

# Analisi dei fattori determinanti l'adozione dell'intelligenza artificiale in sanità

Francesca De Domenico, Guido Noto, Carlo Vermiglio\*

Lo studio si concentra sull'adozione di strumenti di intelligenza artificiale (IA) nelle aziende sanitarie e analizza le determinanti dell'adozione da parte dei professionisti sanitari. Sebbene l'adozione di nuove tecnologie, e in particolare di tecnologie emergenti come l'IA, possa offrire soluzioni innovative per migliorare la salute dei pazienti e l'efficienza delle aziende sanitarie, la loro adozione può essere ostacolata dall'emergere di possibili resistenze organizzative, individuali e professionali. Sulla base del TOE framework e mediante l'utilizzo di NVivo sono state condotte e analizzate alcune interviste semi-strutturate con farmacisti ospedalieri italiani. Il lavoro fornisce nuove evidenze sull'adozione di tecnologie emergenti nel settore sanitario e identifica le principali determinanti che i decisori aziendali dovrebbero considerare al fine di promuovere l'implementazione di tecnologie di IA. I risultati ottenuti forniscono informazioni utili ai produttori di tecnologie, ai policy makers e ai manager nella formulazione di strategie più idonee per facilitare l'adozione di tali tecnologie nel contesto sanitario.

nee per facilitare l'adozione di tali tecnologie nel contesto sanitario.

*Parole chiave:* intelligenza artificiale, determinanti dell'adozione, aziende sanitarie, farmacisti ospedalieri, NVivo, Technology-Organizational-Environment framework.

## Analysis of determinants of Artificial Intelligence adoption in healthcare

*The study focuses on the adoption of artificial intelligence (AI) tools in healthcare organisations and analyses the determinants of adoption by healthcare professionals. Although the adoption of new technologies, and, in particular, emerging technologies such as AI, can offer innovative solutions to improve patient health and the efficiency of healthcare organisations, their adoption can be hindered by the emergence of possible organisational, individual and professional resistance. Based on the TOE framework and through the use of NVivo, semi-structured interviews with Italian hospital pharmacists were conducted and analysed. The work provides new evidence on the adoption of emerging technologies in the healthcare sector and identifies the main determinants that decision-makers should consider in order*

## S O M M A R I O

1. Introduzione
2. L'adozione della tecnologia in sanità
3. Technology-Organization-Environment: un framework per studiare le determinanti dell'adozione di nuove tecnologie
4. Metodologia
5. Risultati
6. Conclusioni

\* Francesca De Domenico, Università degli Studi di Messina. Orcid id: <https://orcid.org/0000-0002-6859-6782>.

Guido Noto, Orcid id: <https://orcid.org/0000-0002-2981-5401>.

Carlo Vermiglio, Orcid id: <https://orcid.org/0000-0003-0408-1218>.

*to promote the implementation of AI technologies. The findings provide useful information for technology providers, policy makers and managers in developing more appropriate strategies to facilitate the adoption of such technologies in the healthcare system.*

*Keywords: Artificial Intelligence, determinants adoptions, healthcare organizations, hospital pharmacists, NVivo, Technology-Organizational-Environment framework.*

Articolo sottomesso: 30/05/2023,  
accettato: 16/01/2024

## 1. Introduzione

Le aziende sanitarie sono organizzazioni complesse che forniscono assistenza ospedaliera, ambulatoriale e territoriale attraverso le capacità e le competenze di un ampio gruppo di professionisti (Nutti *et al.*, 2018).

Gli ultimi anni sono stati caratterizzati dall'emergere di numerose sfide che le strutture sanitarie sono state chiamate ad affrontare; tra queste, per esempio, l'invecchiamento della popolazione con multi-morbilità (Pearson-Stuttard, Ezzati, and Gregg, 2019), il crescere dell'insorgenza di malattie complesse (Vogeli *et al.*, 2007) la carenza di medici specializzati (Shimizu *et al.*, 2021), il tutto in un contesto caratterizzato da vincoli economici sempre più stringenti (Dash *et al.*, 2021).

I direttori delle aziende sanitarie e delle relative unità organizzative sono dunque chiamati a disegnare e implementare soluzioni in grado di garantire un'assistenza sanitaria efficiente e di qualità, attraverso soluzioni organizzative flessibili (Figueroa *et al.*, 2019). In tale contesto, l'adozione di nuove tec-

nologie può offrire (e sta offrendo) un contributo significativo (Thimbleby, 2013). Il progresso delle tecnologie digitali e sanitarie consente infatti l'implementazione di soluzioni innovative e l'adozione di strumenti a supporto del servizio sanitario per ottenere migliori risultati in termini di salute e, al contempo, maggiore efficienza (Chaudhry *et al.*, 2006; Goldstein *et al.*, 2002; WHO, 2021). Grazie all'adozione di nuove tecnologie e, in particolare, di tecnologie emergenti (Rotolo *et al.*, 2015), i servizi sanitari stanno subendo una trasformazione radicale attraverso un maggiore accesso ai dati clinici (Damali *et al.*, 2021), alla possibilità di erogare una migliore assistenza personalizzata ai pazienti (Herzlinger, 2006), alla capacità di incidere sulla c.d. *health literacy* (Sligo *et al.*, 2017) ecc. Tra le tecnologie emergenti, quelle basate sull'intelligenza artificiale (IA) stanno progressivamente assumendo un ruolo sempre più importante nel settore sanitario (Bohr and Memarzadeh, 2020; Secinaro *et al.*, 2021).

Tuttavia, l'adozione di queste tecnologie da parte degli operatori sanitari può incontrare diversi tipi di resistenza (Gagnon *et al.*, 2012; Herzlinger, 2006; Silven *et al.*, 2022) – i.e. organizzativa, individuale e professionale. Gli operatori sanitari non sono necessariamente propensi all'adozione di nuove tecnologie (Hennemann, Beutel, and Zwerenz, 2017; Montague, Winchester, and Kleiner, 2010; Owusu Kwateng, Appiah, and Atiemo, 2021) soprattutto quando la loro adozione implica un cambiamento nei processi e nelle attività che sono chiamati a svolgere (le c.d. routine organizzative). Ciò può rallentare il processo di adozione e l'implementazione di alcune tecnologie che possono contribuire in modo significa-

tivo all'erogazione di cure migliori e alla gestione delle aziende sanitarie (Herzlinger, 2006).

Sulla base di queste premesse, la presente ricerca si propone di identificare e analizzare le determinanti dell'adozione delle tecnologie di IA da parte delle aziende sanitarie e dei professionisti che vi lavorano.

Per rispondere a questo obiettivo di ricerca, lo studio si concentra su una specifica tecnologia, ovvero un algoritmo di machine learning basato sull'IA in grado di supportare i farmacisti ospedalieri nel limitare il rischio iatrogeno nel momento della prescrizione e dell'erogazione del farmaco. In particolare, la tecnologia presa a riferimento è relativa a un software di IA che fornisce un *alert* al farmacista nel momento in cui la terapia prescritta possa determinare reazioni avverse al soggetto trattato sulla base della sua condizione clinica individuale e del suo episodio di cura.

Gli autori hanno condotto interviste semi-strutturate con diversi farmacisti ospedalieri che operano in presidi ospedalieri pubblici e privati italiani. Queste interviste sono state finalizzate alla comprensione dei processi decisionali che guidano gli operatori sanitari nell'adozione e nell'accettazione di tale tecnologia.

Il presente lavoro intende offrire diversi contributi. In primo luogo, l'articolo ha l'obiettivo di aggiungere nuove evidenze e dunque contribuire alla letteratura relativa all'adozione di tecnologie emergenti in ambito sanitario. In particolare, lo studio intende identificare le principali determinanti dell'adozione di strumenti di IA che i decisori aziendali dovrebbero considerare nel promuovere l'implementazione di una nuova tecnologia. Inoltre, i risultati ottenuti possono offrire ai produttori delle tecnologie informazioni utili per

creare un'offerta quanto più rispondente alle richieste degli utilizzatori.

Il lavoro è articolato come segue. Il paragrafo successivo propone una breve revisione della letteratura in tema di adozione della tecnologia e utilizzo di nuovi sistemi basati sull'intelligenza artificiale in sanità. Il secondo paragrafo presenta il framework teorico di riferimento. Il terzo paragrafo illustra la metodologia utilizzata per condurre la ricerca. Il quarto paragrafo illustra i risultati emersi dalle interviste. Infine, l'articolo termina con un paragrafo di discussione e di conclusioni che sintetizza i risultati emersi e nuove linee di ricerca future.

## 2. L'adozione della tecnologia in sanità

In un sistema sanitario caratterizzato da un progressivo incremento della spesa sanitaria (WHO, 2021), da un aumento dei bisogni di assistenza causati dall'invecchiamento della popolazione (Pearson-Stuttard *et al.*, 2019), e dai rapidi progressi nelle conoscenze scientifiche, l'innovazione tecnologica può consentire di rispondere in modo efficace ai bisogni crescenti di cura e tutela della salute della popolazione (Goldman *et al.*, 2005; Olshansky, 2018).

Quando parliamo di tecnologia in sanità, ci riferiamo a concetti quali l'e-health e la sanità digitale. L'e-health viene definita dall'Organizzazione Mondiale della Sanità come "l'utilizzo delle tecnologie informatiche e di telecomunicazione (ICT) a vantaggio della salute umana", mentre la sanità digitale rappresenta un "termine ombrello che comprende l'e-health, nonché aree emergenti, come l'uso di scienze informatiche avanzate nei big data, la genomica e l'intelligenza artificiale" (WHO, 2021).

Nonostante le tecnologie sanitarie possano portare numerosi benefici, non sempre le stesse vengono accolte con entusiasmo all'interno delle aziende sanitarie (Boonstra and Broekhuis, 2010a; Bronsoler *et al.*, 2020).

Per esempio, diversi studi dimostrano come l'adozione della cartella clinica elettronica, che rappresenta una delle prime tecnologie radicali introdotte nei sistemi sanitari, sia stata rallentata a causa dell'incertezza dovuta alle (inizialmente) scarse evidenze scientifiche (Menachemi *et al.*, 2008) e degli alti costi iniziali che le aziende hanno dovuto sostenere (Jha *et al.*, 2009). Può capitare, inoltre, che l'adozione di una nuova tecnologia da parte di un'azienda venga percepita come una minaccia per coloro che vi operano. Infatti, spesso si ritiene che la tecnologia possa sostituire il personale, e che un'eccessiva condivisione dei dati metta a rischio la privacy degli utenti (Barth *et al.*, 2019; Rindfleisch, 1997). Gli studiosi attribuiscono importanza cruciale ai fattori tecnologici, organizzativi e ambientali che guidano le scelte che stanno alla base del processo di adozione di una tecnologia (Kimberly and Evanisko, 1981; DePietro *et al.*, 1990). Più in dettaglio, fattori quali la compatibilità, l'adattabilità, o la scalabilità, rappresentano caratteristiche chiave (Alhashmi, Salloum, and Mhamdi, 2019; Nadri *et al.*, 2018).

Per quanto attiene ai fattori organizzativi, la propensione all'innovazione da parte del top management rappresenta sicuramente un importante driver di adozione (Premkumar and Potter, 1995; Wu *et al.*, 2008; Ilin, Ivetić, and Simić, 2017). Inoltre, una grande influenza sull'adozione della tecnologia è esercitata dalle caratteristiche dell'organizzazione stessa (Rye and Kimberly,

2007; Venkatesh *et al.*, 2008). Infatti, le dimensioni, le differenziazioni funzionali e l'integrazione esterna che caratterizzano l'organizzazione possono avere un impatto decisivo sulla scelta (Kimberly and Evanisko, 1981).

Infine, fattori ambientali quali l'introduzione di normative e regolamenti possono giocare un ruolo altrettanto importante (Damali, Kocakulah, and Ozkul, 2021; Rezaeibagha, Win, and Susilo, 2015).

### 2.1. L'utilizzo dell'intelligenza artificiale nei sistemi e nelle aziende sanitarie

Gli studi sullo sviluppo e l'implementazione di applicazioni di intelligenza artificiale (IA) in ambito sanitario costituiscono un ambito di ricerca emergente. L'intelligenza artificiale (IA) rappresenta una disciplina dell'informatica che si occupa della risoluzione di problemi con l'aiuto della programmazione simbolica.

La nascita di questa nuova tecnologia coincide, convenzionalmente, con la conferenza organizzata da Dartmouth College nel 1956, anche se già l'anno prima venne sviluppato il primo sistema basato sull'intelligenza artificiale chiamato *Logic Theorist* che non vide mai la sua pubblicazione (Mishra, 2018).

I dispositivi basati sull'intelligenza artificiale riescono a emulare i compiti cognitivi umani, quali la capacità di pensare, l'apprendimento profondo, l'adattamento alle situazioni, l'impegno in ciò che si fa, riuscendo a imitare i processi decisionali delle persone (Tagliaferri *et al.*, 2020). Negli anni, l'IA si è evoluta in scienza della risoluzione dei problemi con interessanti applicazioni nel mondo dell'assistenza sanitaria, portando diversi benefici ai fruitori del servizio (utenti), a chi eroga il servizio (aziende) e all'intero sistema sanitario. Infatti, in diversi casi, l'IA è stata impiegata

in ambito sanitario andando a modificare la pratica medica assistendo gli operatori sanitari in diversi ambiti e migliorando i servizi offerti grazie a una riduzione dei tempi per affrontare le sfide che quotidianamente caratterizzano il loro lavoro (Javaid *et al.*, 2022; Klumpp *et al.*, 2021).

In linea con gli studi di Rotolo *et al.* (2015), l'IA può essere definita come una tecnologia emergente in quanto rappresenta una novità radicale, ha una crescita relativamente rapida e coerente, ha un impatto rilevante sui soggetti e le organizzazioni che la adottano, ed è caratterizzata da incertezza e ambiguità. A oggi, le principali applicazioni dell'intelligenza artificiale in sanità riguardano la diagnosi, la terapia, la prognosi e la gestione del paziente. Queste attività richiedono l'utilizzo simultaneo di diverse tipologie di informazioni e competenze tra cui: l'utilizzo di conoscenze di base, dati relativi ai singoli pazienti, informazioni relative al contesto ambientale, e ulteriori informazioni che possono influenzare la scelta della migliore terapia da adottare.

L'IA vede la sua applicazione nella riabilitazione, attraverso strumenti capaci di apprendere esercizi e movimenti da effettuare sul paziente, nella medicina di precisione, grazie alla possibilità di personalizzare le cure, e nella chirurgia robotica con l'introduzione di robot in grado di supportare l'attività del medico. Recentemente, l'intelligenza artificiale sta assumendo un ruolo rilevante anche in diversi ambiti della farmaceutica, tra cui la scoperta di nuovi farmaci, la polifarmacologia, la creazione di farmaci personalizzati ecc.

In particolare, in ambito farmaceutico, sono stati sviluppati sistemi che utilizzano l'IA a supporto delle decisioni di prescrizione dei farmaci. Questi siste-

mi hanno il fine di migliorare la sicurezza del paziente e la sua cura cercando di minimizzare il rischio di errore di prescrizione che rappresenta una delle principali cause di re-ospedalizzazione dei pazienti, con conseguente incremento dei costi per i sistemi sanitari (Benkirane *et al.*, 2009; Classen *et al.*, 1997). Infatti, l'errata prescrizione, e la conseguente somministrazione, dei farmaci è considerata tra i più diffusi errori terapeutici (Van Der Sijs *et al.*, 2006; Villamañán *et al.*, 2013).

Negli anni sono stati fatti significativi sforzi per cercare di minimizzare questi errori attraverso, per esempio, l'utilizzo della prescrizione elettronica (CPOE) o la creazione dei sistemi di allerta computerizzati di supporto alle decisioni cliniche (CDS). Nonostante questi strumenti siano utili al lavoro dei professionisti sanitari e in particolare dei farmacisti ospedalieri, esistono tutt'oggi dei limiti. Ci si è accorti, per esempio, che il CPOE riduce gli errori di trattamento, ma non limita gli errori di prescrizione (Villamañán *et al.*, 2013). I CDS, invece, producono spesso *alert* non necessari (Backman *et al.*, 2017; McCoy *et al.*, 2012; Van Der Sijs *et al.*, 2006). Pertanto, il metodo di verifica più utilizzato a oggi risulta essere quello effettuato direttamente dal farmacista ospedaliero (Renaudin *et al.*, 2017).

Per risolvere questi problemi, diverse aziende stanno sviluppando dei sistemi di IA basati su algoritmi di machine learning a supporto dell'attività del farmacista ospedaliero in grado di contenere il problema relativo agli errori di prescrizione ed eventi avversi da farmaci. Questi sistemi, attraverso l'integrazione di enormi quantità di dati provenienti da diverse fonti (letteratura, cartella clinica, storia del paziente ecc.),

permettono, grazie a un aggiornamento autonomo e continuo, l'invio di *alert* in caso di errata prescrizione di uno o più farmaci da parte del medico (Noorbakhsh-Sabet *et al.*, 2019).

Con questo lavoro intendiamo fornire alcune considerazioni sull'adozione della tecnologia, e in particolare dell'IA in ambito sanitario.

### **3. Technology-Organization-Environment: un framework per studiare le determinanti dell'adozione di nuove tecnologie**

Negli ultimi 30 anni, il filone di ricerca sull'adozione delle tecnologie si è sviluppato notevolmente (Ogrezeanu, 2015). Infatti, per valutare ed esplorare i possibili fattori che influenzano le scelte di adozione, in letteratura, sono stati proposti diversi modelli e teorie. Tra questi ritroviamo il modello di accettazione della tecnologia (TAM) (Davis, 1985), il modello di diffusione delle innovazioni (DOI) (Rogers, 1983), la teoria unificata dell'accettazione e dell'uso della tecnologia (UTAUT) (Venkatesh *et al.*, 2003) e il framework Technology-Organizational-Environment (TOE) (DePietro *et al.*, 1990).

Il modello TAM, inizialmente concepito per spiegare il comportamento relativo all'utilizzo del computer (Davis, 1985), è stato ampiamente applicato per esaminare il comportamento degli individui nell'adozione delle tecnologie. In particolare, il modello si basa sull'idea che l'intenzione di utilizzare una tecnologia sia determinata da due fattori principali: la percezione dell'utilità (*PU*) e la percezione della facilità d'uso (*PEOU*). La *PU* rappresenta la misura in cui un individuo crede che l'uso di una particolare tecnologia migliorerà la sua

produttività o renderà più facile svolgere un compito. Mentre, la *PEOU* si riferisce alla misura in cui un individuo crede che l'uso della tecnologia presa come riferimento sarà privo di sforzo e senza complicazioni.

Secondo il modello DOI (Rogers, 1983), invece, la scelta di adozione di una tecnologia viene determinata da cinque fattori: il vantaggio relativo, la compatibilità, la complessità, l'osservabilità e la sperimentabilità. Il vantaggio relativo rappresenta la misura in cui la tecnologia è considerata migliore rispetto a quella precedente; la compatibilità è legata alla capacità della tecnologia di adattarsi ai processi interni aziendali, alle pratiche esistenti e ai valori già insiti nell'organizzazione; per complessità si intende la difficoltà che i soggetti potrebbero avere nell'utilizzo della tecnologia; l'osservabilità è rappresentata dalla visibilità della tecnologia per gli altri; infine la sperimentabilità è la facilità con cui la tecnologia può essere sperimentata. Questi fattori sono a loro volta influenzati da elementi individuali e da elementi interni ed esterni a un'organizzazione.

Un altro modello sviluppato per indagare i fattori che determinano l'adozione di una tecnologia è la teoria unificata dell'accettazione e dell'uso della tecnologia (UTAUT). Sviluppato nel 2003 da Venkatesh e colleghi (Venkatesh *et al.*, 2003) il modello UTAUT cerca di unificare molte delle teorie esistenti sull'adozione tecnologica. Questa teoria, in particolare, considera quattro fattori principali che influenzano l'accettazione e l'uso di una tecnologia: l'aspettativa della performance (o *Performance Expectancy*), le aspettative di sforzo (o *Effort Expectancy*), l'influenza sociale (o *Social Influence*) e le caratteristiche

facilitanti (o *Facilitating Conditions*). La *Performance Expectancy* si riferisce al beneficio che l'individuo percepisce che potrebbe derivare dall'utilizzo della tecnologia; l'*Effort Expectancy*, riguarda la facilità di utilizzo che ci si aspetta possa derivare dalla tecnologia; la *Social Influence* è legata alla percezione che altri soggetti credano che la tecnologia debba essere usata; infine, le *Facilitating Conditions* sono il supporto tecnico o organizzativo che ci si aspetta di ricevere durante l'utilizzo della tecnologia. Questi fattori sono moderati da età, sesso, esperienza e volontarietà d'uso degli individui.

Un altro modello utilizzato in letteratura, è il framework Technology-Organizational-Environment (TOE) sviluppato da Rocco DePietro, Edith Wiarda e Mitchell Fleischer (DePietro *et al.*, 1990) che descrive i principali fattori che influenzano l'adozione della tecnologia: il contesto tecnologico, il contesto organizzativo e il contesto ambientale. Gli autori osservano come il modello TOE rappresenti un approccio multi-prospettico che sottolinea come il processo di adozione della tecnologia sia influenzato da tre categorie di fattori. La prima attiene a fattori di contesto tecnologico e comprende le caratteristiche della tecnologia stessa, come la sua complessità o la compatibilità con i sistemi esistenti (Ilin *et al.*, 2017). Le tecnologie complesse che richiedono cambiamenti significativi nel flusso di lavoro possono essere più difficili da adottare, mentre le tecnologie compatibili con i sistemi esistenti possono essere adottate più facilmente (Chau and Tam, 2000; Cooper *et al.*, 1990).

La seconda categoria è relativa al contesto organizzativo. Questo comprende le caratteristiche dell'organizzazione

che sta adottando la tecnologia, come le dimensioni, la cultura e le risorse (Gutierrez, Boukrami, and Lumsden, 2015). Le organizzazioni più grandi possono disporre di maggiori risorse da investire nell'adozione di tecnologie (Thiesse *et al.*, 2011; Zhu, Kraemer, and Xu, 2006), mentre le organizzazioni con una cultura che valorizza l'innovazione possono essere più aperte all'adozione di nuove tecnologie (Gutierrez *et al.*, 2015; Low, Chen, and Wu, 2011). Anche le risorse a disposizione di un'organizzazione, comprese le risorse finanziarie e le competenze del personale, possono influenzare l'adozione della tecnologia (Thiesse *et al.*, 2011; Zhu *et al.*, 2006).

Infine, la terza categoria è rappresentata dal contesto ambientale, che comprende i fattori esterni che possono influenzare l'adozione delle tecnologie, come le normative governative o le pressioni competitive (Liang *et al.*, 2017; Zhu *et al.*, 2006). I regolamenti governativi possono creare incentivi o disincentivi per l'adozione della tecnologia (Cao *et al.*, 2014; Liang *et al.*, 2017), mentre le pressioni competitive possono spingere le imprese ad adottare le tecnologie per restare nel mercato (Jeyaraj, Rottman, and Lacity, 2006; Sligo *et al.*, 2017; Zhu *et al.*, 2006).

Sebbene in letteratura esistano diversi modelli per spiegare l'adozione della tecnologia, riteniamo il modello TOE particolarmente adeguato al fine di classificare le determinanti dell'adozione di sistemi di IA in sanità per diversi motivi (Damali *et al.*, 2021). Innanzitutto, il TOE, a differenza della teoria della diffusione delle innovazioni (DOI), prende in considerazione il contesto ambientale fornendo una prospettiva più completa per comprendere le motivazioni che stanno

alla base della decisione di adottare o meno una nuova tecnologia (Oliveira and Martins, 2011; Oliveira, Thomas, and Espadanal, 2014). Inoltre, il modello TOE sottolinea l'importanza del contesto organizzativo in cui avviene l'adozione della tecnologia evidenziando il ruolo della cultura organizzativa, delle risorse e delle competenze interne (Aboelmaged, 2014). Il TOE fornisce, quindi, una struttura concettuale utile a comprendere le complesse interazioni che intercorrono tra i fattori tecnologici, organizzativi e ambientali nell'adozione di nuove tecnologie (Yeh, Lee, and Pai, 2014; Zhu *et al.*, 2004). Infine, la validità del TOE è confermata dai numerosi studi che hanno utilizzato questo framework come base teorica per individuare le determinanti che influenzano l'adozione di una nuova tecnologia sia in contesti aziendali (Alshamaila, Papagiannidis, and Li, 2013; Chau and Tam, 1997; Gibbs and Kraemer, 2004; Iacovou, Benbasat, and Dexter, 1995; Kuan and Chau, 2001; Zhu *et al.*, 2004), che in ambito sanitario (Aboelmaged and Hashem, 2018; Cao, Jones, and Sheng, 2014; Damali *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2022).

Come sottolineano Wang e colleghi (2010) (Wang, Wang, and Yang, 2010), limiti del modello TOE, sono principalmente due: (1) il modello non prevede l'indicazione esplicita dei principali costrutti alla base del framework, il che rende possibile modificarli in base ai risultati ottenuti; e (2) le determinanti all'interno delle tre categorie di fattori (tecnologico, organizzativo e ambientale) possono variare tra i diversi studi. Questi aspetti, tuttavia, determinano una maggiore flessibilità nello svolgimento dell'analisi che permette al modello TOE di

adattarsi al contesto specifico di analisi. In ambito sanitario, per esempio le organizzazioni sanitarie possono trovarsi ad affrontare sfide legate alla privacy dei pazienti e al trattamento dei dati che altri settori potrebbero non dover affrontare (Boonstra and Broekhuis, 2010b; Wang, Kung, and Byrd, 2018). In aggiunta, l'ambiente normativo del settore sanitario può risultare più complesso rispetto agli altri settori (Boonstra and Broekhuis, 2010a).

Per questi motivi, si ritiene che il TOE possa essere un valido framework per l'analisi dei fattori che influenzano le scelte di adozione che verranno approfonditi in dettaglio nei paragrafi successivi.

#### 4. Metodologia

Come anticipato nell'introduzione, questo articolo si concentra su una specifica tecnologia di IA e sulla propensione dei professionisti sanitari – e in particolare dei farmacisti ospedalieri – ad adottare la stessa. La tecnologia in questione è un algoritmo di machine learning basato sull'IA che ha come obiettivo quello di limitare il rischio iatrogeno collegato alla prescrizione e all'erogazione dei farmaci in ambito ospedaliero. In particolare, questo strumento, attraverso l'integrazione e l'aggiornamento continuo dei dati relativi al paziente e al ricovero, restituisce un *alert* al farmacista in caso di possibile interazione tra due o più farmaci prescritti dal medico, per evitare l'insorgenza di eventi avversi. La ragione che spinge a indagare le possibili determinanti che influenzano le scelte dei farmacisti ospedalieri nasce dal fatto che questo tipo di tecnologia, a conoscenza degli autori, non sia stata ancora adottata all'interno delle aziende sanitarie italiane. Inoltre, la figura del farmacista oспе-

daliero è di particolare interesse in quanto, nello svolgimento della sua attività professionale, è chiamato ad assumere decisioni sulla base di un grande quantitativo di dati, informative e linee guida. Non da ultimo, la sua prestazione è strettamente collegata alle decisioni effettuate dai medici di tutte le specializzazioni operanti nell'azienda sanitaria di appartenenza. Per tali motivi, l'IA ha la potenzialità di offrire un importante supporto alla sua attività professionale.

Per raggiungere l'obiettivo della presente ricerca, è stato condotto uno studio trasversale sul campo (Lillis and Mundy, 2005; Merchant and Manzoni, 1989) effettuando un'indagine di tipo qualitativo-esplorativo attraverso interviste semi-strutturate con farmacisti ospedalieri di diverse aziende sanitarie italiane.

Come è possibile osservare in Tab. 1, la scelta è ricaduta su un campione composto da 9 farmacisti ospedalieri, otto dei quali con il ruolo di direttori della farmacia ospedaliera e un farmacista ospedaliero esperto. Dei farmacisti intervistati, uno lavora in un'azienda sanitaria del Nord Italia, tre opera-

no in aziende sanitarie del Centro Italia e cinque svolgono la loro professione nel Sud Italia. La maggior parte di loro appartiene alla classe di età 55/65 (5 professionisti su 9), due rientrano nella classe 44/55 e due farmacisti rientrano rispettivamente nella classe 35/45 e 25/35. Solo due professionisti appartengono al genere maschile, i restanti sette sono donne. I professionisti sono stati reclutati attraverso il metodo "snowball", infatti, sono stati selezionati dei soggetti ritenuti esperti del settore i quali, a loro volta, ci hanno fornito i contatti di colleghi di altre aziende o regioni italiane. La raccolta delle informazioni è stata effettuata attraverso interviste semi-strutturate 1:1 con ciascun farmacista ospedaliero attraverso videocchiate registrate previa autorizzazione.

A titolo descrittivo, la Tab. 1 riporta le caratteristiche degli esperti intervistati. Gli autori hanno condotto le interviste e raccolto i dati attraverso sessioni multiple. La durata di ogni sessione è stata mediamente di 1 ora e le interviste sono state registrate attraverso l'utilizzo di un dispositivo di registrazione audio. Ogni intervista è stata riascoltata e tra-

**Tab. 1** – Descrizione campione Dirigenti Farmacia

Rispondente	Zona	Genere	Fascia età	Istruzione	Ruolo
R1	Centro	F	35/45	Dottorato/Specializzazione	Farmacista esperto
R2	Centro	F	55/65	Specializzazione	Dirigente Farmacia
R3	Nord	F	55/65	Specializzazione	Dirigente Farmacia
R4	Sud	F	55/65	Specializzazione	Dirigente Farmacia
R5	Centro	M	55/65	Specializzazione	Dirigente Farmacia
R6	Sud	F	45/55	Dottorato/Specializzazione	Dirigente Farmacia
R7	Sud	F	55/65	Dottorato/Specializzazione	Dirigente Farmacia
R8	Sud	F	25/35	Specializzazione	Dirigente Farmacia
R9	Sud	M	45/55	Dottorato/Specializzazione	Dirigente Farmacia

scritta, per poi essere analizzata attraverso il software NVivo (Moi, Frau, and Cabiddu, 2018). L'analisi delle interviste è avvenuta seguendo un approccio deduttivo e induttivo, in quanto alcune determinanti che possono influenzare le scelte di adozione di tali strumenti sono note in letteratura, mentre altre emergono dalle interviste con i nostri professionisti (Bandara *et al.*, 2015). In particolare, è stato realizzato un questionario sulla base delle determinanti già individuate dalla letteratura e sulla base del framework TOE preso a riferimento per questo studio (Bazeley and Jackson, 2013). Il questionario, testato con la prima intervista, è stato poi somministrato agli altri rispondenti lasciando loro la possibilità di identificare e fare emergere nuove evidenze e risultati, e, allo stesso tempo, eliminando i fattori non ritenuti rilevanti.

L'indagine esplorativa è stata effettuata sulla base del processo di categorizzazione proposto da Grodal e colleghi (Grodal *et al.*, 2020). In particolare, una prima analisi approfondita effettuata sulle interviste, ci ha permesso di identificare i concetti ritenuti più rilevanti (Gibbs, 2007).

Durante questo processo di codifica, sono state integrate le determinanti emerse dalle interviste con le categorie precedentemente identificate in letteratura. Successivamente, attraverso un processo iterativo, sono state eliminate, aggiunte, aggregate, divise e messe in relazione le diverse categorie emerse dall'analisi dei dati.

Le determinanti, quindi, sono state raggruppate attorno a una serie di categorie di secondo ordine per visualizzare i dati a un livello di astrazione più elevato fino a raggiungere un punto di saturazione (Strauss & Cor-

bin, 1998). Infine, i concetti di secondo ordine sono stati raggruppati nelle dimensioni generali del framework TOE di riferimento, catturando gli elementi più importanti legati al contesto tecnologico, organizzativo e ambientale.

Al fine di garantire affidabilità (o *dependability*) e quindi, solidità dei risultati (Bell *et al.*, 2018), due dei co-autori hanno categorizzato ed etichettato in modo indipendente e simultaneo le interviste condotte con i professionisti, creando un elenco provvisorio di codici (Patvardhan *et al.*, 2015). Inoltre, ogni fase del processo di codifica, è stata caratterizzata da una *Coding Comparison Query*. Infatti, ogni possibile incongruenza è stata discussa fino a raggiungere un coefficiente Kappa superiore a 0,80 (Miles & Huberman, 1984). Il coefficiente Kappa rappresenta un indicatore statistico che misura la coerenza e l'affidabilità del processo di codifica effettuato da diversi codificatori. Il suo valore varia da 0 a 1, dove 0 indica disaccordo, mentre 1 corrisponde a un accordo perfetto tra i codificatori. Un valore di Kappa inferiore potrebbe richiedere ulteriori sforzi per migliorare la coerenza nella codifica.

Inoltre, come suggerito da Bell e colleghi (Bell *et al.*, 2018), sono stati applicati i criteri di *credibility*, *transferability* e *confirmability* che mirano ad assicurare maggiore robustezza dei risultati in uno studio qualitativo. In particolare, per avere una maggiore *credibility* dei risultati, i risultati sono stati condivisi con gli intervistati per ricevere una loro validazione e conferma in merito alle categorie emerse. In linea con gli studi di Yin (Yin, 2014) l'eventuale applicabilità dello studio in altri settori (*transferability*) è resa possibile gra-

zie alla descrizione dell'iter di analisi e del framework di ricerca adottato (framework TOE) al fine di garantire una generalizzazione analitica. Infine, per evitare un'interpretazione imparziale dei risultati (*confirmability*) (Moi *et al.*, 2023), nell'analisi dei risultati sono state inserite citazioni dirette dei farmacisti ospedalieri.

## 5. Risultati

Come precedentemente esposto, per esplorare i fattori che possono influenzare le scelte di adozione di strumenti basati sull'IA in sanità abbiamo analizzato le interviste sulla base del framework TOE. Il modello descrive tre fattori che influenzano l'adozione della tecnologia: il contesto tecnologico, il contesto organizzativo e il contesto ambientale.

All'esito delle interviste ai professionisti sanitari elencati in precedenza, è emerso come le determinanti relative al contesto tecnologico sono la facilità d'uso e l'integrazione con altri strumenti aziendali, la fornitura di assistenza e formazione, la fiducia, la conoscenza del produttore della tecnologia e il costo; quelle relative al contesto organizzativo si articolano in endorsement manageriale e competenze tecniche interne; mentre le variabili legate al contesto ambientale sono l'accettazione da parte dell'utenza, l'utilizzo della tecnologia da parte di altri soggetti (organizzazioni sanitarie o SSR) ed eventuali obblighi normativi.

### Contesto tecnologico

Nel modello TOE, il contesto tecnologico rappresenta l'insieme dei fattori legati alla tecnologia di riferimento, ovvero al software di IA. In particolare, sono stati individuati cinque fattori

legati alla tecnologia che possono avere un'influenza sulla scelta di adozione. Questi sono: la facilità d'uso e l'integrazione con altri strumenti aziendali, la fornitura di assistenza e formazione, la fiducia, la conoscenza del produttore della tecnologia e il costo.

**Facilità d'uso e integrazione.** Precedenti studi hanno dimostrato come la facilità d'uso rappresenti un fattore importante nelle decisioni relative all'adozione di tecnologie di IA nei sistemi sanitari (Alhashmi *et al.*, 2019; Nadri *et al.*, 2018). Infatti, secondo Nadri e colleghi (2018) se la tecnologia basata sull'IA non è di facile utilizzo, gli operatori sanitari potrebbero avere difficoltà a impiegarla efficacemente, con conseguenti bassi tassi di adozione. Per esempio, se la tecnologia non si integra con i sistemi già in uso, gli operatori sanitari potrebbero essere riluttanti a utilizzarla.

D'altro canto, se la tecnologia basata sull'intelligenza artificiale è facile da usare, gli operatori sanitari potrebbero essere più propensi ad adottarla. Un sistema di facile utilizzo può aiutare gli operatori sanitari a risparmiare tempo e ad aumentare la loro efficienza automatizzando le attività di routine, consentendo loro di concentrarsi su compiti più complessi (Javaid *et al.*, 2022). Inoltre, un sistema di facile utilizzo può contribuire a ridurre gli errori e a migliorare i risultati per i pazienti (Mishra, 2018; Sirois *et al.*, 2021).

Tutti gli intervistati condividono l'importanza della facilità d'uso nelle scelte di adozione di un software di IA. R5 sostiene che questa caratteristica è *“prioritaria, tanto più è complicata, tanto meno viene accettata, per cui deve essere di facilissimo utilizzo”*.

Dall'analisi con NVivo risulta che alla domanda "Quanto può influire la facilità di utilizzo dello strumento in termini di adozione dello stesso?", Parole come "molto", "moltissimo", "prioritario", "assolutamente", "importante" o "soprattutto" sono quelle più ricorrenti nelle risposte degli intervistati.

La facilità d'uso è connessa all'integrazione ai sistemi esistenti già adottati dalle organizzazioni sanitarie, così come sostiene R3 "... poi deve vedere nell'atto pratico che tipo di utilizzo riesce a fare per esempio se questo software si interfaccia in maniera perfetta con tutto il resto dell'informatica dell'ospedale e quindi veramente raccoglie in automatico tutto, esami ematocimici dati pregressi del paziente della sua storia sanitaria ecc. [...] La facilità di uso, la praticità è sempre un parametro molto utile cioè fondamentale... deve essere facile da usare e veloce perché ci sono terapie che si possono guardare con calma ma poi il tempo è importante". R8 enfatizza come la facilità d'uso sia un elemento importante "soprattutto se vogliamo parlare di professionisti di una determinata fascia di età". A rafforzare l'importanza dell'integrazione del sistema con quelli esistenti, anche R9 ritiene che "se ci fosse un'interazione fra il nostro sistema e l'altro (quello basato sull'IA), va bene sennò si rischierebbe un rallentamento o comunque il dover fare un doppio lavoro... Quindi ci deve essere un'integrazione con i software", mentre R1 dichiara che la facilità d'uso legata all'integrazione "a strumenti cogenti e già funzionanti" sia un aspetto fondamentale "soprattutto all'inizio".

Le interviste, quindi, hanno confermato i risultati presenti in letteratura. Un sistema ben integrato e di facile utilizzo può aumentare i tassi di adozione, migliorare la soddisfazione

degli operatori sanitari e, in ultima analisi, portare a risultati migliori per i pazienti (Klumpp *et al.*, 2021).

**Assistenza e formazione.** L'assistenza e, in generale, le informazioni fornite dai produttori di tecnologie sono aspetti determinati nella scelta dell'adozione di una tecnologia in ambito sanitario (Rigby, 2006; Wu, Wang, and Lin, 2007). I *provider*, infatti, possiedono conoscenze specialistiche sui loro prodotti e possono offrire preziose indicazioni sulle loro capacità, sui loro limiti e sull'idoneità a specifici contesti sanitari. Inoltre, possono fornire assistenza tecnica e formazione per aiutare le organizzazioni sanitarie a integrare e utilizzare con successo la tecnologia. Ciò può essere particolarmente importante in contesti sanitari in cui l'adozione di nuove tecnologie può richiedere modifiche ai flussi di lavoro e ai processi consolidati (Rigby, 2006; Wu, Wang and Lin, 2007).

Per i professionisti, la fornitura di assistenza e di formazione quando si adotta una nuova tecnologia, gioca un ruolo fondamentale nella scelta. R1 dichiara "per me influisce, io prenderei assolutamente [il software] che ha l'assistenza anche se mi costa di più".

Infatti, come riporta R5 l'attività di assistenza e formazione "è determinante, perché non esiste la scarpa che va bene per tutti, quindi, va assolutamente personalizzata per trovare la giusta collocazione all'interno delle singole aziende, e quindi è necessario il supporto tecnico per poter operare delle piccole modifiche di sistema che servono a renderlo più "compliant" con il luogo nel quale si va a implementare". Lo stesso viene riportato da R3 "l'assistenza va sempre fatta a meno che non sia un software veramente di una facilità estrema, altrimenti l'assi-

stenza è sempre richiesta. Dovendosi [il software] interfacciare con [altri] software aziendali penso che sia indispensabile, perché non potrà mai essere un sistema standard al 100%”.

“Come tutti i sistemi basta imparare, un po’ di formazione...” dichiara R8, aggiungendo che “secondo me è importante avere una assistenza per qualsiasi dubbio, malfunzionamento...”.

C’è anche chi dà per scontato la fornitura di assistenza (R4): “quando si fanno di solito questi contratti, c’è sempre un’assistenza in queste macchine o programmi”.

Pertanto, emerge come, l’assistenza e le informazioni fornite dai produttori di tecnologie siano essenziali per prendere decisioni informate e adottare con successo nuove tecnologie in ambito sanitario (Compeau and Higgins, 1995).

**Fiducia.** La mancanza di conoscenza degli algoritmi alla base dell’intelligenza artificiale potrebbe avere un ruolo significativo nella decisione di adottare tecnologie basate sull’IA (Stead, 2018). In particolare, un potenziale problema è rappresentato dalla non trasparenza nel processo decisionale dei sistemi basati sull’IA. Se un sistema di IA prende decisioni basate su algoritmi complessi, non facilmente comprensibili per gli operatori sanitari o i pazienti, si potrebbe creare una mancanza di fiducia nella tecnologia (Bedué and Fritzsche, 2022).

D’altra parte, però, con l’avanzamento della tecnologia “a oggi si incomincia a parlare di registrare questa tecnologia come ‘dispositivi medici’, perché nell’ambito dei dispositivi nella normativa europea viene comunque identificato il software come un possibile dispositivo

medico...”, quindi in ottica di adozione il farmacista intervistato risponde che “... nel caso in cui mi si presentasse come ‘dispositivo medico’, a quel punto, certamente, mi affiderei totalmente” (R1).

Allo stesso modo la pensa R3 quando risponde “secondo me [il professionista] si fiderebbe perché sono sempre strumenti ormai validati, non è un prototipo... si tratta di strumenti già complessi in uso in altre realtà, io non vedo problemi per il fatto che si utilizzino sistemi di apprendimento automatico”.

C’è chi lo vede come “uno strumento in più” (R4), o come un “valido ausilio nella normale pratica di lavoro... rappresenta un valore aggiunto, non certo un problema” (R5).

Gli esperti hanno dichiarato che, sebbene la fiducia nella tecnologia sia importante, ormai le tecnologie basate sull’IA sono ritenute valide in quanto già adottate in modo performante in diversi contesti sanitari quali, a titolo di esempio, la diagnostica, rendendola più rapida e accurata (Yu, Beam, and Kohane, 2018), l’assistenza al personale sanitario riducendo gli errori e/o sostituendo dei compiti semplici e routinari (Guo and Li, 2018), ma anche in ambito chirurgico mediante l’utilizzo di nuovi strumenti più accurati (Wang and Majewicz Fey, 2018).

**Produttore.** L’adozione di sistemi di IA potrebbe creare una dipendenza dell’azienda sanitaria dal fornitore facendola incorrere in eventuali elevati costi di switching. Questa dipendenza potrebbe sorgere per il fatto che i dati raccolti all’interno dei sistemi vengono salvati in Cloud, rendendo difficile il possibile passaggio a un altro sistema. Le problematiche legate alla conoscenza del produttore nelle scelte di adozione della tecnologia,

però, vengono meno se pensiamo ai processi di *health technology assessment* che a livello mondiale si occupano di valutare ogni tecnologia medica (dispositivi, farmaci, software ecc.) e ai sistemi di certificazione che devono ottenere le tecnologie mediche per essere messe in commercio.

Ai professionisti intervistati è stato chiesto che ruolo avesse il produttore della tecnologia di IA nel processo di adozione. A tal proposito, R1 risponde *“se l’acquisto l’ha fatto la mia azienda, immagino che a monte qualcuno abbia già valutato, ma comunque se lo dovessi comprare io... certamente sarei influenzata, sì”*.

*Però se è certificato, allora non baderei sinceramente, cioè certificato da un ente quale EMA, AIFA, l’Istituto superiore di sanità che certifica i dispositivi medici... O se fosse un dispositivo CE, non porrei alcun dubbio”*.

Quindi non si tende a dare tanta importanza all’azienda che produce la tecnologia, ma al fatto che quella tecnologia sia stata già valutata e abbia ottenuto le certificazioni per essere messa sul mercato, così come sostiene R7 *“Secondo me, l’importante è avere le certificazioni non per forza deve essere un’azienda ‘famosa’... Secondo me visto che qualsiasi cosa passa sempre dall’AIFA quindi già la certificazione AIFA per me è già un biglietto da visita”*.

Tuttavia, R2 ritiene preferibile affidarsi a un fornitore noto, in quanto *“è più probabile che fra 10 anni sia ancora presente nel mercato e che ti dia una risposta [a un possibile problema]”*.

Il ruolo del produttore è altresì considerato con riferimento agli aspetti collegati alla sicurezza dei dati. Secondo R2 e R3, infatti, la scelta di un prodotto fornito da un leader di settore *“è stimato essere più sicuro [rispetto] a quello della rete aziendale”*, infatti, R3

aggiunge *“non vedo nessun problema nel momento in cui viene proposto un software da una ditta seria”*.

Dalle interviste, è emerso che, sebbene sia importante conoscere il produttore della tecnologia, il fatto stesso di essere stata già valutata e aver ottenuto le certificazioni richieste per essere immesse nel mercato rappresenta una garanzia per chi deve decidere che tecnologia adottare.

**Costo.** Nei sistemi sanitari che adottano il modello Beveridge, come l’Italia, l’attenzione ai costi legati al rispetto dei limiti di spesa dettati dai governi, rappresenta un aspetto cruciale nell’assistenza sanitaria. Le aziende sanitarie, infatti, devono rispettare i vincoli finanziari stabiliti a livello nazionale e regionale per garantire la sostenibilità e la qualità delle cure.

Sebbene nelle scelte di adozione di una nuova tecnologia il costo assuma un ruolo importante, la maggior parte dei professionisti intervistati (R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9) ritengono al di fuori delle loro competenze questo tipo di valutazioni.

R2, invece, sostiene che le organizzazioni sanitarie guardano al costo delle tecnologie per contenere i tetti di spesa: *“certamente, noi siamo chiamati al contenimento dei costi e per questo motivo il costo è un aspetto fondamentale che bisogna sempre considerare”*.

Secondo R1, il costo del software dovrebbe essere pari o poco superiore allo stipendio di un’unità in più con il ruolo di farmacista ospedaliero *“Dovrebbe essere più o meno pari al costo di un professionista, sennò mi prendo un farmacologo... me lo metto lì... lo pago 50-60 mila euro, però ho un professionista”*.

In generale, il rispetto dei limiti di spesa è un aspetto importante per

garantire che l'assistenza sanitaria rimanga accessibile, sostenibile e di alta qualità per tutti.

### **Contesto organizzativo**

All'interno del contesto organizzativo vengono identificate quelle che sono le caratteristiche intrinseche dell'organizzazione che ha intenzione di adottare la tecnologia e dei soggetti che operano al suo interno. In linea con gli studi presenti in letteratura, tra i fattori legati al contesto organizzativo sono emersi l'endorsement manageriale e le competenze tecniche interne.

**Endorsement manageriale.** Gli studi presenti in letteratura mostrano come nei contesti organizzativi in cui i top manager hanno un atteggiamento favorevole al cambiamento e all'innovazione è più probabile che una nuova tecnologia venga adottata (Ilin *et al.*, 2017; Oliveira *et al.*, 2014; Premkumar and Potter, 1995; Vanany and Shaharoun, 2008; Wu *et al.*, 2008). Infatti, i top manager svolgono un ruolo fondamentale nel definire la direzione strategica delle aziende sanitarie e nel determinare l'allocazione delle risorse (finanziarie e umane) necessarie per il successo dell'implementazione delle nuove tecnologie. Dalle risposte ottenute dai professionisti intervistati, emergono due distinte considerazioni. Alcuni ritengono che il supporto del top manager sia sicuramente importante, ma che la spinta all'adozione delle tecnologie provenga prevalentemente dai professionisti che andranno a utilizzare quella tecnologia, quel dispositivo o quel farmaco *“l'endorsement da parte del direttore generale può avere un'influenza, sì, assolutamente, ma io mi fiderei più*

*se lo introducesse il mio settore piuttosto che il direttore generale”* (R1). Per R7 la spinta all'adozione proviene dal professionista, ma è il top manager che prende la decisione finale, quindi, come riporta anche R8, è auspicabile una collaborazione tra le figure professionali e *“l'endorsement, quindi il coinvolgimento della direzione aziendale, è uno strumento che facilita l'adozione insieme al ruolo del professionista”*.

Altri intervistati ritengono invece prioritario il supporto del top manager nelle scelte di adozione di nuove tecnologie. R2 sostiene che anche la proposta di adozione *“dovrebbe arrivare addirittura da un livello sovra aziendale”*; allo stesso modo la pensa R3, *“per come sono organizzati gli ospedali in [omissis] la proposta di adozione dovrebbe venire dalla direzione generale, anche perché è un sistema che coinvolge tutto l'ospedale e dovendo interfacciarsi con tutti i dati non potrebbe essere il professionista a proporlo”*.

Attraverso le risposte date dai professionisti intervistati, emerge come, anche sulla base dei SSR in cui operano, il supporto dalla direzione generale è importante, ma in alcuni contesti, è il professionista che propone l'adozione di nuovi strumenti. È dunque auspicabile una collaborazione tra i diversi livelli di governance aziendale. In particolare, il coinvolgimento del top management è necessario in quanto difficilmente i singoli professionisti riescono ad avere un quadro d'insieme e a comprendere tutte possibili implicazioni che l'adozione di una nuova tecnologia può comportare (Rye and Kimberly, 2007).

**Competenze interne.** Secondo Venkatesh e colleghi (Venkatesh *et al.*, 2008), conoscenze e risorse (materiali

e umane) adeguate possono favorire il processo di adozione delle tecnologie. Tutti i professionisti intervistati, indipendentemente dalle aziende e regioni di appartenenza, concordano che con l'ormai affermato processo di digitalizzazione che ha interessato i sistemi sanitari, i professionisti abbiano le competenze necessarie per assistere all'introduzione di una tecnologia di IA all'interno della loro organizzazione. R4 e R7, a tal proposito dichiarano *“ma sì, ormai c'è la cartella clinica informatizzata, quindi o volenti o nolenti bisogna comunque adattarsi alle nuove tecnologie... ci può essere all'inizio un po' di resistenza, però poi ti adatti”* e ancora *“Sì ormai la tecnologia fa parte della nostra vita quindi siamo propensi... c'è questa apertura dei professionisti sia del medico che del farmacista... sono sempre positiva e mi piace fare sempre cose nuove, sperimentare”*. R3 sostiene che le competenze tecniche interne ci sono in quanto *“i professionisti più anziani, quelli che non ci arrivano con l'informatica sono andati in pensione [...] il professionista della mia generazione, che sono quelli vecchi adesso, ha già iniziato a lavorare con l'informatica”*.

I professionisti affermano che il processo di digitalizzazione in corso, ha interessato tutti i settori, compreso quello sanitario e ospedaliero. Di conseguenza, difficilmente l'adozione di una tecnologia può essere ostacolata dalla mancanza di competenze tecniche interne.

### Contesto ambientale

Il contesto ambientale fa riferimento all'arena in cui un'organizzazione svolge la propria attività e può essere collegato a elementi relativi al settore a cui l'azienda appartiene o al contesto normativo in cui svolge il proprio operato.

La presente analisi individua quattro fattori legati al contesto ambientale: l'accettazione da parte dell'utenza, l'utilizzo della tecnologia da parte di altri soggetti (organizzazioni sanitarie o SSR) e gli obblighi normativi.

**Utenza.** I cittadini, potenziali pazienti, rappresentano l'utente principale a cui si rivolge il servizio sanitario. Essendo tra gli stakeholder più importanti, le loro preferenze e i loro interessi dovrebbero essere contemplati nei processi decisionali delle organizzazioni sanitarie anche nelle scelte legate all'adozione di nuove tecnologie. Inoltre, alcuni studi dimostrano come i pazienti possano essere restii a usufruire dell'assistenza sanitaria quando questa viene erogata attraverso l'uso dell'IA piuttosto che fornita direttamente dalle persone (Gaube *et al.*, 2021; Longoni, Bonezzi, and Morewedge, 2019; Yin, Ngiam, and Teo, 2021). Questo potrebbe avvenire poiché il paziente non fidandosi della tecnologia, pensa che le caratteristiche, i sintomi e la sua unicità vengano trascurati da un sistema automatizzato (Longoni *et al.*, 2019).

Ai soggetti intervistati è stato chiesto che influenza possa avere l'utente, ovvero il paziente, nelle scelte di adozione e, quindi, se la sua possibile resistenza ad accettare l'assistenza fornita da una macchina influenzi l'adozione di tecnologie basate sull'IA. Tra i professionisti, R3 e R8, sostengono che *“la popolazione sia estremamente eterogenea per cui ci sono persone che sono contentissime e persone che potrebbero non essere contente”* (R3), sottolineando come *“secondo me è sempre una questione personale”* (R8). La maggior parte dei rispondenti, concorda sul fatto che *“il paziente che va a fare la terapia si fida, perché già sa che i sistemi*

sono perfettamente controllati” (R7), in quanto “si fida a prescindere da quel che c’è dietro... secondo me, lo vedrebbe in maniera positiva e non negativa” (R5). Il settore sanitario è caratterizzato da una forte asimmetria tra paziente e medico. Infatti, come sostiene R1 “l’utente, si fida prevalentemente della figura che ha davanti, poi che questo utilizzi un algoritmo o meno, l’importante è che passi [il messaggio] che sia stata fatta un’analisi [da parte del professionista], quindi [la tecnologia rappresenta] una tutela in più”.

**Utilizzo da altri soggetti.** L’adozione di una tecnologia può essere influenzata oltre che dal settore in cui un’azienda opera, anche dalle aziende che, all’interno del settore, l’hanno già adottata. Questo perché le aziende sanitarie sono costantemente alla ricerca di modi per migliorare l’assistenza ai pazienti, riducendo al contempo i costi. Se le aziende sanitarie vedono che altri utilizzano la tecnologia AI e ottengono risultati positivi, possono sentirsi spinte ad adottare una tecnologia simile. Questo concetto riprende la teoria istituzionale ed è spiegato dalle forze mimetiche e normative dell’isomorfismo (Di Maggio e Powell, 1983).

A tal proposito commenta R1 “Immaginati il caso in cui nelle discussioni nazionali...di congressi specifici sul farmaco, ti interfacci con il collega e vedi dei risultati relativi a questo argomento [tecnologia di IA] e magari provengono da quella regione che ha la nomea di essere performante, a quel punto, anzi forse, certamente, sarebbe il primo stimolo per l’acquisto”.

R5 dichiara che “sapere che un determinato prodotto è già presente in altre strutture analoghe, ha un suo peso importante per due ragioni, primo, perché ci consente di verificare in altre realtà il funzionamento del prodotto nella reale

pratica clinica, secondo, perché è un biglietto da visita importante nella valutazione del prodotto stesso” e aggiunge “c’è una domanda che faccio sempre a chi mi propone una tecnologia del genere, ed è ‘in quale altro ospedale siete presenti?’, ecco questa è un’informazione secondo me importante”. Inoltre, se diverse organizzazioni sanitarie hanno già adottato questa tecnologia, potrebbe diventare motivo di confronto anche nei convegni (R1, R4, R5, R6, R8).

Questo effetto a “catena” viene confermato dai professionisti intervistati, infatti, se una tecnologia viene adottata da un’azienda ospedaliera o un SSR conosciuto come performante con risultati positivi, le altre aziende sono più propense ad adottare la tecnologia.

**Obbligo normativo.** Dagli studi presenti in letteratura emerge come le politiche adottate dai governi possano avere un’influenza nelle scelte di adozione di una nuova tecnologia anche nel settore sanitario (Damali *et al.*, 2021; Rezaeibagha *et al.*, 2015). Specialmente per quelle tecnologie che prevedono scambio di dati (come le tecnologie basate sull’IA) il governo può svolgere un ruolo importante nel regolamentare il loro utilizzo. Per esempio, possono essere implementate normative che stabiliscano gli standard minimi di sicurezza e privacy dei dati garantendo un utilizzo responsabile e etico. Il governo potrebbe anche incentivarne l’adozione attraverso programmi di finanziamento e agevolazioni fiscali o promuovere la formazione e la sensibilizzazione attraverso corsi in sinergia con le comunità accademiche e di ricerca. D’altra parte, però, l’adozione obbligatoria di tecnologie basate sull’intelligenza artificiale (IA) potrebbe comportare una limita-

ta attenzione nell'utilizzo dello strumento da parte delle aziende.

Dalle interviste effettuate emergono pareri contrastanti sull'influenza che l'imposizione di una tecnologia potrebbe avere sui professionisti sanitari: secondo la maggior parte dei professionisti (R3, R4 e R6) l'imposizione normativa che obbliga le organizzazioni sanitarie all'adozione di queste tecnologie non cambierebbe l'atteggiamento dell'operatore sanitario in quanto "è un atto che presuppone una responsabilità

quindi il lavoro o lo faccio bene o non lo faccio", ma R5 sostiene che si percepirebbe "una maggiore pressione sul fatto di doverla adottare", invece R1 ritiene che se l'adozione è percepita come obbligo normativo "non necessariamente verrebbe applicato nel modo corretto".

Sintetizziamo, infine, nella Tab. 2 i risultati ottenuti dalle interviste da cui emergono le possibili determinanti che possono influenzare il processo di adozione della tecnologia di IA in

**Tab. 2** – Descrizione determinanti modello TOE

	Determinanti	Descrizione
<b>Contesto tecnologico</b>	Facilità d'uso	Un sistema di IA è di facile utilizzo quando gli operatori sanitari non hanno difficoltà a utilizzarlo efficacemente e consente, inoltre, di risparmiare tempo incrementando l'efficienza dei servizi forniti (Nadri <i>et al.</i> , 2018).
	Assistenza e formazione	La fornitura di assistenza e formazione da parte del <i>provider</i> della tecnologia consente sia di far conoscere tutte le funzionalità della tecnologia addestrando gli operatori che la utilizzeranno, che di avere una risposta immediata in caso di mal funzionamento (Rigby, 2006; Wu <i>et al.</i> , 2007).
	Fiducia	La fiducia verso i sistemi di IA è legata al fatto che il processo decisionale che sta alla base non è trasparente in quanto si basa su algoritmi complessi (Stead, 2018; Beduè and Fritzsche, 2022).
	Produttore	L'adozione di sistemi di IA potrebbe creare una dipendenza del cliente dal fornitore per i servizi offerti incorrendo in elevati costi di transizione.
	Costo	Nei sistemi sanitari che adottano il modello Beveridge, come l'Italia, le organizzazioni sanitarie si trovano costrette a rispettare i tetti finanziari stabiliti a livello statale per garantire la sostenibilità e la qualità delle cure.
<b>Contesto organizzativo</b>	Endorsement manageriale	Nelle organizzazioni in cui i top manager hanno un atteggiamento favorevole al cambiamento e all'innovazione è più probabile che una nuova tecnologia venga adottata (Ilin <i>et al.</i> , 2017; Oliveira <i>et al.</i> , 2014).
	Competenze interne	Il processo di adozione delle tecnologie è favorito all'interno delle organizzazioni sanitarie che possiedono conoscenze e risorse materiali e umane adeguate (Venkatesh <i>et al.</i> , 2008).
<b>Contesto ambientale</b>	Utenza	Essendo i potenziali pazienti l'utente principale a cui si rivolge il servizio sanitario, le loro preferenze e i loro interessi dovrebbero essere contemplati nei processi decisionali delle organizzazioni sanitarie anche nelle scelte legate all'adozione di nuove tecnologie.
	Utilizzo da altri soggetti	L'utilizzo di una tecnologia da parte di organizzazioni sanitarie performanti può creare un effetto a "catena", favorendo l'adozione in altre strutture – c.d. isomorfismo (Di Maggio e Powell, 1983).
	Obbligo normativo	Le politiche adottate dai governi possano avere un'influenza nelle scelte di adozione di una nuova tecnologia anche nel settore sanitario (Damali <i>et al.</i> , 2021; Rezaeibagha <i>et al.</i> , 2015).

ambito sanitario all'interno del modello TOE frutto della combinazione, come sottolineato prima, tra determinanti presenti in letteratura ed elementi emersi dalle interviste con i professionisti.

## 6. Conclusioni

Alla luce delle recenti evidenze scientifiche, è possibile affermare come le tecnologie emergenti basate sull'IA possano fornire significativi vantaggi strategici e operativi per le aziende sanitarie.

Pertanto, risulta opportuno comprendere quali sono le determinanti in grado di influenzare le scelte di adozione di strumenti di IA da parte di queste ultime. Per questa ragione, sulla base del modello teorico TOE, il presente studio ha sviluppato un *framework* concettuale in cui sono state identificate dieci determinanti dei processi decisionali di adozione della tecnologia. Il *framework* è stato sviluppato attraverso le evidenze raccolte mediante interviste semi-strutturate con nove dirigenti farmacisti operanti in aziende pubbliche e private del nord, centro e sud Italia grazie a un processo di analisi deduttivo/induttivo.

I contributi dello studio sono molteplici e presentano implicazioni di ordine teorico e pratico sulle determinanti dell'adozione di tecnologie emergenti, quali gli strumenti di IA, nel settore sanitario.

In primo luogo, è emerso come il modello TOE può contribuire ad alimentare questo filone della letteratura. La flessibilità del TOE ha permesso agli autori di identificare le determinanti specifiche dell'adozione dell'IA in ambito sanitario che fanno riferimento alle tre categorie principali previste dal modello, ovvero tecnologia,

organizzazione e contesto ambientale. In particolare, le determinanti che risultano essere maggiormente efficaci nell'influenzare le scelte d'adozione di tecnologie di IA nel contesto sanitario italiano sono i) la facilità d'uso e l'integrazione, ii) l'assistenza e formazione, iii) l'endorsement del top management e iv) l'utilizzo da parte di altri soggetti. I risultati emersi dalle interviste, in linea con quanto già riscontrato in letteratura, confermano come la *facilità d'uso dell'IA* e la sua *integrazione con i sistemi in dotazione alle aziende sanitarie* rappresentino vere e proprie prerogative che da cui dipende la piena diffusione della tecnologia nel panorama nazionale. Inoltre, è stato riscontrato come, nella scelta tra due tecnologie, a parità di altre condizioni, i professionisti siano più propensi ad adottare quella che prevede la fornitura di assistenza e formazione da parte del *provider* in quanto ne facilita la diffusione all'interno dell'azienda e, in caso di guasto o mal funzionamento, prevede un'assistenza direttamente effettuata dal produttore della tecnologia. Tra i risultati ottenuti emerge, in termini di originalità rispetto agli studi esistenti (vedi Stead, 2018; Beduè e Fritzche, 2022), come la fiducia dei professionisti verso la tecnologia IA sia già consolidata. Pertanto, politiche di implementazione di tali tecnologie in aziende sanitarie non dovrebbero incontrare resistenze legate alla scarsa fiducia dei professionisti rispetto allo strumento. Inoltre, è interessante evidenziare come, sebbene conoscere il produttore della tecnologia IA sia importante, sono le caratteristiche di quest'ultima a influenzare maggiormente la sua eventuale adozione. Con riferimento alle determinanti relative al contesto organizzativo, coerente-

mente con quanto emerge da alcuni precedenti studi, i rispondenti hanno dichiarato che nelle aziende sanitarie in cui i top manager sono favorevoli ai cambiamenti e all'innovazione l'adozione di sistemi di IA risulta facilitata, sebbene ritengano comunque necessaria una collaborazione tra i professionisti sanitari e la direzione aziendale. Infine, come avviene in altri settori, anche in ambito sanitario, l'adozione con successo della tecnologia IA da parte di altre aziende sanitarie ritenute più performanti, costituisce un forte incentivo ad adottare la stessa tecnologia per rimanere competitivi. Questa determinante trova conferma negli studi relativi alla teoria istituzionale (DiMaggio e Powell, 1983). In particolare, sono le forze di carattere mimetico (imitare gli altri) e normativo (ovvero quelle relative a una specifica professione) a esercitare una maggiore influenza sulla decisione di adottare una nuova tecnologia. Meno incisive sono invece le forze isomorfiche c.d. coercitive (ovvero derivanti da normative o regolamenti imposti da soggetti terzi) in quanto l'obbligo di adozione di una tecnologia non ne garantisce il corretto utilizzo.

In secondo luogo, i risultati ottenuti hanno importanti implicazioni per diversi stakeholder, tra cui i *provider* di strumenti di IA e i policy makers in termini di formulazione di strategie più idonee per facilitare l'adozione di tali tecnologie. Per i *provider*, per esempio, l'utilizzo del modello di ricerca utilizzato in questo studio, potrebbe aiutare a comprendere meglio quali determinanti influenzano maggiormente i processi decisionali che stanno alla base delle scelte di adozione delle tecnologie e, sulla base dei risultati ottenuti, costruire una

strategia di penetrazione del mercato adeguata ed efficace. Inoltre, vengono fornite ai policy makers indicazioni utili per supportare la diffusione delle nuove tecnologie nel settore sanitario attraverso interventi normativi e/o regolamentazioni.

Sebbene le tecnologie basate sull'IA possano portare numerosi benefici, è opportuno evidenziare anche le sfide che gli operatori sono chiamati ad affrontare in vista di una adozione sempre più diffusa di dette tecnologie. Tra queste, l'aspetto della responsabilità professionale connessa all'utilizzo di algoritmi di IA, specialmente nel settore pubblico (Bracci, 2023) e, in particolare, in quello sanitario, potrebbe far sorgere responsabilità di tipo etico, tecnico e legale nei confronti di diverse categorie di soggetti, quali i medici, gli sviluppatori del software o i farmacisti ospedalieri (Wieringa, 2020) e, non da ultimo, gli utenti dei servizi.

Il problema potrebbe, infatti, sorgere nel momento in cui si verificano degli eventi avversi a seguito di una decisione presa affidandosi o discostandosi dall'indicazione dello strumento di IA. In questi casi, infatti, la responsabilità potrebbe ricadere sul professionista (farmacista o medico) che si è affidato o discostato dall'input fornito dallo strumento o, ancora, sull'azienda che ha sviluppato il software per eventuali errori di programmazione.

Le ricerche future potrebbero approfondire questo aspetto, indagando come le scelte di adozione di strumenti basati sull'IA possano essere influenzate dalle problematiche connesse alla tematica della responsabilità individuale.

Alla luce dei risultati esposti, questo studio è uno dei pochi che esplora le interviste attraverso l'utilizzo di

NVivo e individua sulla base del modello TOE, integrato con gli elementi emersi dalle interviste, le determinanti legate all'adozione di sistemi di IA nel settore sanitario italiano.

Tuttavia, la ricerca presenta alcuni limiti, che possono comunque rappresentare opportunità per le ricerche future. Il primo è legato all'approccio qualitativo del lavoro. Infatti, per esplorare le determinanti che possono influenzare la scelta di adozione di strumenti di IA, è stato adottato un metodo di raccolta dei dati attraverso interviste semi-strutturate. Sebbene questo approccio sia utile per approfondire il processo decisionale, dall'altra parte non permette di

generalizzare i risultati. Inoltre, le interviste condotte si sono concentrate su una specifica categoria di professionisti, ovvero i direttori ed esperti delle farmacie ospedaliere. Le ricerche future, quindi, potrebbero estendere le interviste ad altri professionisti sanitari e alle direzioni aziendali. Gli studi futuri potrebbero inoltre adottare approcci quantitativi attraverso la somministrazione di questionari e le relative analisi. In particolare, riteniamo che metodi sperimentali (quali la *conjoint analysis*, ed esperimenti fattoriali) possano produrre risultati interessanti al fine di avanzare la conoscenza in questo ambito (Armeni *et al.*, 2023).

## BIBLIOGRAFIA

Aboelmaged M. G. (2014). Predicting E-Readiness at Firm-Level: An Analysis of Technological, Organizational and Environmental (TOE) Effects on e-Maintenance Readiness in Manufacturing Firms. *International Journal of Information Management*, 34(5): 639-51. DOI: 10.1016/J.IJIN-FOMGT.2014.05.002.

Aboelmaged M., and Gharib H. (2018). RFID Application in Patient and Medical Asset Operations Management: A Technology, Organizational and Environmental (TOE) Perspective into Key Enablers and Impediments. *International Journal of Medical Informatics*, 118: 58-64. DOI: 10.1016/J.IJMEDI.2018.07.009.

Alhashmi S. F., Salloum S. A., and Mhamdi C. (2019). Implementing Artificial Intelligence in the United Arab Emirates Healthcare Sector: An Extended Technology Acceptance Model. *International Journal of Information Technology and Language Studies*, 3(3): 27-42.

Alhashmi Shaikha F. S., Alshurideh M., Al Kurdi B., and Salloum S. A. (2020). *A Systematic Review of the Factors Affecting the Artificial Intelligence Implementation in the Health Care Sector*, 37-49. DOI: 10.1007/978-3-030-44289-7\_4.

Alshamaila Y., Papagiannidis S., and Li F. (2013). Cloud Computing Adoption by SMEs in the North East of England: A Multi-Perspective Framework. *Journal of Enterprise Information Management*, 26(3): 250-75. DOI: 10.1108/17410391311325225.

Armeni P., Meregaglia M., Borsoi L., Callea G., Torbica A., Benazzo F., & Tarricone R. (2023). Collecting Physicians' Preferences on Medical Devices: Are We Doing It Right? Evidence from Italian Orthopaedists Using 2 Different Stated Preference Methods. *Medical Decision Making*. DOI: 10.1177/0272989X231201805.

Backman R., Bayliss S., Moore D., and Litchfield I. (2017). Clinical Reminder Alert Fatigue in Healthcare: A Systematic Literature Review Protocol

- Using Qualitative Evidence. *Systematic Reviews*, 6(1). DOI: 10.1186/S13643-017-0627-Z.
- Bajgain B, Lorenzetti D, Lee J, and Sauro K. (2023). Determinants of Implementing Artificial Intelligence-Based Clinical Decision Support Tools in Healthcare: A Scoping Review Protocol. *BMJ Open*, 13(2). DOI: 10.1136/BMJOPEN-2022-068373.
- Bandara W, Furtmueller E, Gorbacheva E, Misikon S, & Beekhuizen J. (2015). Achieving rigor in literature reviews: Insights from qualitative data analysis and tool-support. *Communications of the Association for Information systems*, 37(1), 8.
- Barth S., de Jong M. D. T., Junger M., Hartel P. H., and Roppelt J. C. (2019). Putting the Privacy Paradox to the Test: Online Privacy and Security Behaviors among Users with Technical Knowledge, Privacy Awareness, and Financial Resources. *Telematics and Informatics*, 41: 55-69. DOI: 10.1016/J.TELE.2019.03.003.
- Bazeley P., and Jackson K. (2013). Qualitative Data Analysis with NVivo (2nd Ed.). *Qualitative Research in Psychology*, 12(4): 492-94. DOI: 10.1080/14780887.2014.992750.
- Bedué P., and Fritzsche A. (2022). Can We Trust AI? An Empirical Investigation of Trust Requirements and Guide to Successful AI Adoption. *Journal of Enterprise Information Management*, 35(2): 530-49. DOI: 10.1108/JEIM-06-2020-0233.
- Bell E., Bryman A., & Harley B. (2022). *Business research methods*. Oxford university press.
- Benkirane R. R., R-Abouqal R., Haimeur C. C., Ec. Cherif El Kettani S. S. S., Azzouzi A. A., M'Daghri A. A., Amal A. Thimou A., Nejmi, Wajdi M. M., Maazouzi W., Madani N. N., Edwards I. R, and Soulaymani R. R. (2009). Incidence of Adverse Drug Events and Medication Errors in Intensive Care Units: A Prospective Multicenter Study. *Journal of Patient Safety*, 5(1): 16-22. DOI: 10.1097/PTS.0B013E3181990D51.
- Bohr A., and Memarzadeh K. (2020). The Rise of Artificial Intelligence in Healthcare Applications. *Artificial Intelligence in Healthcare*, 25. DOI: 10.1016/B978-0-12-818438-7.00002-2.
- Boonstra A., and Broekhuis M. (2010a). Barriers to the Acceptance of Electronic Medical Records by Physicians from Systematic Review to Taxonomy and Interventions. *MIT Economics*, 10. DOI: 10.1186/1472-6963-10-231.
- Boonstra A., and Broekhuis M. (2010b). Barriers to the Acceptance of Electronic Medical Records by Physicians from Systematic Review to Taxonomy and Interventions. *BMC Health Services Research*, 10. DOI: 10.1186/1472-6963-10-231.
- Bracci E. (2023). The loopholes of algorithmic public services: an "intelligent" accountability research agenda. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 36(2), 739-763.
- Bronsoler A., Doyle J., Schell E. H., and Van Reenen J. (2020). The Impact of New Technology on the Healthcare Workforce. *MIT Economics*.
- Cao Q., Jones D. R., and Sheng H. (2014). Contained Nomadic Information Environments: Technology, Organization, and Environment Influences on Adoption of Hospital RFID Patient Tracking. *Information and Management*, 51(2): 225-39. DOI: 10.1016/j.im.2013.11.007.
- Chau P. Y. K., and Tam K. Y. (2000). Organizational Adoption of Open Systems: A 'technology-Push, Need-Pull' Perspective. *Information and Management*, 37(5): 229-39. DOI: 10.1016/S0378-7206(99)00050-6.
- Chau P. Y. K., and Yan Tam K. (1997). Factors Affecting the Adoption of Open Systems: An Exploratory Study. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 21(1): 1-20. DOI: 10.2307/249740.
- Chaudhry B., Wang J., Wu S., Maglione M., Mojica W., Roth E., Morton S. C., and Shekelle P. G. (2006). Systematic Review: Impact of Health Information Technology on Quality, Efficiency, and Costs of Medical Care. *Annals of Internal Medicine*, 144(10): 742-52. DOI: 10.7326/0003-4819-144-10-200605160-00125.
- Classen D. C., Pestotnik S. L., Evans R. S., Lloyd J. F., and Burke J. P. (1997). Adverse Drug Events in Hospitalized Patients. Excess Length of Stay, Extra Costs, and Attributable Mortality | Digital Healthcare Research. *JAMA*, 277(4): 301-6.
- Compeau D. R., and Higgins C. A. (1995). Computer Self-Efficacy: Development of a Measure and Initial Test. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 19(2): 189-210. DOI: 10.2307/249688.
- Cooper R. B., Zmud R. W., Cooper R. B., and Zmud R. W. (1990). Information Technology Implementation Research: A Technological Diffusion Approach. *Management Science*, 36(2): 123-39. DOI: 10.1287/MNSC.36.2.123.
- Damali U., Kocakulah M., and Ozkul A. S. (2021). Investigation of Cloud ERP Adoption in the Healthcare Industry Through Technology-Organization-Environment (TOE) Framework: Qualitative Study. *Int. J. Heal. Inf. Syst. Informatics*, 16(4): 1-14. DOI: 10.4018/IJHISL.289463.
- Dash S., Chakraborty C., Giri S. K., and Kumar Pani S. (2021). Intelligent Computing on Time-Series Data Analysis and Prediction of COVID-19 Pandemics. *Pattern Recognit Lett*, 151: 69-75. DOI: 10.1016/J.PATREC.2021.07.027.
- Davis F. D. (1985). *A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information*

- Systems: Theory and Results*. Massachusetts Institute of Technology.
- DiMaggio P. J., & Powell W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American sociological review*, 147-160.
- DePietro R., Wiarda E., & Fleischer M. (1990). The context for change: Organization, technology and environment. In Tornatzky L.G. & Fleischer (Eds). *The Process of Technological Innovation*. Lexington, MA: Lexington Books, 151-175.
- Figueroa C. A., Harrison R., Chauhan A., and Meyer L. (2019). Priorities and Challenges for Health Leadership and Workforce Management Globally: A Rapid Review. *BMC Health Services Research*, 19(1). DOI: 10.1186/S12913-019-4080-7.
- Gagnon M. P., Desmartis M., Labrecque M., Car J., Pagliari C., Pluye P., Frémont P., Gagnon J., Tremblay N., and Légaré F. (2012). Systematic Review of Factors Influencing the Adoption of Information and Communication Technologies by Healthcare Professionals. *Journal of Medical Systems*, 36(1): 241-77. DOI: 10.1007/S10916-010-9473-4.
- Gaube S., Suresh H., Raue M., Merritt A., Berkowitz S. J., Lermer E., Coughlin J. F., Guttig J. V., Colak E., and Ghassemi M. (2021). Do as AI Say: Susceptibility in Deployment of Clinical Decision-Aids. *Npj Digital Medicine* 2021 4:1, 4(1): 1-8. DOI: 10.1038/s41746-021-00385-9.
- Gibbs J. L., and Kraemer K. L. (2004). A Cross-Country Investigation of the Determinants of Scope of E-Commerce Use: An Institutional Approach AuthorS. *Electronic Markets*, 14(2): 124-37. DOI: 10.1080/10196780410001675077.
- Gibbs G. R. (2007). Thematic coding and categorizing. *Analyzing Qualitative Data*, 703, 38-56
- Goldman D. P., Shang B., Bhattacharya J., Garber A. M., Hurd M., Joyce G. F., Lakdawalla D. N., Panis C., and Shekelle P. G. (2005). Consequences of Health Trends and Medical Innovation for the Future Elderly. *Health Affairs (Project Hope)*, 24 Suppl 2(Suppl 2). DOI: 10.1377/HLTHAFF.W5.R5.
- Goldstein S. Meyer, Ward P. T., Leong G. K., and Butler T. W. (2002). The Effect of Location, Strategy, and Operations Technology on Hospital Performance. *Journal of Operations Management*, 20(1): 63-75. DOI: 10.1016/S0272-6963(01)00081-X.
- Greenhalgh T., Macfarlane G. R. F., Bate P., and Kyriakidou O. (2004). Diffusion of Innovations in Service Organizations: Systematic Review and Recommendations. *The Milbank Quarterly*, 82(4): 581-629. DOI: 10.1111/J.0887-378X.2004.00325.X.
- Grodal S., Anteby M., & Holm A. L. (2021). Achieving rigor in qualitative analysis: The role of active categorization in theory building. *Academy of Management Review*, 46(3): 591-612.
- Guo J., and Li B. (2018). The Application of Medical Artificial Intelligence Technology in Rural Areas of Developing Countries. *Health Equity*, 2(1): 174. DOI: 10.1089/HEQ.2018.0037.
- Gutierrez A., Boukrami E., and Lumsden R. (2015). Technological, Organisational and Environmental Factors Influencing Managers' Decision to Adopt Cloud Computing in the UK. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(6): 788-807. DOI: 10.1108/JEIM-01-2015-0001/FULL/XML.
- Hennemann S., Beutel M. E., and Zwerenz R. (2017). Ready for EHealth? Health Professionals' Acceptance and Adoption of EHealth Interventions in Inpatient Routine Care. *Journal of Health Communication*, 22(3): 274-84. DOI: 10.1080/10810730.2017.1284286.
- Herzlinger R. (2006). Why Innovation in Health Care Is so Hard – PubMed. *Harvard Business Review*, 84(5): 58-66.
- Iacovou C. L., Benbasat I., and Dexter A. S. (1995). Electronic Data Interchange and Small Organizations: Adoption and Impact of Technology. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 19(4): 465-85. DOI: 10.2307/249629.
- Ilin V., Ivetić J., and Simić D. (2017). Understanding the Determinants of E-Business Adoption in ERP-Enabled Firms and Non-ERP-Enabled Firms: A Case Study of the Western Balkan Peninsula. *Technological Forecasting and Social Change*, 125: 206-23. DOI: 10.1016/J.TECHFORE.2017.07.025.
- Javaid M., Haleem A., Singh R. P., Suman R., and Rab S. (2022). Significance of Machine Learning in Healthcare: Features, Pillars and Applications. *International Journal of Intelligent Networks*, 3: 58-73. DOI: 10.1016/J.IJIN.2022.05.002.
- Jeyaraj A., Rottman J. W., & Lacity M. C. (2006). A Review of the Predictors, Linkages, and Biases in IT Innovation Adoption Research. *Journal of Information Technology*, 21(1): 1-23. DOI: 10.1057/palgrave.jit.2000056.
- Jha A. K., DesRoches C. M., Campbell E. G., Donelan K., Rao S. R., Ferris T. G., Shields A., Rosenbaum S., and Blumenthal D. (2009). Use of Electronic Health Records in U.S. Hospitals. *The New England Journal of Medicine*, 360(16): 1628-38. DOI: 10.1056/NEJMSA0900592.
- Kimberly J. R., and Evanisko M. J. (1981). Organizational Innovation: The Influence of Individual, Organizational, and Contextual Factors on Hospital Adoption of Technological and Administrative Innovations. *Academy of Management Journal*, 24(4): 689-713. DOI: 10.5465/256170.

- Klumpp M., Hintze M., Immonen M., Ródenas-Rigla F., Pilati F., Aparicio-Martínez F., Çelebi D., Liebig T., Jirstrand M., Urbann O., Hedman M., Lipponen J. A., Biccato S., Radan A. P., Valdivieso B., Thronicke W., Gunopulos D., and Delgado-Gonzalo R. (2021). Artificial Intelligence for Hospital Health Care: Application Cases and Answers to Challenges in European Hospitals. *Healthcare*, 9(8):961. DOI: 10.3390/HEALTHCARE9080961.
- Kuan K. K. Y., and Chau P. Y. K. (2001). A Perception-Based Model for EDI Adoption in Small Businesses Using a Technology-Organization-Environment Framework. *Information and Management*, 38(8): 507-21. DOI: 10.1016/S0378-7206(01)00073-8.
- Liang Y., Qi G., Wei K., and Chen J. (2017). Exploring the Determinant and Influence Mechanism of E-Government Cloud Adoption in Government Agencies in China. *Government Information Quarterly*, 34(3): 481-95. DOI: 10.1016/J.GIQ.2017.06.002.
- Lillis A. M., and Mundy J. (2005). Cross-Sectional Field Studies in Management Accounting Research: Closing the Gaps between Surveys and Case-Studies. *Article in Journal of Management Accounting Research*, 17: 119-44. DOI: 10.2308/jmar.2005.17.1.119.
- Longoni C., Bonezzi A., and Morewedge C. K. (2019). Resistance to Medical Artificial Intelligence. *Journal of Consumer Research*, 46(4): 629-50. DOI: 10.1093/JCR/UCZ013.
- Low C., Chen Y., and Wu M. (2011). Understanding the Determinants of Cloud Computing Adoption. *Industrial Management and Data Systems*, 111(7): 1006-23. DOI: 10.1108/02635571111161262.
- McCoy A. B., Waitman L. R., Lewis J. B., Wright J. A., Choma D. P., Miller R. A., and Peterson J. F. (2012). A Framework for Evaluating the Appropriateness of Clinical Decision Support Alerts and Responses. *Journal of the American Medical Informatics Association: JAMIA*, 19(3): 346-52. DOI: 10.1136/AMIAJNL-2011-000185.
- Menachemi N., Chukmaitov A., Saunders C., and Brooks R. G. (2008). Hospital Quality of Care: Does Information Technology Matter? The Relationship between Information Technology Adoption and Quality of Care. *Health Care Management Review*, 33(1): 51-59. DOI: 10.1097/01.HMR.0000304497.89684.36.
- Merchant K. A., and Manzoni J.F. (1989). The Achievability of Budget Targets in Profit Centers: A Field Study. *The Accounting Review*, 64(3): 539-58.
- Miles M. B., & Huberman A. M. (1984). Drawing valid meaning from qualitative data: Toward a shared craft. *Educational researcher*, 13(5), 20-30.
- Mishra V. (2018). Artificial Intelligence: The Beginning of a New Era in Pharmacy Profession. *Asian Journal of Pharmaceutics*, 12(2). DOI: 10.22377/AJPV12I02.2317.
- Moi L., Frau M., and Cabiddu F. (2018). Exploring the Role of NVivo Software in Marketing Research. *Mercati & Competitività*, (4): 65-86. DOI: 10.3280/MC2018-004005.
- Moi L., Rashkova Y., & Cabiddu F. (2023). The next frontier of Digital Business Model Innovation. In Cennamo C., Battista Dagnino G. & Zhu F. (Ed.). *Research Handbook on Digital Strategy*. Edward Elgar Publishing. DOI: 10.4337/9781800378902.
- Montague E. N. H., Winchester W. W., and Kleiner B. M. (2010). Trust in Medical Technology by Patients and Health Care Providers in Obstetric Work Systems. *Behaviour & Information Technology*, 29(5): 541. DOI: 10.1080/01449291003752914.
- Nadr H., Rahimi B., Lotfnezhad Afshar H., Samadbeik M., and Garavand A. (2018). Factors Affecting Acceptance of Hospital Information Systems Based on Extended Technology Acceptance Model: A Case Study in Three Paraclinical Departments. *Applied Clinical Informatics*, 9(2): 238. DOI: 10.1055/S-0038-1641595.
- Noorbakhsh-Sabet N., Zand R., Zhang Y., and Abedi V. (2019). Artificial Intelligence Transforms the Future of Health Care. *The American Journal of Medicine*, 132(7): 795-801. DOI: 10.1016/J.AMJMED.2019.01.017.
- Nuti S., Noto G., Vola F., and Vainieri M. (2018). Let's Play the Patients Music: A New Generation of Performance Measurement Systems in Healthcare. *Management Decision*, 56(10): 2252-72. DOI: 10.1108/MD-09-2017-0907.
- Ogrezeanu A. (2015). Models of technology adoption: an integrative approach. *Network Intelligence Studies*, 3(05), 55-67.
- Oliveira T., and Fraga Martins M. (2011). Literature Review of Information Technology Adoption Models at Firm Level. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 14(1): 110-121.
- Oliveira T., Thomas M., and Espadanal M. (2014). Assessing the Determinants of Cloud Computing Adoption: An Analysis of the Manufacturing and Services Sectors. *Information & Management*, 51(5): 497-510. DOI: 10.1016/J.IM.2014.03.006.
- Olshansky S. J. (2018). From Lifespan to Healthspan. *JAMA*, 320(13): 1323-24. DOI: 10.1001/JAMA.2018.12621.
- Owusu Kwateng K., Appiah C., and Afo Osei Attimo K. (2021). Adoption of Health Information Systems: Health Professionals Perspective. *International Journal of Healthcare Management*, 14(2): 517-33. DOI: 10.1080/20479700.2019.1672004.
- Pearson-Stuttard J., Ezzati M. and Gregg E. W.

- (2019). Multimorbidity-a Defining Challenge for Health Systems. *The Lancet. Public Health*, 4(12): e599-600. DOI: 10.1016/S2468-2667(19)30222-1.
- Premkumar G., and Potter M. (1995). Adoption of Computer Aided Software Engineering (CASE) Technology. *ACM SIGMIS Database: The DATABASE for Advances in Information Systems*, 26(2-3): 105-24. DOI: 10.1145/217278.217291.
- Price W. N. II. (2017). Artificial Intelligence in Health Care: Applications and Legal Implications. *The Sci Tech Lawyer*, 14(1).
- Ramdani B., Duan B., and Berrou I. (2020). Exploring the Determinants of Mobile Health Adoption by Hospitals in China: Empirical Study. *JMIR Med Inform*, 8(7): E14795. DOI: 10.2196/14795.
- Renaudin P., Baumstarck K., Dumas A., Esteve M. A., Gayet S., Auquier P., Tsimaratos M., Villani P., and Honore S. (2017). Impact of a Pharmacist-Led Medication Review on Hospital Readmission in a Pediatric and Elderly Population: Study Protocol for a Randomized Open-Label Controlled Trial. *Trials*, 18(1). DOI: 10.1186/S13063-017-1798-6.
- Rezaeibagha F., Win K. T., and Susilo W. (2015). A Systematic Literature Review on Security and Privacy of Electronic Health Record Systems: Technical Perspectives. *Health Information Management: Journal of the Health Information Management Association of Australia*, 44(3): 23-38. DOI: 10.1177/183335831504400304.
- Rigby M. (2006). Essential Prerequisites to the Safe and Effective Widespread Roll-out of e-Working in Healthcare. *International Journal of Medical Informatics*, 75(2): 138-47. DOI: 10.1016/J.IJMEDINF.2005.06.006.
- Rindfleisch T. C. (1997). Privacy, Information Technology, and Health Care. *Communications of the ACM*, 40(8): 92-100. DOI: 10.1145/257874.257896.
- Rogers E. M. (1983). *Diffusion of Innovations*.
- Rotolo D., Hicks D., & Martin B. R. (2015). What is an emerging technology?. *Research policy*, 44(10): 1827-1843. DOI: 10.1016/j.respol.2015.06.006.
- Rye C. B., and Kimberly J. R. (2007). The Adoption of Innovations by Provider Organizations in Health Care. *Medical Care Research and Review: MCCR*, 64(3): 235-78. DOI: 10.1177/1077558707299865.
- Secinaro S., Calandra D., Secinaro A., Muthurangu V., and Biancone P. (2021). The Role of Artificial Intelligence in Healthcare: A Structured Literature Review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 21(1). DOI: 10.1186/S12911-021-01488-9.
- Shimizu H. E., Pacheco Santos L. M., Niskier Sanchez M., Hone T., Millett C., and Harris M. (2021). Challenges Facing the More Doctors Program (Programa Mais Médicos) in Vulnerable and Peri-Urban Areas in Greater Brasilia, Brazil. *Human Resources for Health*, 19(1). DOI: 10.1186/S12960-021-00672-2.
- Strauss A., & Corbin J. (1998). *Basics of qualitative research techniques*.
- Van Der Sijs H., Aarts J., Vulto A., and Berg M. (2006). Overriding of Drug Safety Alerts in Computerized Physician Order Entry. *Journal of the American Medical Informatics Association: JAMIA*, 13(2): 138-47. DOI: 10.1197/JAMIA.M1809.
- Silven A. V., van Peet P. G., Boers S. N., Tabak M., de Groot A., Hendriks D., van Os H. J. A., Bonten T. N., Atsma D. E., de Graaf T. J., Sombroek M. P., Chavannes N. H., and Villalobos-Quesada M. (2022). Clarifying Responsibility: Professional Digital Health in the Doctor-Patient Relationship, Recommendations for Physicians Based on a Multi-Stakeholder Dialogue in the Netherlands. *BMC Health Services Research*, 22(1): 1-10. DOI: 10.1186/S12913-021-07316-0.
- Sirois C., Khoury R., Durand A., Luc Deziel P., Bukhtiyarova O., Chiu Y., Talbot D., Bureau A., Després P., Gagné C., Laviolette F., Savard A. M., Corbeil J., Badard T., Jean S., and Simard M. (2021). Exploring Polypharmacy with Artificial Intelligence: Data Analysis Protocol. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 21(1). DOI: 10.1186/S12911-021-01583-X.
- Sligo J., Gauld R., Roberts V., and Villa L. (2017). A Literature Review for Large-Scale Health Information System Project Planning, Implementation and Evaluation. *International Journal of Medical Informatics*, 97: 86-97. DOI: 10.1016/J.IJMEDINF.2016.09.007.
- Stead W. W. (2018). Clinical Implications and Challenges of Artificial Intelligence and Deep Learning. *JAMA*, 320(11): 1107-8. DOI: 10.1001/JAMA.2018.11029.
- Tagliaferri S. D., Angelova M., Zhao X., Owen P. J., Miller C. T., Wilkin T., and Belavy D. L. (2020). Artificial Intelligence to Improve Back Pain Outcomes and Lessons Learnt from Clinical Classification Approaches: Three Systematic Reviews. *NPJ Digital Medicine*, 3(1). DOI: 10.1038/S41746-020-0303-X.
- Thiesse F., Staake T., Schmitt P., and Fleisch E. (2011). The Rise of the 'next-Generation Bar Code': An International RFID Adoption Study. *Supply Chain Management*, 16(5): 328-45. DOI: 10.1108/13598541111155848.
- Thimbleby H. (2013). Technology and the Future of Healthcare. *Journal of Public Health Research*, 2(3), jphr.2013.e28. DOI: 10.4081/JPHR.2013.E28.
- Vanany I., and Shaharoun A. M. (2008). Barriers and Critical Success Factors towards RFID Technology

- Adoption in South-East Asian Healthcare Industry. In *Proceedings of the 9th Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference, Bali*, pp. 148-55.
- Venkatesh V., Brown S. A., Maruping L. M., and Bala H. (2008). Predicting Different Conceptualizations of System USE: The Competing Roles of Behavioral Intention, Facilitating Conditions, and Behavioral Expectation. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 32(3): 483-502. DOI: 10.2307/25148853.
- Venkatesh V., Morris M. G., Davis G. B., and Davis F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *Quarterly*, 27(3): 425-78.
- Villamañán E., Larrubia Y., Ruano M., Vélez M., Armada E., Herrero A., and Álvarez-Sala R. (2013). Potential Medication Errors Associated with Computer Prescriber Order Entry. *International Journal of Clinical Pharmacy*, 35(4): 577-83. DOI: 10.1007/S11096-013-9771-2.
- Vogeli C., Shields A. E., Lee T. A., Gibson T. B., Marder W. D., Weiss K. B., and Blumenthal D. (2007). Multiple Chronic Conditions: Prevalence, Health Consequences, and Implications for Quality, Care Management, and Costs. *Journal of General Internal Medicine*, 22(Suppl 3): 391-95. DOI: 10.1007/S11606-007-0322-1.
- Wang Y., Kung L. A., and Byrd T. A. (2018). Big Data Analytics: Understanding Its Capabilities and Potential Benefits for Healthcare Organizations. *Technological Forecasting and Social Change*, 126: 3-13. DOI: 10.1016/J.TECHFORE.2015.12.019.
- Wang Y. M., Wang Y. S., and Yang Y. F. (2010). Understanding the Determinants of RFID Adoption in the Manufacturing Industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(5): 803-15. DOI: 10.1016/J.TECHFORE.2010.03.006.
- Wang Z., and Majewicz Fey A. (2018). Deep Learning with Convolutional Neural Network for Objective Skill Evaluation in Robot-Assisted Surgery. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 13(12): 1959-70. DOI: 10.1007/S11548-018-1860-1.
- Wieringa M. (2020). What to account for when accounting for algorithms. *Proceedings of the 2020 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, New York, NY, ACM, pp. 1-18. DOI: 10.1145/3351095.3372833.
- WHO (2021). *Global Strategy on Digital Health 2020-2025*.
- Wu J. H., Shen W. S., Lin L. M., Greenes R. A., and Bates D. W. (2008). Testing the Technology Acceptance Model for Evaluating Healthcare Professionals' Intention to Use an Adverse Event Reporting System. *International Journal for Quality in Health Care: Journal of the International Society for Quality in Health Care*, 20(2): 123-29. DOI: 10.1093/INTQHC/MZM074.
- Wu J. H., Wang S. C., and Lin L. M. (2007). Mobile Computing Acceptance Factors in the Healthcare Industry: A Structural Equation Model. *International Journal of Medical Informatics*, 76(1): 66-77. DOI: 10.1016/J.IJMEDINF.2006.06.006.
- Yang J., Luo B., Zhao C., and Zhang H. (2022). Artificial Intelligence Healthcare Service Resources Adoption by Medical Institutions Based on TOE Framework. *Digital Health*, 8. DOI: 10.1177/20552076221126034.
- Yeh C.-H., Lee G.-G., & Pai J.-C. (2015). Using a technology-organization-environment framework to investigate the factors influencing e-business information technology capabilities. *Information Development*, 31(5): 435-450. DOI: 10.1177/0266666913516027.
- Yin R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (Vol. 5). Sage.
- Yin J., Ngiam K. Y., and Teo H. H. (2021). Role of Artificial Intelligence Applications in Real-Life Clinical Practice: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*, 23(4). DOI: 10.2196/25759.
- Yu K. H., Beam A. L., and Kohane I. S. (2018). Artificial Intelligence in Healthcare. *Nature Biomedical Engineering*, 2(10): 719-31. DOI: 10.1038/S41551-018-0305-Z.
- Zhu K., Kraemer K. L., & Xu S. (2006). The Process of Innovation Assimilation by Firms in Different Countries: A Technology Diffusion Perspective on E-Business. *Management Science*, 52: 1557-1576. DOI: 10.1287/mnsc.1050.0487.
- Zhu K., Kraemer K. L., Xu S., and Dedrick J. (2004). Information Technology Payoff in E-Business Environments. *Journal of Management Information Systems*, 21(1): 17-54. DOI: 10.1080/07421222.2004.11045797.