lo sviluppo di potenziali criticità in seno alla gestione di tali team data la forte differenza in termini di risorse chiamate ad essere gestite, ciò richiede lo sviluppo di figure orientate alla gestione ottimale di tali flussi di lavoro. Ciò viene sottolineato dalla stessa

letteratura sul tema dello sviluppo del ruolo rivestito dai project manager, che vede un'enfaticizzazione sulle capacità di sviluppare approcci di gestione multidisciplinari (Mabry et al 2008).

Tale tendenza è sottolineata nel contempo nello sviluppo di professionisti aperti allo sviluppo di skill riferite sia ad aspetti più clinici e nel contempo specializzati sul versante delle tecnologie, come sottolineato dallo stesso accordo sviluppato tra Politecnico di Milano e Humanitas University, che vede lo sviluppo di cicli di doppia laurea orientati a creare sinergie tra componente sanitaria e ingegneristica.

Ciò delinea la necessità di un cambiamento sistemico rivolto a inglobare quelli che possono essere approcci multidisciplinari, sottolineando la rilevanza che le tecnologie emergenti, come l'IA, possono incidere in questo processo di mutamento delle necessità gestionali.

5. L'impatto dell'IA all'interno della catena del valore

Con la progressiva trasformazione digitale che impatta all'interno dei cicli operativi delle organizzazioni, si sta definendo il progressivo ripensamento di quelli che sono i processi operativi rivolti alla generazione del valore. Tale tendenza trasformativa è accentuata dallo sviluppo delle soluzioni di IA, che stanno determinando un progressivo ripensamento a livello globale di quelli che sono le catene del valore.

Tale cambiamento, sta progressivamente mutando anche quelle che sono le catene del valore all'interno dei processi organizzativi all'interno del contesto sanitario, determinando degli sviluppi significativi sia all'interno delle attività primarie e secondarie.

Questo sviluppo imperversa mediante un ridisegno delle metodologie di

sviluppo dei servizi, includendo maggiore enfasi nella capacità delle tecnologie di generare maggiore valore mediante la sua applicazione.

Nel corso del tempo la letteratura ha definito come la tecnologia può supportare una trasformazione dei cicli operativi, determinando uno sviluppo significativo in termini di efficientamento.

Ciò conduce alla necessità di comprendere quelli che potranno essere gli impatti significativi che l'IA svilupperà in tali processi.

L'obiettivo dei paragrafi sottostanti sarà quello in accordo con la catena del valore fornita da Porter, di investigare quelli che sono le trasformazioni che IA genera all'interno di questa. Fornendo una ricostruzione sistematica degli impatti sia su quelle che sono le attività primarie che sulle secondarie.

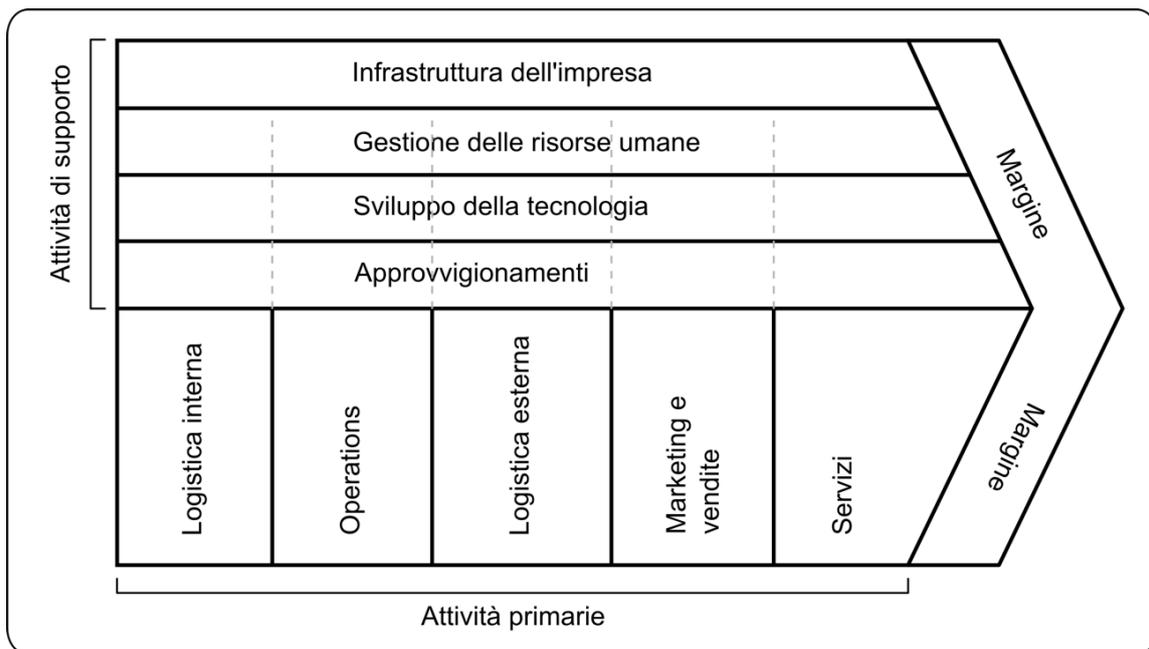


Figura 2 - Catena del valore Porter, 1985

5.1 Impatto dell'IA nelle attività primarie

Come definisce la catena del valore definita da Porter nel 1985, si possono distinguere le attività all'interno del ciclo di vita delle organizzazioni tra primarie e secondarie. Con tale categorizzazione si va a definire l'impatto diretto o indiretto rivolto alla generazione del valore utile alla generazione del margine aggiuntivo.

Questa ripartizione permette di fornire pertanto una ripartizione in base al contributo netto nello sviluppo del bene o servizio fornito dall'organizzazione. Questo determina una rilevanza delle attività nell'incidere in maniera diretta allo sviluppo del margine di valore generato all'interno del complesso sistema organizzativo.

Ciò permette di identificare le attività primarie come quella serie di prestazioni rivolte ad incidere in maniera concreta sulla produzione e generazione dei servizi o beni. Ciò condiziona pertanto lo sviluppo del valore generato all'interno delle attività che condizionano l'intercorrenza dalle fasi di input a quelle di output/outcome.

All'interno dei processi di sviluppo di digital transformation, tali attività hanno subito una significativa rimodulazione, nello specifico ridisegnando in maniera evidente beni e servizi.

Nello specifico possiamo evidenziare come all'interno del settore sanitario tale trasformazione ha condizionato il ripensamento dell'erogazione delle prestazioni e la massimizzazione del valore generato.

Esempio di tale processo di riforma è la progressiva adozione di strumenti di telemedicina che possono favorire una più facile interazione tra pazienti e personale clinico, permettendo di favorire l'accesso alle prestazioni (Hollander e Carr 2020).

A queste segue la progressiva digitalizzazione dell'erogazione di prestazioni cliniche, esempio di tale processo è lo sviluppo dello sviluppo di risultati digitali da parte degli strumenti diagnostici, ciò permette di

generare risultati istantanei e con maggiore risoluzione.

In questo complesso quadro riformatorio si inserisce gli impatti che l'IA può generare all'interno dei processi di sviluppo delle prestazioni cliniche, pensando di rimodulare il ciclo di vita delle prestazioni di generazione del valore (Rajpurkar et al 2022; Yu et al 2018; Hamet e Tremblay 2017) .

Esempio di tale rimodulazione all'interno del settore sanitario può essere attribuito allo sviluppo di strumenti di input come quelli forniti da strumenti di diagnostica che utilizzano soluzioni di IA per favorire una identificazione preventiva di possibili patologie. Tali strumenti favoriscono pertanto un censimento anticipato delle necessità del paziente favorendo una diminuzione del ciclo di vita, ciò incide pertanto sia in termini di efficacia ed efficienza delle prestazioni.

Altra attività essenziale che l'IA supporta all'interno delle attività primarie della catena del valore del settore sanitario è quello delle applicazioni delle soluzioni di tracking, ovvero l'applicazione di modelli complessi in grado di riconoscere mediante le immagini elaborate da strumenti diagnostici di identificare in maniera accurata possibili anomalie soggette a possibili patologie. Tali soluzioni sono particolarmente utilizzate all'interno delle attività di tipo oncologico, che permettono di riconoscere in maniera efficiente possibili anomalie (Esteva et al 2021; Huang et al 2020; Zhang et al 2020).

Altro utilizzo di particolare rilievo all'interno delle attività primarie delle applicazioni di IA, è quanto concerne l'utilizzo di tali strumenti per l'identificazione di cure farmacologiche in grado di supportare l'identificazione della corretta terapia nei confronti dei pazienti. Tale strumento supporta soprattutto la parte farmacologica, identificando potenziali strutture molecolari in grado di favorire i processi di terapia (Schwalbe e Wahl 2020).

Ciò sottolinea come l'IA possa avere un forte impatto in termini di

generazione di valore all'interno delle attività primarie. Ciò favorisce pertanto l'ottenimento di risultati di maggior impatto in termini di efficienza ed efficacia all'interno della catena del valore.

5.2 Impatto dell'IA sulle attività secondarie

Con le attività secondarie si va ad identificare quel complesso di operazioni di supporto al ciclo di vita organizzativo, ovvero quelle attività che non incidono in maniera diretta nella generazione del servizio o bene, ma contribuiscono nel valorizzare e sostenere le attività primarie.

Tali attività costituiscono pertanto il supporto essenziale alla generazione del valore, che vedono all'interno quel complesso di attività di natura accessoria di supporto, che valorizzano pertanto il capitale umano e i processi organizzativi.

Con lo sviluppo della digitalizzazione, tali attività hanno subito una trasformazione incrementale nel corso del tempo, sottolineando l'impatto generato dai processi del cambiamento.

La mutazione sottolineata all'interno di tali processi è frutto del tentativo delle organizzazioni di mutare verso approcci di efficacia ed efficienza nelle dinamiche organizzative, massimizzando il valore generato.

La progressiva trasformazione digitale, che vede nell'adozione dell'IA come ultimo stadio, vede nella rigenerazione di tali attività, supportando il ridisegno di processi essenziali per il ciclo di vita. Si sottolinea come tale trasformazione incida sia in termini di massimizzazione del valore delle varie componenti del capitale organizzativo e operativo.

Essenziale in tal senso è quanto concerne per la ridefinizione del ruolo del capitale umano, una delle principali leve delle attività secondarie. L'applicazione delle soluzioni di IA, incidono in maniera essenziale nel ripensare gli scemi della gestione del personale all'interno della complessa

gestione del ruolo che tali rivestono all'interno delle organizzazioni (Vrontis et al 2022).

Ciò ripensa in maniera significativa l'interno ciclo in maniera di supportare una migliore gestione dei processi di entrata e di vita del capitale umano all'interno delle organizzazioni. Tale trasformazione incide pertanto nella definizione del ruolo che i singoli rivestono all'interno dei processi e di come questi vengono gestiti all'interno del loro ciclo di vita all'interno dell'organizzazione.

Nello specifico, si può identificare come all'interno del settore sanitario la gestione del capitale umano riveste un ruolo essenziale all'interno del ciclo di vita organizzativo, ciò determina che una corretta gestione dello stesso permetta di massimizzare il valore prodotto.

Con l'IA si possono vedere delle spinte sia in termini di automatizzazione dei processi di reclutamento che tendono a favorire maggiore sinergia con quanto viene richiesto dai ruoli. Nel contempo favorendo i processi gestionali e di formazione, spingendo l'identificazione dei fabbisogni di gestione delle competenze necessarie per massimizzare il valore richiesti all'interno dei ruoli ricoperti.

Con lo sviluppo dei processi di IA si favorisce l'efficientamento anche di quelli che sono gli adempimenti di natura secondaria che possono erodere il valore generato, ciò permettendo di automatizzare quelle che sono attività cicliche di supporto.

Come evidenziato dalla letteratura, uno degli aspetti chiave dello sviluppo delle soluzioni di IA è lo sviluppo incrementale di applicazioni in grado di automatizzare quei processi considerati di supporto e orientati alla burocratizzazione dei processi (Vial 2019; Yu et al 2018). Tale sviluppo enfatizza pertanto uno dei principali punti di forza dello sviluppo di soluzioni di IA, ovvero lo sviluppo di processi automatizzati, in grado di processare in maniera autonoma informazioni in grado di favorire lo sviluppo in maniera autonoma di processi.

Tale automatizzazione permette di favorire una gestione delle risorse orientata all'efficientamento, impiegando in maniera efficiente verso attività che possono impattare in maniera diretta verso processi ad alto impatto.

Capitolo 3 Il caso ADA

1. Introduzione

Come evidenziato all'interno dei capitoli precedenti, la trasformazione digitale che sta progressivamente includendo l'uso dell'IA all'interno delle organizzazioni sanitarie, diventando progressivamente sempre più rilevante e impattante, determinando un progressivo ridisegno dei processi operativi e organizzativi (Li et al 2021, Bini 2018).

Ciò determina che nel corso del tempo, si sono sviluppate varie applicazioni di tale IA che possono supportare e incrementare lo sviluppo di queste soluzioni, incidendo in maniera significativa all'interno di varie aree operative.

Come identificato all'interno del terzo paragrafo del secondo capitolo, l'evoluzione delle applicazioni sono molteplici e supportano il complesso delle aree d'intervento su cui si basa il settore, specialmente per supportare l'attività primaria, ovvero la cura dei pazienti che si trovano in stato di necessità o di accertamento.

Questo fa sì che l'IA si sia sviluppata in maniera progressiva per intervenire e supportare la capacità degli operatori di fornire diagnosi e definire processi di cura in maniera tempestiva ed efficiente. Ciò ha determinato lo sviluppo di varie metodologie come i complessi sistemi di tracking o chat bot, in grado di favorire un riconoscimento automatizzato di eventuali patologie o disturbi di vario genere.

Ciò giustifica uno sviluppo intensivo di tali soluzioni a partire dall'insorgenza del Covid- 19, che ha richiesto la predisposizione di più risorse per rispondere in maniera sistemica allo stato emergenziale causato dalla pandemia. Ciò ha determinato lo sviluppo di differenti

tipologie di soluzioni in grado di rispondere alle emergenze, come l'adozione di approcci di screening delle immagini mediante l'utilizzo dell'IA per identificare possibili infezioni polmonarie causate dal Covid-19 (Jamshidi et al 2020).

Nel contempo sono stati evidenziati possibili risvolti applicativi, che determinano un ritardo nelle applicazioni di carattere clinico, supportando invece quelle che possono

essere le soluzioni rivolte a fornire un primo triage e screening delle malattie. Tali soluzioni pertanto permettono ai potenziali pazienti mediante l'utilizzo di applicazioni supportate da IA di effettuare un primo check sulle eventuali patologie di varia natura.

Queste soluzioni rientrano all'interno delle soluzioni IA definite di basso su soluzioni deboli, ovvero che usufruiscono di livelli di autonomia e autogenerazione limitati, determinando uno sviluppo semi-strutturato degli output generati. Ciò fornisce pertanto di usufruire di modelli in grado di generare un processo di automatizzazione di un processo, pur distaccandosi dai modelli classici dell'informatica che rispondono a criteri scalari, che sono in grado di fornire un primo feedback alla catena diagnostica (Moor et al 2023, Abioye et al 202, Nayak et al 202) .

Tali soluzioni hanno sviluppato un segmento di mercato, che sta progressivamente sviluppando soluzioni operative che vengono inserite nei processi all'interno delle varie strutture sanitarie. Ciò evidenzia pertanto un progressivo cambio di paradigma rivolto alla generazione di un modello in grado di efficientare i processi di generazione del valore, automatizzando in parte la fase di input.

In questo capitolo si analizzerà il caso di ADA, ovvero uno delle principali chatbots utilizzati all'interno di questo segmento operativo, con il fine di fornire una prima ricostruzione sistemica del ruolo che tali soluzioni possono ricoprire e quelli che possono essere i potenziali impatti che queste generano all'interno delle strutture organizzative e strutture operative

2. ADA: la nuova frontiera dell'applicazione dell'IA nel settore sanitario

ADA è una delle principali soluzioni in termini di applicazioni di chatbot per la diagnostica e triage in ambito clinico, mediante il ricorso all'intelligenza artificiale debole (Cotte et al 2022, Fraser et al 2022).

Questa società nasce nel 2016, all'interno del contesto scientifico-accademico tedesco, prendendo come sviluppo quelli che sono state le rilevazioni fornite da parte dell'accademia che identifica tali soluzioni come potenzialmente generative per lo sviluppo di soluzioni in grado di supportare il ciclo operativo all'interno dei contesti clinici.

Come evidenziato dalle statistiche fornite dalla società, tale applicazione sta subendo un continuo sviluppo e utilizzo, che determina un continuo utilizzo da parte di una platea crescente di utenti. Nello specifico si identifica come gli utenti che ne fanno utilizzo o hanno un account associato a tale applicazione sono 13 milioni, che sono identificati nell'area globale mondiale.

Su questo complesso numero di utenti, sono stati elaborati un complesso di 30 milioni di assesment, in grado di fornire una prima valutazione clinica mediante un'interazione sistemica tra il modello di IA utilizzato e l'utente. Tale processo diagnostico è condotto mediante un primo screening elaborato mediante il ricorso all'IA generativa utilizzata, ovvero l'utente che ne fa ricorso mediante alcune domande, può indirizzare l'applicazione nell'identificazione di potenziali sintomi e fornire l'identificazione della possibile patologia.

Questo schema indirizza pertanto un'interazione con l'utente mediante un quadro schematico, rivolto in un primo momento nell'identificare il campo clinico di interesse, procedendo successivamente nell'identificazione di potenziali sintomi che possono essere associati a eventuali patologie. Questo secondo step, viene condotto mediante il

ricorso all'identificazione da parte dell'IA di potenziali sintomi, mediante l'elaborazione da parte dell'utente di risposte a domande sempre più verticalizzate all'indagare i sintomi che evidenzia all'interno del test.

Tale identificazione del quadro clinico viene effettuato mediante il ricorso al dataset in possesso del modello, ovvero come definito dalla società, e supportato da un duplice schema di apprendimento. Ovvero l'addestramento del modello ricorre pertanto sia dai dati forniti dagli utenti, ma anche ad un processo di verifica e addestramento pilotato da un team medico e il ricorso a un dataset delle principali fonti cliniche.

Tale schema permette pertanto di fornire un grado di bontà elevato, cercando di minimizzare quelli che possono essere eventuali bias, come evidenziato all'interno dei capitoli precedenti, questo è uno dei principali rischi legati allo sviluppo di applicazioni di IA, che possono fornire informazioni inattendibili. Come evidenziato dalla stessa OMS, questo è uno dei potenziali rischi in un settore sensibile come quello sanitario, che può condizionare problematiche gravi per la corretta applicazione di processi di cura.

L'applicazione di tale modello permette pertanto di giungere come output all'identificazione di un primo tracciamento di potenziali patologie, che possono indirizzare future diagnosi da parte di strutture competenti. Ciò permette di condividere con le strutture sanitarie un primo check-up dello stato di salute del paziente e di velocizzare i primi momenti di interazione da parte degli operatori clinici.

Proprio questa funzionalità permette di sottolineare il valore aggiunto di queste operazioni, ovvero massimizzare le tempistiche e ottenere in maniera agevole dei primi feedback sul complesso quadro clinico. Ciò evidenzia un maggior grado di efficienza e efficacia, soprattutto in chiave di indirizzare il paziente in maniera rapida allo specialista o l'area clinica a cui dovrà fare affidamento per le successive fasi di diagnostica.

Ciò determina come evidenze scientifiche, tali strumenti forniscono un grado di accuratezza nella diagnostica del 57%, definendo ampi margini di

variabilità in base all'utilizzo effettuato e le modalità di utilizzo. Tale variabilità subisce molte influenze in base al grado di confidenza da parte dell'utente, in quanto le prime rilevazioni tendono a fornire una correttezza nella diagnosi pari a un range mutevole che intercorre tra il 31% e il 39% (Semigran et al 2015).

Ciò evidenzia come tali strumenti hanno un'affidabilità parziale nel riconoscere quelli che possono essere eventuali sintomi, se pure tale dato è fortemente mutevole in base a fattori esogeni alla stessa.

Ciò determina la necessità da parte degli operatori di effettuare eventuali test in grado di confutare le valutazioni preliminari effettuate da tali applicazioni.

Nel contempo si registra come i dati qui riportati fanno fede a valutazioni condotte nel 2015, che determina possibili ritardi nella bontà delle valutazioni, ciò è determinato dall'evoluzione che tali strumenti hanno avuto negli ultimi anni. Ciò definisce un gap della letteratura, determinando che solo con nuove rilevazioni sulla bontà delle diagnosi effettuate potrà fornire maggiori ricostruzioni sul grado di affidabilità.

Nello specifico per comprendere come l'implementazione di modelli complessi di IA hanno sviluppato il tema di ricerca, potenzialmente ampliando il range di accuratezza, soprattutto in riferimento allo sviluppo di modelli come ADA che potenzialmente hanno maggiore incisività nella generazione di dati corretti.

Ciò è evidenziato dalle stesse collaborazioni che ADA ha sviluppato nel corso del tempo che ne giustificano una fiducia sui potenziali risultati che questa può generare. Nello specifico si può evidenziare la collaborazione tra ADA e Pfizer, che ha visto le due collaborare in tema di diagnostica per quanto concerne le infezioni causate dal virus da Covid-19.

Particolare interesse è stato posto su ADA per quanto concerne la capacità dello strumento di supportare le fasi di screening dei disturbi psicologici, permettendo di estendere funzionalità in grado di ricorrere a un questionario strutturato per identificare eventuali disturbi mentali.

Proprio su tale versante questi strumenti hanno riscontrato maggior successo in quanto permettono di fornire maggior risultati (Fraser et al 2022, Hennemann et al 2022, Jungmann et al 2019).

Nel contempo sempre più strutture ospedaliere hanno sviluppato approcci di interscambio con ADA per fornire una ricostruzione del quadro clinico del paziente. Ciò garantisce una definizione anzitempo di diagnostiche anticipate in grado di accorciare i tempi della catena del valore delle strutture sanitari.

Ciò crea particolare interesse per quanto concerne le applicazioni di tali soluzioni in termini di diagnostiche oncologiche, che possono essere utilizzate per supportare una corretta attività di prevenzione e identificazione dei primi sintomi (Kraywinkel et al 2020).

Tali patologie, necessitano di una diagnostica precoce per poter essere trattate in maniera efficace, ciò fa nascere l'esigenza di procedere in maniera rapida nell'identificazione di sintomi preliminari. Proprio queste applicazioni di IA possono pertanto essere sfruttate per effettuare uno screening completo e esteso per rintracciare i primi sintomi.

3. Impatti dell'intelligenza artificiale generativa: verso le nuove frontiere organizzative

Come evidenziato, le soluzioni di IA stanno generando cambiamenti progressivi all'interno delle organizzazioni, ciò soprattutto all'interno di quei settori complessi, i cui processi di digitalizzazione producono cambiamenti significativi (Patel et al 2009).

Ciò evidenzia come tali soluzioni vengono identificate come la fase successiva dei processi di digitalizzazione che hanno inciso in maniera

evidente all'interno dello sviluppo intercorso nell'applicazione delle soluzioni informatiche.

Nello specifico si può intravedere come il settore sanitario, sia stato uno dei settori che si sia caratterizzato maggiormente per il cambiamento tecnologico che ha determinato progressivi mutamenti all'interno. Ciò condiziona pertanto una mutazione sistematica degli stessi processi di riformulazione dei paradigmi interni, che necessita di una corretta gestione dei processi di cambiamento (Bini 2019).

Come evidenziato dalla letteratura, i cambiamenti digitali producono mutazioni significativi all'interno dei paradigmi di gestione dei processi e organizzativi all'interno dei cicli di vita operativa.

Tali cambiamenti, pertanto, condizionano una riprogrammazione significativa in grado di promuovere lo sviluppo della trasformazione digitale, fornendo una ricezione positiva.

La ricezione di cambiamenti tecnologici, produco pertanto una riprogrammazione in grado di massimizzare gli impatti positivi di generazione di valore da tali processi. Nel contempo ciò deve spingere una rimodulazione in grado di minimizzare gli impatti negativi che possono condizionare un processo di cambiamento.

Tale mitigazione risulta particolarmente significativa all'interno della ricezione dei processi di trasformazione digitale che includono l'integrazione di soluzioni ad alto impatto come quelle dell'IA. Soprattutto a valle della possibilità di generare possibili barriere digitali, che possono produrre dei ritardi in termini di riprogettazione e riorganizzazione organica e dei processi.

Ciò determina che il settore sanitario nel futuro dovrà affrontare una gestione del cambiamento significativo per l'inclusione dei processi di digitalizzazione mediante l'utilizzo e applicazione dell'IA.

Particolare rilievo assume la rilevanza in termini di re-skill del personale impiegato all'interno delle organizzazioni sanitarie. Come sottolineato

dalla letteratura, sono molteplici i fattori che possono condizionare la corretta ricezione dei processi di trasformazione digitale (Cortellazzo et al 2019).

Ciò comporta che in quadro fortemente specializzato come quello delle strutture sanitarie, viene richiesto uno sforzo in termini di supportare la definizione di processi di formazione in grado di integrare l'applicazione di tali soluzioni di IA all'interno dei processi.

Tale mutazione comporta una rimodulazione dei processi in grado di fornire una risposta adeguata alle esigenze operative in grado di fornire la generazione del valore.

Portando pertanto ad una riprogrammazione strategica che vedrà uno sviluppo significato in termini di sviluppo delle attività (Correani et al 2020). Come sottolineato dalla stessa ADA, questo costituisce uno sviluppo a più livelli di quelle che sono le attività operative.

Tale ripensamento consente pertanto di sfruttare le soluzioni di IA generativa nello sviluppo di soluzioni incrementali, in grado di rispondere alle varie esigenze di efficientamento presenti all'interno delle strutture sanitarie.

Ciò fa sì che all'interno della catena del valore possono essere identificate più soluzioni di IA, che possono determinare un processo di automatizzazione in grado di rispondere ai crescenti bisogni presenti sia dal punto della domanda dell'offerta che quello della domanda.

Conclusioni

Tale contributo ha permesso di fornire una visione sistematica dello sviluppo dell'intelligenza artificiale all'interno del settore sanitario, evidenziando quelli che sono gli impatti che tale soluzione genera all'interno del contesto organizzativo. Nello specifico evidenziando come una tecnologia così impattante possa generare mutamenti significativi su tutti i livelli gestionali.

Tale evoluzione è frutto di un continuo processo di rimodulazione del quadro organizzativo, determinando una trasformazione digitale che segnerà nel prossimo futuro un cambiamento significativo di tutti i settori, nello specifico quello sanitario.

Come evidenziato all'interno di questo elaborato, le sfide che vedranno impegnato il settore saranno sempre più rilevanti e impegnative, ciò determina che le trasformazioni tecnologiche siano essenziali per rispondere a tali criticità.

Nel contempo l'evidenziazione degli impatti che l'IA può generare all'interno dei contesti operativi, si possono determinare degli effetti negativi che ne possono compromettere uno sviluppo sicuro e sostenibile. Nello specifico questa si evidenzia come una delle principali criticità che può minare lo sviluppo all'interno di un settore critico come quello sanitario.

Tuttavia uno sviluppo di tali soluzioni, possono determinare un supporto all'interno della generazione del ciclo di vita delle organizzazioni sanitarie, favorendo risultati in grado di rispondere alle necessità crescenti degli stakeholder. Nello specifico impattando all'interno della complessa catena del valore, fornendo una rimodulazione completa della stessa.

Tale evoluzione è sottolineata dalle applicazioni già in uso all'interno del settore, come sottolineato all'interno del terzo capitolo, rimodulando in maniera sistemica lo sviluppo di nuove modalità operative.

Pertanto questa ricostruzione dello stato della letteratura, fornisce una ricostruzione in grado di chiarificare quelli che sono i risvolti che una tale trasformazione può generare all'interno di un settore chiave come quello sanitario.

Bibliografia

- Abdel-Basset, Mohamed, Victor Chang, e Nada A. Nabeeh. «An Intelligent Framework Using Disruptive Technologies for COVID-19 Analysis». *Technological Forecasting and Social Change* 163 (febbraio 2021): 120431. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120431>.
- Abioye, Sofiat O., Lukumon O. Oyedele, Lukman Akanbi, Anuoluwapo Ajayi, Juan Manuel Davila Delgado, Muhammad Bilal, Olugbenga O. Akinade, e Ashraf Ahmed. «Artificial Intelligence in the Construction Industry: A Review of Present Status, Opportunities and Future Challenges». *Journal of Building Engineering* 44 (dicembre 2021): 103299. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2021.103299>.
- Agarwal, Ritu, Guodong (Gordon) Gao, Catherine DesRoches, e Ashish K. Jha. «**Research Commentary** —The Digital Transformation of Healthcare: Current Status and the Road Ahead». *Information Systems Research* 21, fasc. 4 (dicembre 2010): 796–809. <https://doi.org/10.1287/isre.1100.0327>.
- AlNuaimi, Bader K., Sanjay Kumar Singh, Shuang Ren, Pawan Budhwar, e Dmitriy Vorobyev. «Mastering Digital Transformation: The Nexus between Leadership, Agility, and Digital Strategy». *Journal of Business Research* 145 (giugno 2022): 636–48. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.03.038>.
- Annarelli, Alessandro, Fabio Nonino, e Giulia Palombi. «Understanding the Management of Cyber Resilient Systems». *Computers & Industrial Engineering* 149 (novembre 2020): 106829. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106829>.

Appio, Francesco Paolo, Federico Frattini, Antonio Messeni Petruzzelli, e Paolo Neirotti. «Digital Transformation and Innovation Management: A Synthesis of Existing Research and an Agenda for Future Studies». *Journal of Product Innovation Management* 38, fasc. 1 (gennaio 2021): 4–20. <https://doi.org/10.1111/jpim.12562>.

Arel, I, D C Rose, e T P Karnowski. «Deep Machine Learning - A New Frontier in Artificial Intelligence Research [Research Frontier]». *IEEE Computational Intelligence Magazine* 5, fasc. 4 (novembre 2010): 13–18. <https://doi.org/10.1109/MCI.2010.938364>.

Baiyere, Abayomi, Hannu Salmela, e Tommi Tapanainen. «Digital Transformation and the New Logics of Business Process Management». *European Journal of Information Systems* 29, fasc. 3 (3 maggio 2020): 238–59. <https://doi.org/10.1080/0960085X.2020.1718007>.

Bannister, Frank, e Regina Connolly. «ICT, Public Values and Transformative Government: A Framework and Programme for Research». *Government Information Quarterly* 31, fasc. 1 (gennaio 2014): 119–28. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2013.06.002>.

Barredo Arrieta, Alejandro, Natalia Díaz-Rodríguez, Javier Del Ser, Adrien Bennetot, Siham Tabik, Alberto Barbado, Salvador Garcia, et al. «Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, Taxonomies, Opportunities and Challenges toward Responsible AI». *Information Fusion* 58 (giugno 2020): 82–115. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2019.12.012>.

Bartsch, Silke, Ellen Weber, Marion Büttgen, e Ariana Huber. «Leadership Matters in Crisis-Induced Digital Transformation:

How to Lead Service Employees Effectively during the COVID-19 Pandemic». *Journal of Service Management* 32, fasc. 1 (12 agosto 2020): 71–85. <https://doi.org/10.1108/JOSM-05-2020-0160>.

Bini, Stefano A. «Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, and Cognitive Computing: What Do These Terms Mean and How Will They Impact Health Care?» *The Journal of Arthroplasty* 33, fasc. 8 (agosto 2018): 2358–61. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.02.067>.

Bracci, Enrico, Giorgia Gobbo, e Adriana Bruno. «L'integrazione tra gestione del rischio e gestione della performance negli Enti Locali: il caso del Comune di Ferrara», s.d.

Bracci, Enrico, Mouhcine Tallaki, Giorgia Gobbo, e Luca Papi. «Risk Management in the Public Sector: A Structured Literature Review». *International Journal of Public Sector Management* 34, fasc. 2 (15 gennaio 2021): 205–23. <https://doi.org/10.1108/IJPSM-02-2020-0049>.

Bryson, John M., Barbara C. Crosby, e Laura Bloomberg. «Public Value Governance: Moving Beyond Traditional Public Administration and the New Public Management». *Public Administration Review* 74, fasc. 4 (luglio 2014): 445–56. <https://doi.org/10.1111/puar.12238>.

Capaldo, Guido, Nicola Costantino, Roberta Pellegrino, e Pierluigi Rippa. «The Role of Risk in Improving Goal Setting in Performance Management Practices within Public Sector: An Explorative Research in Courts Offices in Italy». *International Journal of Public Administration* 41, fasc. 12 (10 settembre 2018):

986–97. <https://doi.org/10.1080/01900692.2017.1317799>.

Chamola, Vinay, Vikas Hassija, Vatsal Gupta, e Mohsen Guizani. «A Comprehensive Review of the COVID-19 Pandemic and the Role of IoT, Drones, AI, Blockchain, and 5G in Managing its Impact». *IEEE Access* 8 (2020): 90225–65. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2992341>.

Chan, Heang-Ping, Ravi K. Samala, Lubomir M. Hadjiiski, e Chuan Zhou. «Deep Learning in Medical Image Analysis». In *Deep Learning in Medical Image Analysis*, a cura di Gobert Lee e Hiroshi Fujita, 1213:3–21. Advances in Experimental Medicine and Biology. Cham: Springer International Publishing, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33128-3_1.

Chubb, Jennifer, Peter Cowling, e Darren Reed. «Speeding up to Keep up: Exploring the Use of AI in the Research Process». *AI & SOCIETY* 37, fasc. 4 (dicembre 2022): 1439–57. <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01259-0>.

Cichosz, Marzenna, Carl Marcus Wallenburg, e A. Michael Knemeyer. «Digital Transformation at Logistics Service Providers: Barriers, Success Factors and Leading Practices». *The International Journal of Logistics Management* 31, fasc. 2 (22 maggio 2020): 209–38. <https://doi.org/10.1108/IJLM-08-2019-0229>.

Colasanti, Nathalie, Chiara Fantauzzi, e Rocco Frondizi. «Make for Italy: il contributo di maker e stampa 3D nell'emergenza sanitaria». *MECOSAN*, fasc. 113 (giugno 2020): 139–46. <https://doi.org/10.3280/MESA2020-113018>.

Correani, Alessia, Alfredo De Massis, Federico Frattini, Antonio Messeni Petruzzelli, e Angelo Natalicchio. «Implementing a Digital

Strategy: Learning from the Experience of Three Digital Transformation Projects». *California Management Review* 62, fasc. 4 (agosto 2020): 37–56. <https://doi.org/10.1177/0008125620934864>.

Cortellazzo, Laura, Elena Bruni, e Rita Zampieri. «The Role of Leadership in a Digitalized World: A Review». *Frontiers in Psychology* 10 (27 agosto 2019): 1938. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01938>.

Cotte, Fabienne, Tobias Mueller, Stephen Gilbert, Bibiana Blümke, Jan Multmeier, Martin Christian Hirsch, Paul Wicks, et al. «Safety of Triage Self-Assessment Using a Symptom Assessment App for Walk-in Patients in the Emergency Care Setting: Observational Prospective Cross-Sectional Study». *JMIR mHealth and uHealth* 10, fasc. 3 (28 marzo 2022): e32340. <https://doi.org/10.2196/32340>.

Dengler, Katharina, Karolin Hiesinger, e Anita Tisch. «Digital Transformation: The Role of Computer Use in Employee Health». *Economics & Human Biology* 46 (agosto 2022): 101137. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2022.101137>.

Di Vaio, Assunta, Rosa Palladino, Rohail Hassan, e Octavio Escobar. «Artificial Intelligence and Business Models in the Sustainable Development Goals Perspective: A Systematic Literature Review». *Journal of Business Research* 121 (dicembre 2020): 283–314. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.08.019>.

Di Vaio, Assunta, Rosa Palladino, Alberto Pezzi, e David E. Kalisz. «The Role of Digital Innovation in Knowledge Management Systems: A Systematic Literature Review». *Journal of Business Research* 123

(febbraio 2021): 220–31.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.042>.

Dimitrov, Dimiter V. «Medical Internet of Things and Big Data in Healthcare». *Healthcare Informatics Research* 22, fasc. 3 (2016): 156.
<https://doi.org/10.4258/hir.2016.22.3.156>.

Ernst, Ekkehardt, Rossana Merola, e Daniel Samaan. «Economics of Artificial Intelligence: Implications for the Future of Work». *IZA Journal of Labor Policy* 9, fasc. 1 (14 agosto 2019): 20190004.
<https://doi.org/10.2478/izajolp-2019-0004>.

Esteva, Andre, Katherine Chou, Serena Yeung, Nikhil Naik, Ali Madani, Ali Mottaghi, Yun Liu, Eric Topol, Jeff Dean, e Richard Socher. «Deep Learning-Enabled Medical Computer Vision». *Npj Digital Medicine* 4, fasc. 1 (8 gennaio 2021): 5.
<https://doi.org/10.1038/s41746-020-00376-2>.

European New School of Digital Studies at the European University Viadrina Frankfurt (Oder) / University of Bremen, Germany, Lauri Wessel, Abayomi Baiyere, Copenhagen Business School, Denmark / University of Turku, Finland, Roxana Ologeanu-Taddei, TBS Business School, Toulouse, France, Jonghyuk Cha, University of Westminster, UK, Tina Blegind Jensen, e Copenhagen Business School, Denmark. «Unpacking the Difference Between Digital Transformation and IT-Enabled Organizational Transformation». *Journal of the Association for Information Systems* 22, fasc. 1 (15 gennaio 2021): 102–29.
<https://doi.org/10.17705/1jais.00655>.

European Parliament. Directorate General for Parliamentary Research Services. *The Ethics of Artificial Intelligence: Issues and*

Initiatives. LU: Publications Office, 2020.
<https://data.europa.eu/doi/10.2861/6644>.

Farhud, Dariush D., e Shaghayegh Zokaei. «Ethical Issues of Artificial Intelligence in Medicine and Healthcare». *Iranian Journal of Public Health*, 27 ottobre 2021.
<https://doi.org/10.18502/ijph.v50i11.7600>.

Felder, Stefan. «The Impact of Demographic Change on Healthcare Expenditure», s.d.

Fraser, Hamish S F, Gregory Cohan, Christopher Koehler, Jared Anderson, Alexis

Lawrence, John Pateña, Ian Bacher, e Megan L Ranney. «Evaluation of Diagnostic and Triage Accuracy and Usability of a Symptom Checker in an Emergency Department: Observational Study». *JMIR mHealth and uHealth* 10, fasc. 9 (19 settembre 2022): e38364.
<https://doi.org/10.2196/38364>.

Gil-García, J. Ramón, e Theresa A. Pardo. «E-Government Success Factors: Mapping Practical Tools to Theoretical Foundations». *Government Information Quarterly* 22, fasc. 2 (gennaio 2005): 187–216. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2005.02.001>.

Grönlund, Åke, e Thomas A. Horan. «Introducing E-Gov: History, Definitions, and Issues». *Communications of the Association for Information Systems* 15 (2005).
<https://doi.org/10.17705/1CAIS.01539>.

Hamet, Pavel, e Johanne Tremblay. «Artificial Intelligence in Medicine». *Metabolism* 69 (aprile 2017): S36–40. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>.

- Hanelt, André, René Bohnsack, David Marz, e Cláudia Antunes Marante. «A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for Strategy and Organizational Change». *Journal of Management Studies* 58, fasc. 5 (luglio 2021): 1159–97. <https://doi.org/10.1111/joms.12639>.
- Hennemann, Severin, Sebastian Kuhn, Michael Witthöft, e Stefanie M Jungmann. «Diagnostic Performance of an App-Based Symptom Checker in Mental Disorders: Comparative Study in Psychotherapy Outpatients». *JMIR Mental Health* 9, fasc. 1 (31 gennaio 2022): e32832. <https://doi.org/10.2196/32832>.
- Hollander, Judd E., e Brendan G. Carr. «Virtually Perfect? Telemedicine for Covid-19». *New England Journal of Medicine* 382, fasc. 18 (30 aprile 2020): 1679–81. <https://doi.org/10.1056/NEJMp2003539>.
- Huang, Shigao, Jie Yang, Simon Fong, e Qi Zhao. «Artificial Intelligence in Cancer Diagnosis and Prognosis: Opportunities and Challenges». *Cancer Letters* 471 (febbraio 2020): 61–71. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2019.12.007>.
- Hunter, David J. «The Changing Roles of Health Care Personnel in Health and Health Care Management». *Social Science & Medicine* 43, fasc. 5 (settembre 1996): 799–808. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(96\)00125-6](https://doi.org/10.1016/0277-9536(96)00125-6).
- Jaiswal, Akanksha, C. Joe Arun, e Arup Varma. «Rebooting Employees: Upskilling for Artificial Intelligence in Multinational Corporations». *The International Journal of Human Resource*

Management 33, fasc. 6 (26 marzo 2022): 1179–1208.
<https://doi.org/10.1080/09585192.2021.1891114>.

Jamshidi, Mohammad, Ali Lalbakhsh, Jakub Talla, Zdenek Peroutka, Farimah Hadjilooei, Pedram Lalbakhsh, Morteza Jamshidi, et al. «Artificial Intelligence and COVID-19: Deep Learning Approaches for Diagnosis and Treatment». *IEEE Access* 8 (2020): 109581–95.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3001973>.

Jiang, Yangyang, e Jun Wen. «Effects of COVID-19 on Hotel Marketing and Management: A Perspective Article». *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 32, fasc. 8 (25 giugno 2020): 2563–73.
<https://doi.org/10.1108/IJCHM-03-2020-0237>.

Jobin, Anna, Marcello Ienca, e Effy Vayena. «The Global Landscape of AI Ethics Guidelines». *Nature Machine Intelligence* 1, fasc. 9 (2 settembre 2019): 389–99. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>.

Jungmann, Stefanie Maria, Timo Klan, Sebastian Kuhn, e Florian Jungmann. «Accuracy of a Chatbot (Ada) in the Diagnosis of Mental Disorders: Comparative Case Study With Lay and Expert Users». *JMIR Formative Research* 3, fasc. 4 (29 ottobre 2019): e13863.
<https://doi.org/10.2196/13863>.

Kellner, Ashlea, Kenneth Cafferkey, e Keith Townsend. «Ability, Motivation and Opportunity theory: a formula for employee performance?» In *Elgar Introduction to Theories of Human Resources and Employment Relations*, a cura di Keith Townsend, Kenneth Cafferkey, Aoife M. McDermott, e Tony Dundon. Edward Elgar Publishing, 2019.

<https://doi.org/10.4337/9781786439017.00029>.

- Khin, Sabai, e Theresa Cf Ho. «Digital Technology, Digital Capability and Organizational Performance: A Mediating Role of Digital Innovation». *International Journal of Innovation Science* 11, fasc. 2 (3 giugno 2019): 177–95. <https://doi.org/10.1108/IJIS-08-2018-0083>.
- Klein, Vinícius Barreto, e José Leomar Todesco. «COVID -19 Crisis and SMEs Responses: The Role of Digital Transformation». *Knowledge and Process Management* 28, fasc. 2 (aprile 2021): 117–33. <https://doi.org/10.1002/kpm.1660>.
- Kraus, Sascha, Francesco Schiavone, Anna Pluzhnikova, e Anna Chiara Invernizzi.
«Digital Transformation in Healthcare: Analyzing the Current State-of- Research». *Journal of Business Research* 123 (febbraio 2021): 557–67. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.030>.
- Li, Ji-Peng Olivia, Hanruo Liu, Darren S.J. Ting, Sohee Jeon, R.V. Paul Chan, Judy E. Kim, Dawn A. Sim, et al. «Digital Technology, Tele-Medicine and Artificial Intelligence in Ophthalmology: A Global Perspective». *Progress in Retinal and Eye Research* 82 (maggio 2021): 100900. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2020.100900>.
- Liu, Xiaoxuan, Samantha Cruz Rivera, David Moher, Melanie J. Calvert, Alastair K. Denniston, The SPIRIT-AI and CONSORT-AI Working Group, SPIRIT-AI and CONSORT-AI Steering Group, et al. «Reporting Guidelines for Clinical Trial Reports for Interventions Involving Artificial Intelligence: The CONSORT-AI Extension». *Nature Medicine* 26, fasc. 9 (settembre 2020):

1364–74. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-1034-x>.

Loonam, John, Sally Eaves, Vikas Kumar, e Glenn Parry. «Towards Digital Transformation: Lessons Learned from Traditional Organizations». *Strategic Change* 27, fasc. 2 (marzo 2018): 101–9. <https://doi.org/10.1002/jsc.2185>.

Mabry, Patricia L., Deborah H. Olster, Glen D. Morgan, e David B. Abrams. «Interdisciplinarity and Systems Science to Improve Population Health». *American Journal of Preventive Medicine* 35, fasc. 2 (agosto 2008): S211–24. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.05.018>.

Makridakis, Spyros. «The Forthcoming Artificial Intelligence (AI) Revolution: Its Impact on Society and Firms». *Futures* 90 (giugno 2017): 46–60. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.03.006>.

Mascia, Daniele, e Fausto Di Vincenzo. «Dynamics of Hospital Competition: Social Network Analysis in the Italian National Health Service». *Health Care Management Review* 38, fasc. 3 (luglio 2013): 234–47. <https://doi.org/10.1097/HMR.0b013e31824ccab8>.

Matt, Christian, Thomas Hess, e Alexander Benlian. «Digital Transformation Strategies». *Business & Information Systems Engineering* 57, fasc. 5 (ottobre 2015): 339–43. <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>.

Mergel, Ines, Noella Edelman, e Nathalie Haug. «Defining Digital Transformation: Results from Expert Interviews». *Government Information Quarterly* 36, fasc. 4 (ottobre 2019): 101385. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002>.

- Moor, Michael, Oishi Banerjee, Zahra Shakeri Hossein Abad, Harlan M. Krumholz, Jure Leskovec, Eric J. Topol, e Pranav Rajpurkar. «Foundation Models for Generalist Medical Artificial Intelligence». *Nature* 616, fasc. 7956 (13 aprile 2023): 259–65. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-05881-4>.
- Natakusumah, Kameswara, Erna Maulina, Anang Muftiadi, e Margo Purnomo. «Digital transformation of health quality services in the healthcare industry during disruption and society 5.0 era». *Frontiers in Public Health* 10 (4 agosto 2022): 971486. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.971486>.
- Nayak, Soumya Ranjan, Deepak Ranjan Nayak, Utkarsh Sinha, Vaibhav Arora, e Ram Bilas Pachori. «Application of Deep Learning Techniques for Detection of COVID-19 Cases Using Chest X-Ray Images: A Comprehensive Study». *Biomedical Signal Processing and Control* 64 (febbraio 2021): 102365. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2020.102365>.
- Obschonka, Martin, e David B. Audretsch. «Artificial Intelligence and Big Data in Entrepreneurship: A New Era Has Begun». *Small Business Economics* 55, fasc. 3 (ottobre 2020): 529–39. <https://doi.org/10.1007/s11187-019-00202-4>.
- Oleribe, Obinna E, Jenny Momoh, Benjamin Sc Uzochukwu, Francisco Mbofana, Akin Adebiyi, Thomas Barbera, Roger Williams, e Simon D. Taylor Robinson. «Identifying Key Challenges Facing Healthcare Systems In Africa And Potential Solutions». *International Journal of General Medicine* Volume 12 (novembre 2019): 395–403. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S223882>.

- Palermo, Tommaso. «Accountability and Expertise in Public Sector Risk Management: A Case Study». *Financial Accountability & Management* 30, fasc. 3 (agosto 2014): 322–41. <https://doi.org/10.1111/faam.12039>.
- Pan, Yue, e Limao Zhang. «Roles of Artificial Intelligence in Construction Engineering and Management: A Critical Review and Future Trends». *Automation in Construction* 122 (febbraio 2021): 103517. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103517>.
- Patel, Vimla L., Edward H. Shortliffe, Mario Stefanelli, Peter Szolovits, Michael R. Berthold, Riccardo Bellazzi, e Ameen Abu-Hanna. «The Coming of Age of Artificial Intelligence in Medicine». *Artificial Intelligence in Medicine* 46, fasc. 1 (maggio 2009): 5–17. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2008.07.017>.
- Piccialli, Francesco, Vincenzo Schiano Di Cola, Fabio Giampaolo, e Salvatore Cuomo.
 «The Role of Artificial Intelligence in Fighting the COVID-19 Pandemic». *Information Systems Frontiers* 23, fasc. 6 (dicembre 2021): 1467–97. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10131-x>.
- Rajpurkar, Pranav, Emma Chen, Oishi Banerjee, e Eric J. Topol. «AI in Health and Medicine». *Nature Medicine* 28, fasc. 1 (gennaio 2022): 31–38. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01614-0>.
- Rhodes, R. A. W. «The New Governance: Governing without Government». *Political Studies* 44, fasc. 4 (settembre 1996): 652–67. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9248.1996.tb01747.x>.

- Savoldelli, Alberto, Cristiano Codagnone, e Gianluca Misuraca. «Understanding the E- Government Paradox: Learning from Literature and Practice on Barriers to Adoption». *Government Information Quarterly* 31 (giugno 2014): S63–71. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2014.01.008>.
- Schwalbe, Nina, e Brian Wahl. «Artificial Intelligence and the Future of Global Health». *The Lancet* 395, fasc. 10236 (maggio 2020): 1579–86. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30226-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30226-9).
- Schwarz Müller, Tanja, Prisca Brosi, Denis Duman, e Isabell M. Welpe. «How Does the Digital Transformation Affect Organizations? Key Themes of Change in Work Design and Leadership». *management revue* 29, fasc. 2 (2018): 114–38. <https://doi.org/10.5771/0935-9915-2018-2-114>.
- Semigran, Hannah L, Jeffrey A Linder, Courtney Gidengil, e Ateev Mehrotra. «Evaluation of Symptom Checkers for Self Diagnosis and Triage: Audit Study». *BMJ*, 8 luglio 2015, h3480. <https://doi.org/10.1136/bmj.h3480>.
- Shrestha, Ajay, e Ausif Mahmood. «Review of Deep Learning Algorithms and Architectures». *IEEE Access* 7 (2019): 53040–65. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2912200>.
- Soto-Acosta, Pedro. «COVID-19 Pandemic: Shifting Digital Transformation to a High- Speed Gear». *Information Systems Management* 37, fasc. 4 (1 ottobre 2020): 260–66. <https://doi.org/10.1080/10580530.2020.1814461>.
- Sun, Limin, Zhiqiang Shang, Ye Xia, Sutanu Bhowmick, e Satish Nagarajaiah. «Review of Bridge Structural Health Monitoring

Aided by Big Data and Artificial Intelligence: From Condition Assessment to Damage Detection». *Journal of Structural Engineering* 146, fasc. 5 (maggio 2020): 04020073. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0002535](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0002535).

Twizeyimana, Jean Damascene, e Annika Andersson. «The Public Value of E- Government – A Literature Review». *Government Information Quarterly* 36, fasc. 2 (aprile 2019): 167–78. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.01.001>.

Verhoef, Peter C., Thijs Broekhuizen, Yakov Bart, Abhi Bhattacharya, John Qi Dong, Nicolai Fabian, e Michael Haenlein. «Digital Transformation: A Multidisciplinary Reflection and Research Agenda». *Journal of Business Research* 122 (gennaio 2021): 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>.

Vrontis, Demetris, Michael Christofi, Vijay Pereira, Shlomo Tarba, Anna Makrides, e Eleni Trichina. «Artificial Intelligence, Robotics, Advanced Technologies and Human Resource Management: A Systematic Review». *The International Journal of Human Resource Management* 33, fasc. 6 (26 marzo 2022): 1237–66. <https://doi.org/10.1080/09585192.2020.1871398>.

Willems, Jurgen, Moritz J. Schmid, Dieter Vanderelst, Dominik Vogel, e Falk Ebinger.

«AI-Driven Public Services and the Privacy Paradox: Do Citizens Really Care about Their Privacy?» *Public Management Review* 25, fasc. 11 (2 novembre 2023): 2116–34. <https://doi.org/10.1080/14719037.2022.2063934>.

Wirtz, Bernd W., Jan C. Weyerer, e Carolin Geyer. «Artificial Intelligence and the Public Sector—Applications and Challenges».

International Journal of Public Administration 42, fasc. 7 (19 maggio 2019): 596–615.
<https://doi.org/10.1080/01900692.2018.1498103>.

Wirtz, Bernd W., Jan C. Weyerer, e Ines Kehl. «Governance of Artificial Intelligence: A Risk and Guideline-Based Integrative Framework». *Government Information Quarterly* 39, fasc. 4 (ottobre 2022): 101685. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101685>.

Yu, Kun-Hsing, Andrew L. Beam, e Isaac S. Kohane. «Artificial Intelligence in Healthcare». *Nature Biomedical Engineering* 2, fasc. 10 (10 ottobre 2018): 719–31. <https://doi.org/10.1038/s41551-018-0305-z>.

Zentrum Für Krebsregisterdaten (ZfKD) Im Robert Koch-Institut. «Datensatz Des ZfKD Auf Basis Der Epidemiologischen Landeskrebsregisterdaten Epi2019_2, Verfügbare Diagnosejahre Bis 2017 (Für Die Neuen Bundesländer Nur Bis Diagnosejahr 2016).» ZfKD – German Center for Cancer Registry Data at the RKI, 2020. <https://doi.org/10.18444/5.03.01.0005.0015.0002>.

Zhang, Kang, Xiaohong Liu, Jun Shen, Zhihuan Li, Ye Sang, Xingwang Wu, Yunfei Zha, et al. «Clinically Applicable AI System for Accurate Diagnosis, Quantitative Measurements, and Prognosis of COVID-19 Pneumonia Using Computed Tomography». *Cell* 181, fasc. 6 (giugno 2020): 1423-1433.e11. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.04.045>.

Zhang, Yi, Mengjia Wu, George Yijun Tian, Guangquan Zhang, e Jie Lu. «Ethics and Privacy of Artificial Intelligence: Understandings from Bibliometrics». *Knowledge-Based Systems* 222 (giugno 2021): 106994.

<https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.106994>.