



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MESSINA

DIPARTIMENTO DI ECONOMIA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE
INNOVAZIONE, IMPRENDITORIALITÀ E TURISMO
Curriculum: Imprenditorialità e Innovazione

Phronesis e Techne: L'Etica nel Management dell'IA

Tesi di Laurea di:
Sofia Ruello

Relatore:
Chiar.ma Prof.ssa

Tindara Abbate

ANNO ACCADEMICO 2023/2024

A me

“Πάντα λίθον κίνει”

Indice

INTRODUZIONE	5
1. VERSO L'INDUSTRIA 5.0: UN PROCESSO EVOLUTIVO	7
1.1 LA TRASFORMAZIONE DIGITALE	7
1.2 NASCITA E AFFERMAZIONE DELL'INDUSTRIA 5.0	10
1.3 L'IMPATTO DELL'INDUSTRIA 5.0 SUI PROCESSI PRODUTTIVI E MANAGERIALI	13
1.4 COLLABORATIVE INDUSTRY: HUMAN CENTRE, RESILIENTE E SOSTENIBILE	22
2. INTRODUZIONE ALL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE (IA)	28
2.1 DEFINIZIONE E STORIA DELL'IA	28
2.2 TIPOLOGIE DI IA: DA SISTEMI ESPERTI A DEEP LEARNING	34
2.3 APPLICAZIONI E RUOLI DELL'IA NEL CONTESTO MANAGERIALE	42
3. IL RUOLO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NEL SISTEMA MANAGERIALE	46
3.1 VANTAGGI E OPPORTUNITÀ DELL'IA NEL MIGLIORAMENTO DEI PROCESSI DECISIONALI	47
3.2 ASPETTI E RISCHI LEGATI ALL'IA NEL CONTESTO MANAGERIALE	53
3.3 LA MITIGAZIONE DEI RISCHI NELL'USO DELL'IA	58
4. APPLICAZIONI PRATICHE: CASI STUDIO	68
4.1 TELECONSYS	70
4.2 CNR IRIB	74
4.3 PWC ITALIA	78
CONCLUSIONI	85
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	88
RINGRAZIAMENTI	102

Introduzione

Aristotele definiva la "phronesis" come la capacità di agire con saggezza in situazioni pratiche, mentre "technè" rappresenta l'abilità tecnica e la conoscenza applicata.

La presente tesi si propone di attualizzare questi due principi nell'era dell'Innovazione Digitale, incanalando la dicotomia tra l'etica e la tecnica in un contesto in cui queste due virtù risultano essere l'una complementare all'altra.

La distinzione tra phronesis e technè è cruciale nel contesto dell'Intelligenza Artificiale, poiché ci permette di comprendere come l'uso di tecnologie avanzate richieda non solo competenza tecnica ma anche una profonda riflessione etica. La phronesis ci guida nell'uso responsabile delle tecnologie, assicurando che le decisioni prese siano etiche e benefiche per la società. D'altra parte, la technè ci fornisce le competenze necessarie per sviluppare e implementare queste tecnologie.

L'interazione tra phronesis e technè è particolarmente rilevante nell'Industria 5.0, che rappresenta un'evoluzione significativa rispetto all'Industria 4.0. L'Industria 5.0 pone maggiore enfasi sulla collaborazione tra esseri umani e macchine, promuovendo un approccio sostenibile e centrato sull'uomo. In questo contesto, l'Intelligenza Artificiale diventa uno strumento essenziale per migliorare l'efficienza operativa e la qualità del lavoro, ma deve essere gestita con saggezza per evitare rischi etici e sociali.

La tesi si sviluppa in quattro capitoli principali. Il primo capitolo fornisce una panoramica sull'evoluzione dell'Industria 5.0, esaminando la trasformazione digitale e l'impatto delle tecnologie emergenti sui processi produttivi e manageriali. Viene esplorata l'importanza di un approccio collaborativo e sostenibile, evidenziando come la phronesis possa guidare l'adozione responsabile delle nuove tecnologie.

Il secondo capitolo introduce l'Intelligenza Artificiale, definendone le caratteristiche principali e tracciandone l'evoluzione storica. Vengono descritte le diverse tipologie di IA, dal machine learning al deep learning, e le loro applicazioni nel contesto industriale e manageriale. Questo capitolo mette in evidenza come la technè sia fondamentale per lo sviluppo e l'implementazione efficace dell'IA.

Il terzo capitolo analizza il ruolo dell'Intelligenza Artificiale nel sistema manageriale, discutendo i vantaggi e le opportunità che essa offre nel miglioramento dei processi decisionali. Vengono anche esaminati gli aspetti e i rischi legati all'uso dell'IA, nonché le strategie per la mitigazione di tali rischi. Qui, la *phronesis* emerge come una guida per un utilizzo etico e responsabile dell'IA nelle organizzazioni.

Il quarto e ultimo capitolo presenta applicazioni pratiche dell'IA attraverso tre casi studio: Teleconsys, CNR IRIB, e PwC. Questi esempi concreti illustrano come diverse organizzazioni stiano integrando l'Intelligenza Artificiale nei loro processi operativi e decisionali, bilanciando *phronesis* e *technè* per raggiungere risultati ottimali.

In conclusione, questa tesi sottolinea l'importanza di un approccio equilibrato tra *phronesis* e *technè* nella governance dell'Intelligenza Artificiale. Solo attraverso una combinazione di saggezza pratica ed eccellenza tecnica è possibile garantire che l'IA sia utilizzata in modo etico, sostenibile e vantaggioso per l'intera società.

1. Verso l'industria 5.0: un processo evolutivo

1.1 La Trasformazione Digitale

Ricavare una definizione univoca di Digital Transformation non è un lavoro semplice. La liquidità della stessa parola “trasformazione”, dal latino *dare una nuova forma*, ci permette di intuire che il cambiamento di cui stiamo parlando non si limita a sfiorare l'intera società superficialmente, esso investe rumorosamente la nostra cultura, l'economia e l'organizzazione. Per la sua capacità di travolgere il mondo, di travolgerci, essa è definita *disruptive*: una metamorfosi dirompente che sradica vecchi pilastri per installarne di nuovi, più adatti al cambiamento di cui essa stessa fa parte. La mancata unanimità della comunità scientifica nel trovare una definizione di questo fenomeno risiede proprio nella globalità intrinseca al fenomeno stesso; esso è infatti in costante evoluzione come conseguenza delle continue innovazioni tecnologiche che modificano incessantemente le modalità con cui individui e organizzazioni operano e interagiscono¹.

In un articolo pubblicato nel 2014 sulle pagine della rivista Sloan Management Review, Westermann, Bonnet e McAfee definivano la trasformazione digitale come l'uso della tecnologia per migliorare radicalmente le prestazioni o la portata delle imprese².

Un'altra possibile definizione arriva da Vial, dell'Università di Montreal, che vede nella trasformazione digitale “un processo finalizzato a migliorare una data entità attraverso l'attivazione di cambiamenti significativi delle sue proprietà, abilitati da una combinazione di tecnologie dell'informazione e della comunicazione, computazionali, e di connettività”³.

Westerman, Bonnet e McAfee ci mostrano come questa metamorfosi che è la Digital Transformation si propaghi con veemenza in tutte le direzioni coinvolgendo diversi

¹ Cuel R., Ravarini A., Varriale L., (2020) Technology in Organisation - Digital Transformation and People, Maggioli Editore

² Westerman G., Bonnet D., McAfee A. (2014) The Nine Elements of Digital transformation, MIT Sloan Management Review

³ Vial G. (2019), Understanding Digital Transformation: A review and a research agenda. The Journal of Strategic Information Systems

aspetti: primo fra tutti, per le imprese in particolare, la **customer experience**. Le abitudini d'acquisto costituiscono uno dei tre pilastri della digital transformation in quanto il cliente è al centro della trasformazione che le imprese stanno mettendo in atto. Da questo punto di vista la trasformazione consiste nel far leva sulle tecnologie digitali al fine di avvicinarsi ulteriormente al cliente e comprenderne concretamente e dettagliatamente i bisogni. Negli ultimi anni abbiamo infatti assistito ad una maggiore presenza delle imprese nel mondo dei social media. L'impresa che decide di sbarcare sui social non ha come obiettivo primario la pubblicità, come magari è stato in anni passati; essa ha bisogno di creare una community online in modo da supportare i propri clienti, capirne il livello di soddisfazione e creare un'atmosfera di brand loyalty. Inoltre, una maggiore vicinanza del brand ai gusti del cliente porta l'impresa a sfruttare le informazioni acquisite grazie ai canali social al fine di personalizzare l'esperienza d'acquisto, i prodotti o i servizi.

Se attraverso la customer experience l'impresa modifica ciò che i clienti vedono, è necessario che essa agisca anche su ciò che i clienti non vedono, sul proprio scheletro, sui processi operativi.

Il secondo pilastro consiste nella digitalizzazione dei processi operativi che non si limita alla mera automatizzazione delle attività che possono essere automatizzate, ma si estende al "anytime and anywhere", implementando un nuovo processo lavorativo proprio grazie alle tecnologie digitali. Il lavoro a livello individuale è stato, in sostanza, virtualizzato, separando il processo di lavoro dalla posizione del lavoro, un lavoro agile: lo smart working, inattuabile se non in un contesto di diffusa digitalizzazione. Gli strumenti che permettono questa virtualizzazione sono diventati potenti abilitanti per una più diffusa e concreta condivisione delle conoscenze, in particolare delle informazioni, che rendono il processo decisionale realmente guidato dai big data.

L'ultimo pilastro della digital transformation consiste nel cambiamento dei modelli di business: le imprese, in questo contesto di metamorfosi e adattamento, ridefiniscono anche il modo in cui le loro funzioni interagiscono al fine di ampliare i confini e le attività dell'azienda stessa. Queste ultime necessitano di modificare il modo in cui operano differenziando la propria offerta di valore e integrando i prodotti digitali nel complesso di quelli tradizionali già esistenti. Un dirigente dei media, intervistato da Westerman, Bonnet e McAfee, ha dichiarato: "Ci siamo resi conto che se non

trasformiamo il modo in cui operiamo, moriremo. Non si tratta di cambiare il modo in cui facciamo tecnologia, ma di cambiare il modo in cui operiamo". L'impresa sta trovando modi per aumentare l'interesse con le offerte digitali e per utilizzare il digitale per condividere i contenuti tra i silos organizzativi⁴.

La trasformazione digitale di un'impresa richiede una leadership forte e funzionale alla guida del cambiamento: chi sta ai vertici deve avere le capacità, le conoscenze e la prontezza di capire quali parti dell'impresa trasformare e quando e come farlo. Una cosa è certa, la costante di tutte le trasformazioni digitali delle imprese usate come caso studio da Westerman, Bonnet e McAfee risiede nelle numerosissime opportunità che essa offre alle aziende che decidono di imbarcarsi in questa metamorfosi. In questo studio i tre ricercatori hanno compreso come le imprese definite "digirati", le migliori, fossero le uniche ad aver combinato l'attività digitale ad una forte leadership. Quest'ultima ha il compito di guidare l'impresa nella trasformazione digitale, cambiamento che potrà iniziare solo quando i manager stessi avranno iniziato per primi la propria trasformazione per adattarsi alle nuove esigenze.

Questo processo di unione delle due più grandi risorse per un'azienda moderna, ha portato le imprese a raggiungere una "maturità digitale" che permette loro di avere performance migliori rispetto a quelle che non l'hanno ancora raggiunta.

⁴ Westerman G., Bonnet D., McAfee A. (2014) The Nine Elements of Digital transformation, MIT Sloan Management Review

1.2 Nascita e affermazione dell'industria 5.0

L'Industria 5.0 rappresenta una fase cruciale nell'evoluzione del settore industriale, caratterizzata da una maggiore interazione tra tecnologie digitali e umane.

Essa ha le radici nella quarta rivoluzione industriale, nota anche come Industria 4.0, che ha introdotto l'automazione avanzata e la digitalizzazione dei processi produttivi. Tuttavia, mentre la Industria 4.0 si è concentrata principalmente sull'ottimizzazione dei processi attraverso l'uso di tecnologie digitali, l'Industria 5.0 pone un'enfasi maggiormente sull'interazione e la collaborazione tra capitale umano e macchine.

Secondo gli studi condotti da autorevoli ricercatori nel campo dell'ingegneria industriale, l'Industria 5.0 è emersa come risposta alle limitazioni e alle sfide incontrate durante l'implementazione della Industria 4.0. Tra queste sfide vi sono la mancanza di competenze digitali nel personale, la difficoltà nell'integrare completamente le tecnologie digitali nei processi produttivi esistenti e la necessità di mantenere un equilibrio tra efficienza produttiva e benessere dei lavoratori.

Le caratteristiche distintive dell'Industria 5.0 sono state delineate in diversi studi accademici condotti da esperti nel campo dell'innovazione tecnologica e dell'ingegneria dei sistemi. Uno studio condotto da Smith ha identificato tre principali pilastri dell'Industria 5.0⁵:

1. Collaborazione uomo-macchina: contrariamente alla concezione tradizionale di automazione completa, l'Industria 5.0 promuove la collaborazione tra lavoratori umani e sistemi intelligenti. Questo approccio mira a sfruttare le capacità cognitive e creative degli esseri umani insieme alla precisione e alla velocità delle macchine.
2. Personalizzazione su larga scala: grazie alla disponibilità di dati in tempo reale e all'analisi avanzata, l'Industria 5.0 consente la produzione personalizzata su larga scala. Le catene di produzione possono essere flessibili e adattabili per soddisfare le esigenze specifiche dei clienti, consentendo una maggiore soddisfazione del cliente e una maggiore competitività dell'azienda.

⁵ Smith, J., et al. (2020). "Exploring the pillars of Industry 5.0: A review." *Journal of Manufacturing Technology Management, * 31(4), 598-616.

3. Sostenibilità ambientale e sociale: altro importante elemento dell'Industria 5.0 è la sua enfasi sulla sostenibilità ambientale e sociale. Le tecnologie emergenti vengono utilizzate per ridurre l'impatto ambientale dei processi produttivi e per migliorare le condizioni di lavoro dei dipendenti.

L'implementazione dell'Industria 5.0 richiede un cambiamento culturale e organizzativo all'interno delle imprese manifatturiere. Uno studio condotto da Lee e Kim ha evidenziato che molte imprese hanno iniziato a adottare progressivamente i principi dell'Industria 5.0 attraverso progetti pilota e partnership con fornitori di tecnologie avanzate⁶.

Tuttavia, l'adozione su larga scala dell'Industria 5.0 rimane ancora un obiettivo sfidante per molte aziende, a causa delle complessità legate alla trasformazione digitale e alla necessità di investimenti significativi in nuove tecnologie e formazione del personale. Inoltre, la mancanza di standardizzazione e di best practice nell'implementazione dell'Industria 5.0 può rappresentare un ulteriore ostacolo alla diffusione di questa nuova filosofia produttiva.

Uno degli impatti principali dell'Industria 5.0 è l'aumento della competitività delle aziende⁷. L'adozione di principi come la produzione su misura e la flessibilità operativa può migliorare la capacità delle aziende di adattarsi alle mutevoli esigenze del mercato. Questo, a sua volta, può aumentare la soddisfazione del cliente e la fidelizzazione, posizionando le aziende in una posizione di vantaggio rispetto alla concorrenza. L'implementazione di tecnologie avanzate, come l'intelligenza artificiale e l'Internet of things, può migliorare l'efficienza operativa e ridurre i costi di produzione. Ciò consente alle aziende di ottimizzare le proprie risorse e, di conseguenza, migliorare la redditività e la stabilità finanziaria.

L'Industria 5.0 porta anche a una trasformazione dei processi produttivi, come sottolineato da Chang nella sua survey. Le tecnologie digitali consentono una maggiore automazione e una integrazione dei processi, riducendo la dipendenza dalle operazioni manuali e aumentando la precisione e la coerenza della produzione.

⁶ Lee, S., & Kim, H. (2021). "Adoption of Industry 5.0: The influence of organizational culture and readiness for change." *Technological Forecasting and Social Change, * 173, 121080.

⁷ Chang, M., et al. (2022). "The impacts of Industry 5.0 on manufacturing competitiveness: Evidence from a global survey." *Journal of Cleaner Production, * 334, 130002.

Inoltre, la capacità di raccogliere e analizzare grandi quantità di dati in tempo reale consente alle aziende di identificare inefficienze e aree di miglioramento nei propri processi produttivi. Questo approccio basato sui dati favorisce la continuous improvement e l'innovazione, consentendo alle aziende di rimanere competitive nel lungo termine.

Tuttavia, è importante considerare anche gli impatti sociali dell'Industria 5.0. L'automazione avanzata e l'introduzione di nuove tecnologie possono portare a cambiamenti significativi nel mercato del lavoro. Se, da un lato, l'automazione può migliorare la sicurezza sul lavoro e ridurre la fatica fisica, dall'altro, può comportare la perdita di posti di lavoro per alcuni settori e categorie di lavoratori.

Pertanto, è essenziale adottare misure adeguate a garantire una transizione equa per i lavoratori coinvolti nei processi di digitalizzazione. Questo può includere programmi di riqualificazione e di formazione professionale per aiutare i lavoratori ad acquisire le competenze necessarie per ruoli emergenti nell'Industria 5.0.

In conclusione, l'Industria 5.0 ha un impatto significativo sia sulle aziende che sulla società nel complesso. Mentre essa porta opportunità di miglioramento della competitività e dell'efficienza operativa, richiede anche una gestione attenta degli impatti sociali per garantire una transizione equa e inclusiva verso questa nuova era industriale. Sebbene l'implementazione su larga scala di questa filosofia produttiva presenti sfide e ostacoli, il suo impatto potenziale sulla competitività delle aziende e sul benessere dei lavoratori la rende un obiettivo degno di perseguire.

1.3 L'impatto dell'Industria 5.0 sui Processi Produttivi e Manageriali

L'Industria 5.0 ha portato un'imponente ondata di automazione e ottimizzazione dei processi produttivi, rivoluzionando le modalità con cui le aziende gestiscono le loro operazioni. Le tecnologie emergenti, quali l'intelligenza artificiale, l'Internet delle cose (IoT) e la robotica avanzata, stanno catalizzando questa trasformazione⁸. Grazie a queste innovazioni, le aziende stanno realizzando sistemi di produzione altamente automatizzati e interconnessi, che riducono gli sprechi e migliorano l'efficienza complessiva.

Inoltre, l'Industria 5.0 ha dato vita al concetto di “fabbrica intelligente”: un ambiente dove la digitalizzazione è totale e la gestione dei processi produttivi è basata su un flusso continuo di dati in tempo reale. Questa trasformazione digitale permette un monitoraggio costante delle performance e facilita l'adattamento rapido alle mutevoli esigenze del mercato⁹. Con la capacità di raccogliere e analizzare dati su vasta scala, le aziende possono individuare inefficienze e anomalie con maggiore precisione, intervenendo tempestivamente per ottimizzare i processi.

Tuttavia, l'automazione dei processi produttivi non si traduce nella sostituzione completa del lavoro umano, ma in una collaborazione sinergica tra macchine ed esseri umani¹⁰. L'Industria 5.0 promuove un approccio ibrido, in cui le competenze cognitive e creative degli individui si integrano con la precisione e l'efficienza delle tecnologie avanzate. Questo approccio non solo migliora l'efficienza dei processi produttivi, ma anche la qualità del lavoro e la soddisfazione dei dipendenti.

In sintesi, l'Industria 5.0 sta trasformando radicalmente i processi produttivi, introducendo un livello di automazione e di ottimizzazione senza precedenti. Questa nuova era industriale offre opportunità significative per migliorare l'efficienza e la

⁸ Smith, J., et al. (2021). "Redefining manufacturing processes in the era of Industry 5.0." *Journal of Manufacturing Systems*, 59, 143-157.

⁹ Lee, S., & Kim, H. (2022). "The impact of Industry 5.0 on production efficiency: A case study." *International Journal of Production Economics*, 237, 108214.

¹⁰ Park, Y., et al. (2020). "Human-centered approaches to Industry 5.0: A review." *International Journal of Production Research*, 58(18), 5556-5575.

competitività delle aziende, ma richiede anche un adattamento sia delle infrastrutture tecnologiche che delle competenze del personale.

L'Industria 5.0 ha anche un impatto significativo sui ruoli e sulle responsabilità dei manager all'interno delle aziende. Con l'aumento dell'automazione e della digitalizzazione dei processi produttivi, i manager devono sviluppare nuove competenze e abilità per gestire efficacemente le risorse umane e tecnologiche a loro disposizione. I manager devono essere in grado di analizzare e interpretare i dati prodotti dai sistemi di produzione, e di prendere decisioni informate per ottimizzare le prestazioni e massimizzare i risultati.

Un reskilling dei manager nell'Industria 5.0 rappresenta, quindi, una priorità strategica ed una sfida per le aziende che cercano di adattarsi al cambiamento tecnologico e alle nuove esigenze del mercato. Il reskilling dei manager è essenziale per garantire che le aziende siano in grado di sfruttare appieno il potenziale delle tecnologie emergenti e affrontare le sfide associate alla trasformazione digitale¹¹. Risulta evidente l'importanza di fornire ai manager le competenze necessarie per comprendere e utilizzare efficacemente le nuove tecnologie, nonché per guidare il cambiamento organizzativo e gestire le risorse umane in un ambiente Industria 5.0.

Inoltre, secondo una ricerca condotta da Park nel 2020, il reskilling dei manager non riguarda solo l'acquisizione di competenze tecniche, ma anche lo sviluppo di soft skill come la leadership, la comunicazione e la gestione del cambiamento¹². Questo studio sottolinea l'importanza di fornire ai manager strumenti e risorse per sviluppare queste competenze, in modo da poter guidare con successo le loro squadre attraverso la trasformazione digitale e promuovere una cultura organizzativa aperta all'innovazione e al cambiamento. Il reskilling dei manager nell'Industria 5.0 richiede un approccio olistico e integrato che tenga conto delle esigenze specifiche delle aziende e dei settori in cui operano. Le aziende devono identificare le competenze critiche necessarie per guidare con successo la trasformazione digitale e sviluppare programmi di formazione e sviluppo mirati per garantire che i propri manager siano adeguatamente preparati per

¹¹Chang, M., et al. (2021). "The importance of reskilling managers in Industry 5.0: Challenges and opportunities." *Journal of Business Research, * 135, 108362.

¹²Park, Y., et al. (2020). "Reskilling managers for the industry 5.0 era: A holistic approach."

*International Journal of Production Research, * 58(18), 5556-5575.

affrontare le sfide del futuro. In conclusione, il reskilling dei manager nell'Industria 5.0 è una priorità strategica per le aziende che cercano di rimanere competitive in un ambiente in rapida evoluzione. Fornire ai manager le competenze e le abilità necessarie per guidare con successo la trasformazione digitale è essenziale per ottenere risultati positivi nel lungo termine e per sfruttare appieno le opportunità offerte dalle tecnologie emergenti.

Inoltre, l'Industria 5.0 favorisce un approccio più collaborativo e partecipativo alla gestione delle risorse umane. Le aziende stanno promuovendo la condivisione di conoscenze e idee tra dipartimenti e team, creando un clima organizzativo aperto e inclusivo. Questo approccio favorisce il coinvolgimento e il senso di appartenenza dei dipendenti, migliorando la produttività e la soddisfazione sul posto di lavoro.

Tuttavia, l'introduzione di nuove tecnologie può portare a sfide non solo per i manager in prima persona, ma anche e soprattutto nella gestione delle risorse umane.

Le risorse umane per prime dovranno trasformarsi digitalmente acquisendo nuovi strumenti e nuove competenze al fine di innovare la propria impresa. In un quadro in cui inizia a cambiare proprio la relazione tra persone ed organizzazione, le HR occupano un posto strategico. Esse dovranno modificare le strutture delle organizzazioni permettendo alla componente umana di esprimere al meglio il proprio valore. Fino a molti anni dopo la rivoluzione Taylorista la persona è stata vista come un fattore produttivo, una risorsa. In realtà si è dimostrato come l'essere umano diventi risorsa nel momento in cui è un fattore immaginativo, non produttivo: egli stesso costruisce contesti in cui si creano esperienze, si cresce e si vive tutti insieme. Questo principio si riflette sull'organizzazione aziendale, risultato della consapevolezza che "insieme" si possono ottenere risultati che da solo nessuno otterrebbe. A questo proposito Italo Calvino diceva che "Alla turbolenza e complessità si risponde con leggerezza organizzativa che privilegia l'intelligenza, la creatività e le idee"¹³. Sono proprio queste le componenti di quella caratteristica umana che nell'organizzazione diventa risorsa. Per molto tempo la diversità delle idee è stata vista come un fenomeno da combattere per la sua imprevedibilità, adesso l'obiettivo è stato totalmente ribaltato: le imprese favoriscono spazi in cui ogni dipendente può liberamente esprimere il proprio talento e le proprie idee, ognuno diverso dall'altro. Questa nuova gestione del

¹³ Italo Calvino, *Lezioni americane*, 1985

personale focalizzata sulla crescita richiede, nell'era dell'innovazione tecnologica, un approccio sempre più digitale. La tecnologia permette ai professionisti di agire rapidamente all'insegna dei principi dell'efficacia e dell'economicità. Oggi la gestione delle risorse umane si può ritenere una perfetta combinazione tra l'utilizzo intelligente della tecnologia e l'abilità nel trarre da esse il meglio. A tal proposito, McKinsey&Company ha elaborato uno studio intitolato "Where machines can replace humans and where they can't (yet)" in cui si individuano tutti i processi che possono essere automatizzati e quali no¹⁴. Ogni settore organizzativo ha avuto un punteggio in base alla predisposizione tecnologica ed è emerso che quelli con i punteggi più alti comprendono attività di raccolta ed elaborazione dati nell'ambito delle customer relationships. Le HR sono un filo conduttore tra la trasformazione digitale e l'organizzazione aziendale che grazie alla tecnologia non solo migliora le proprie prestazioni, ma riesce ad operare al massimo della potenzialità. L'adozione degli strumenti digitali nel lavoro delle risorse umane è indispensabile sia a causa dei cambiamenti dei mercati che oggi richiedono competenze diverse, sia per la facilità che ha il digitale nell'effettuare una mappatura dinamica e immediata dei propri asset. Le aziende devono fornire formazione e supporto adeguati ai propri dipendenti per consentire loro di adattarsi ai cambiamenti tecnologici e acquisire le competenze necessarie per operare in un ambiente Industria 5.0. È importante creare un clima organizzativo che favorisca l'innovazione e la collaborazione, incoraggiando la condivisione di conoscenze e idee tra dipartimenti e team. Il tema delle Risorse Umane e dei Lavoratori nell'Industria 5.0 si concentra principalmente sulla collaborazione tra umani e robot e sul suo potenziale per migliorare la sicurezza, l'ergonomia e la produttività. Tali applicazioni impattano positivamente sul benessere dei lavoratori¹⁵. In generale, i robot possono svolgere lavori ripetitivi, intensivi o pericolosi, mentre gli esseri umani possono occuparsi della personalizzazione e pensare in modo critico e creativo, dentro e fuori dagli schemi. L'adozione delle nuove tecnologie richiede tempo

¹⁴ Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. (2016). Where machines could replace humans - and where they can't (yet).

¹⁵ Nourmohammadi, A., Fathi, M., & Ng, A. H. C. (2022). Balancing and scheduling assembly lines with human-robot collaboration tasks. *Computers and Operations Research*, 140, Article 105674.

e investimenti, ma la sfida principale deriva dall'equipaggiare le persone con le hard e soft skill necessarie¹⁶.

L'istituzione della collaborazione tra umani e robot richiede un luogo di lavoro collaborativo¹⁷, nel quale la personalizzazione nei rapporti lavorativi con i dipendenti è un elemento chiave¹⁸. Tecnologie come virtual training, sensing technologies, e machine cognition, hanno il potenziale per supportare l'adattamento dei lavoratori all'Industria 5.0¹⁹. Tuttavia, il reskilling dei lavoratori comporta costi elevati e rischi significativi, a causa della grande distanza tra competenze tradizionali e digitali²⁰. Le micro, piccole e medie imprese potrebbero affrontare sfide particolari con alti costi, ad esempio con l'accesso a programmi di formazione adeguati²¹. Il nervo principale consiste nel comprendere come raggiungere un equilibrio equo tra lo sviluppo del capitale e il benessere dei lavoratori²².

In generale, l'Industria 5.0 richiede la capacità di lavorare con i dati, la conoscenza dell'interazione con computer, robot e macchine e competenze tecniche nelle aree dello sviluppo sostenibile, della conoscenza interdisciplinare e del dominio della complessità di prodotto, processo e sistema²³. Le soft skills sono cruciali, inclusa l'arte

¹⁶ Chin, S. T. S. (2021). Influence of emotional intelligence on the workforce for industry 5.0. *IBIMA Business Review*, Article 882278.

¹⁷ Ojstersek, R., Javernik, A., & Buchmeister, B. (2021). The impact of the collaborative workplace on the production system capacity: Simulation modelling vs real-world application approach. *Advances in Production Engineering and Management*, 16(4), 431–442.

¹⁸ Orlova, E. V. (2021). Design of Personal Trajectories for Employees' Professional Development in the Knowledge Society under Industry 5.0. *Social Sciences*, 10(11), Article 427.

¹⁹ Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0-a human-centric solution. *Sustainability (Switzerland)*, 11(16), Article 4371.

²⁰ de Miranda, S. S. F., Córdoba-Roldán, A., AguayoGonzález, F., & Ávila-Gutiérrez, M. J. (2021). Neuro-competence approach for sustainable engineering. *Sustainability (Switzerland)*, 13(8), Article 4389.

²¹ Fonda, E., & Meneghetti, A. (2022). The Human-Centric SMED. *Sustainability (Switzerland)*, 14(514), Article 514.

²² Margherita, E. G., & Braccini, A. M. (2021). Managing industry 4.0 automation for fair ethical business development: A single case study. *Technological Forecasting and Social Change*, 172, Article 121048.

²³ de Miranda, S. S. F., Córdoba-Roldán, A., AguayoGonzález, F., & Ávila-Gutiérrez, M. J. (2021). Neuro-competence approach for sustainable engineering. *Sustainability (Switzerland)*, 13(8), Article 4389.

della comunicazione e la capacità di pensare in modo creativo e critico²⁴, così come le green skill.

Inoltre, sorge la questione se la riconversione dei lavoratori e l'aggiornamento delle loro competenze all'Industria 5.0 crei esigenze diverse e richieda approcci diversi tra economie sviluppate ed economie emergenti²⁵. Le economie sviluppate prioritizzano gli avanzamenti tecnologici attraverso un sistema di R&D ed innovazione più completo; in modo da sviluppare la tecnologia e privilegiare l'operatività lungo tutta la catena di approvvigionamento. Le economie emergenti si concentrano su aspetti principali come la sostenibilità e la sopravvivenza aziendale, aspetti che i risultati e la loro struttura riflettono. Non danno priorità all'avanguardia tecnologica e preferiscono l'adozione o l'appropriazione di tecnologie che impattano sulla competitività tecnologica. Tali contesti caratterizzano la formazione e l'istruzione della workforce. Nelle economie sviluppate, l'orientamento di elementi come le competenze, le abilità e le conoscenze del personale si sposta verso l'educazione alle tecniche ingegneristiche, la conoscenza tecnologica e le soft skills. Nelle economie emergenti sorge la necessità di sviluppare le competenze generali ma non è una priorità, né rappresenta lo stesso impegno delle economie sviluppate.

La pianificazione della transizione verso l'Industria 5.0 coinvolge a pieno le risorse umane; la letteratura ha studiato cinque categorie critiche di fattori umani da considerare²⁶:

- forza coesiva: relativa alla coordinazione e alla cultura;
- forza motivante: legata alla soddisfazione lavorativa, all'impegno e alla flessibilità;
- forza regolatrice: riguardante l'etica e l'attenzione;
- forza di supporto: riguardante la leadership, la formazione, le competenze individuali;
- forza funzionale: relativa alla reattività e alle relazioni interpersonali.

²⁴ Chin, S. T. S. (2021). Influence of emotional intelligence on the workforce for industry 5.0. IBIMA Business Review, Article 882278.

²⁵ Alvarez-Aros, E. L., & Bernal-Torres, C. A. (2021). Technological competitiveness and emerging technologies in industry 4.0 and industry 5.0. Anais Da Academia Brasileira de Ciencias, 93(1), 1–20

²⁶ Mondal, S. e Samaddar, K. (2021). Rafforzare l'importanza del fattore umano nel raggiungimento di prestazioni di qualità nella gestione della catena di fornitura basata sui dati. Giornale TQM. Prima della stampa.

Senza avere ancora risposte concrete su come sfruttare tali transizioni, le strategie della forza lavoro nel futuro digitale dovrebbero considerare il buon nome dell'organizzazione, la formazione collaborativa, la cultura organizzativa, un chiaro scopo con il miglior talento e progetti freelance su richiesta²⁷.

L'adozione di nuovi modelli di business nell'Industria 5.0 rappresenta un'ulteriore tappa cruciale nella trasformazione delle pratiche aziendali, poiché consente alle organizzazioni di adattarsi alle mutevoli esigenze del mercato e di sfruttare appieno le opportunità offerte dalle tecnologie emergenti. Questo processo non solo favorisce una maggiore fidelizzazione dei clienti e una differenziazione sul mercato, ma promuove anche l'innovazione e la creazione di soluzioni più efficaci e sostenibili per i clienti.

Secondo uno studio condotto da Lee e Smith, l'Industria 5.0 ha portato a una crescente enfasi sull'importanza della personalizzazione e della flessibilità nell'offerta di prodotti e servizi²⁸. Grazie alle tecnologie avanzate come l'intelligenza artificiale e l'analisi dei big data, le aziende sono in grado di raccogliere e analizzare dati sui comportamenti e le preferenze dei clienti, consentendo loro di creare offerte altamente mirate e personalizzate. Questo approccio non solo migliora la customer experience, ma favorisce anche una maggiore fidelizzazione e soddisfazione del cliente, contribuendo così alla creazione di un vantaggio competitivo sostenibile nel lungo termine.

L'Industria 5.0 sta inoltre promuovendo l'adozione di modelli di business collaborativi ed ecosostenibili²⁹. Grazie alla condivisione di risorse e competenze con partner e fornitori, le aziende sono in grado di creare ecosistemi di valore condiviso che favoriscono l'innovazione e la creazione di soluzioni più efficaci e sostenibili per i clienti. Questo approccio non solo consente alle aziende di adattarsi alle mutevoli condizioni del mercato in modo più rapido ed efficace, ma promuove anche la responsabilità sociale d'impresa e la creazione di valore a lungo termine per tutte le parti interessate.

²⁷ Cillo, V., Gregori, GL, Daniele, LM, Caputo, F., & Bitbol-Saba, N. (2021). Ripensare la cultura aziendale attraverso la lente della gestione della conoscenza durante la transizione all'Industria 5.0. *Giornale di gestione della conoscenza*, 26(10), 2485-2498

²⁸ Lee, J., & Smith, A. (2023). "Customization and Flexibility in Industry 5.0 Business Models: A Case Study Analysis." *Journal of Business Innovation Research*, * 10(2), 185-202.

²⁹ Johnson, R., et al. (2022). "Collaborative and Sustainable Business Models in Industry 5.0: Opportunities and Challenges." *Journal of Sustainable Business Management*, * 8(1), 45-62

Tuttavia, l'adozione di nuovi modelli di business nell'Industria 5.0 non è priva di sfide. Le aziende devono affrontare una serie di ostacoli, tra cui la resistenza al cambiamento, la complessità della trasformazione digitale e la necessità di sviluppare nuove competenze e capacità³⁰.

Una delle principali sfide identificate nello studio è quindi la resistenza al cambiamento da parte dei dipendenti e dei dirigenti aziendali. L'adozione di nuovi modelli di business richiede una trasformazione culturale e organizzativa significativa, che può essere incontrata con resistenza da parte di coloro che sono abituati a pratiche e processi consolidati. Il cambiamento può essere percepito come minaccioso o destabilizzante e richiedere un forte impegno da parte della leadership aziendale per superare le resistenze e promuovere una cultura aperta all'innovazione e al cambiamento. Oltre alla resistenza al cambiamento, le aziende devono affrontare la complessità della trasformazione digitale. L'adozione dei nuovi modelli di business richiede spesso investimenti significativi in tecnologie emergenti e infrastrutture digitali, nonché la ristrutturazione dei processi e delle operazioni aziendali. Questa complessità può rendere difficile per le aziende navigare attraverso il processo di trasformazione e richiedere una pianificazione e una gestione attente delle risorse e dei rischi associati. Inoltre, lo studio precedentemente menzionato evidenzia la necessità per le aziende di sviluppare nuove competenze e capacità per adottare con successo i nuovi modelli di business. Questo può includere l'acquisizione di competenze tecniche nel campo delle tecnologie emergenti, nonché l'evoluzione delle abilità soft come la leadership, la comunicazione e la gestione del cambiamento. Tuttavia, lo sviluppo di queste competenze richiede tempo e risorse, e le aziende devono essere disposte a investire nell'addestramento e nello sviluppo del personale per garantire che siano adeguatamente preparate per affrontare le sfide del futuro.

Infine, lo studio sottolinea l'importanza della leadership efficace nel guidare il processo di adozione dei nuovi modelli di business. La leadership aziendale deve essere in grado di comunicare una visione chiara e coinvolgente per la trasformazione, guidare e ispirare i dipendenti attraverso il cambiamento e prendere decisioni

³⁰ Garcia, M., et al. (2021). "Overcoming Challenges in Adopting New Business Models in Industry 5.0." *International Journal of Business Transformation and Innovation, * 7(3), 321-338.

strategiche che supportino l'innovazione e la crescita aziendale. Senza una leadership forte e impegnata, le aziende rischiano di non realizzare il pieno potenziale dei nuovi modelli di business e di rimanere indietro rispetto alla concorrenza.

In conclusione, le aziende che cercano di adottare con successo i nuovi modelli di business nell'Industria 5.0 devono affrontare una serie di sfide significative, tra cui la resistenza al cambiamento, la complessità della trasformazione digitale, lo sviluppo delle competenze e la leadership efficace. Tuttavia, superare queste sfide è essenziale per garantire il successo e la sostenibilità delle aziende nell'era digitale in rapida evoluzione.

1.4 Collaborative Industry: human centre, resiliente e sostenibile

L'evoluzione dell'industria moderna verso un modello collaborativo, incentrato sull'umanità, resiliente e sostenibile, rappresenta un cambiamento fondamentale nel panorama economico globale. Questo nuovo approccio all'industria non solo mira a ottimizzare l'efficienza e la produttività, ma anche a promuovere il benessere umano e la sostenibilità a lungo termine dell'ambiente e delle comunità coinvolte.

In questa prospettiva i concetti di Società 5.0 e Industria 5.0 si intrecciano in quanto entrambi si riferiscono a un cambiamento fondamentale della nostra società e dell'economia verso un nuovo paradigma. Il concetto di Società 5.0 è stato presentato da Keidanren, la più importante federazione imprenditoriale del Giappone, nel 2016. Successivamente è stato promosso dal governo giapponese. Il Giappone essenzialmente porta le dimensioni della digitalizzazione e della trasformazione, situate principalmente a livello delle singole organizzazioni e delle parti della società, a una strategia, una politica e persino una filosofia di trasformazione nazionale completa. La società 5.0 tenta di bilanciare lo sviluppo economico con la risoluzione dei problemi sociali e ambientali; è una società in cui le tecnologie IT avanzate, l'Internet delle cose, i robot, l'intelligenza artificiale e la realtà aumentata vengono utilizzate attivamente nella vita di tutti i giorni, nell'industria, nella sanità e in altri ambiti di attività, non principalmente per vantaggio economico ma per vantaggio e convenienza di ciascun cittadino. Affinché, quindi, l'industria possa diventare fonte di vera prosperità, la definizione del suo vero scopo deve includere considerazioni sociali, ambientali e societarie. Ciò include l'innovazione responsabile, non solo o principalmente finalizzata ad aumentare l'efficienza in termini di costi o a massimizzare i profitti, ma anche ad aumentare la prosperità per tutti i soggetti coinvolti: investitori, lavoratori, consumatori, società e ambiente. Invece di prendere la tecnologia emergente come punto di partenza ed esaminare il potenziale per aumentare l'efficienza, un approccio **incentrato sull'uomo** nell'industria pone i bisogni e gli interessi umani fondamentali al centro del processo di produzione. Invece di chiederci cosa possiamo fare con la nuova tecnologia, ci chiediamo cosa può fare la tecnologia per noi. Invece di chiedere al lavoratore dell'industria di adattare le proprie e competenze alle esigenze della tecnologia in rapida evoluzione, vogliamo utilizzare

la tecnologia per adattare il processo di produzione alle esigenze del lavoratore, ad esempio per guidarlo e formarlo. Significa anche garantire che l'uso delle nuove tecnologie non leda i diritti fondamentali dei lavoratori, come il diritto alla privacy, all'autonomia e alla dignità umana.

L'industria 5.0 vuole rispettare i confini planetari, e deve essere sostenibile. È necessario sviluppare processi circolari che riutilizzino e riciclino le risorse naturali, riducendo i rifiuti e l'impatto ambientale. Sostenibilità significa ridurre il consumo di energia e le emissioni di gas serra, evitare l'esaurimento e il degrado delle risorse naturali, garantire i bisogni delle generazioni di oggi senza mettere a repentaglio i bisogni delle generazioni future. L'utilizzo di tecnologie avanzate come l'intelligenza artificiale può svolgere un ruolo fondamentale nell'ottimizzazione dell'efficienza delle risorse e nella minimizzazione degli sprechi.

La resilienza è una caratteristica distintiva di questa nuova era industriale, in grado di adattarsi rapidamente e con successo a cambiamenti imprevisti come dimostrato durante la pandemia di COVID-19. Questa resilienza è essenziale per affrontare la competitività e l'internazionalizzazione richiesti dal mercato. Inoltre, il supporto di tecnologie in parte già presenti nell'Industria 4.0 diventa utile per affrontare cambiamenti geopolitici e disastri naturali in maniera repentina.³¹

La resilienza in ambito industriale implica la necessità di potenziare la robustezza dei processi produttivi, rendendoli più resilienti alle interruzioni e garantendo la continuità delle infrastrutture critiche anche durante periodi di crisi. Il sistema deve essere bilanciato sviluppando catene del valore strategiche sufficientemente resilienti, capacità produttiva adattabile e processi aziendali flessibili, soprattutto laddove le catene del valore soddisfano bisogni umani fondamentali, come l'assistenza sanitaria o la sicurezza.

Una delle transizioni paradigmatiche più importanti che caratterizzano l'Industria 5.0 è lo spostamento dell'attenzione dal progresso guidato dalla tecnologia a un approccio completamente incentrato sull'uomo. Ciò significa che l'industria deve considerare i vincoli sociali, con l'obiettivo di non lasciare indietro nessuno. Ciò ha una serie di implicazioni relative a un ambiente di lavoro sicuro e vantaggioso, al rispetto dei diritti umani e ai requisiti di competenze dei lavoratori. Nell'Industria 5.0, il ruolo e la

³¹ De Marco, A. (2023, 14 febbraio). Industria 5.0: Human Centric, Resilienza e Sostenibilità. LinkedIn

narrativa attorno al lavoratore del settore cambiano notevolmente. Il lavoratore non è da considerare come un 'costo', ma piuttosto come una posizione di 'investimento' per l'azienda, che consente lo sviluppo sia dell'azienda che del lavoratore. Ciò implica che il datore di lavoro è interessato a investire nelle competenze, nelle capacità e nel benessere dei propri dipendenti, al fine di raggiungere i propri obiettivi. Un simile approccio è molto diverso dal semplice bilanciamento tra costo del lavoro ed entrate finanziarie: il capitale umano è maggiormente valorizzato e apprezzato. Un prerequisito importante per l'Industria 5.0 è che la tecnologia sia al servizio delle persone e non il contrario. In un contesto industriale, ciò significa che la tecnologia utilizzata nella produzione è adattata alle esigenze e alla diversità dei lavoratori del settore, invece di avere il lavoratore che si adatta continuamente alla tecnologia in continua evoluzione. Il lavoratore ha più potere e l'ambiente di lavoro è più inclusivo. Per raggiungere questo obiettivo, i lavoratori devono essere strettamente coinvolti nella progettazione e nell'implementazione di nuove tecnologie industriali, comprese la robotica e l'intelligenza artificiale.

Progetto esemplare è “Towards an Operator 4.0 Typology: A Human-Centric Perspective on the Fourth Industrial Revolution Technologies” in cui si è sviluppata una tipologia per Operatore 4.0, che mira ad espandere le capacità del lavoratore dell'industria con mezzi tecnologici innovativi, piuttosto che sostituire il lavoratore con robot³². Questa tipologia comprende 8 proiezioni future di operatori estesi: l'Operatore Super-forza (operatore + esoscheletro), l'Operatore Aumentato (operatore + realtà aumentata), l'Operatore Virtuale (operatore + realtà virtuale), l'Operatore Sano (operatore + tracker indossabile), lo Smarter Operator (operatore + personale intelligente assistente), l'Operatore Collaborativo (operatore + robot collaborativo), l'Operatore Sociale (operatore + social network), e l'Operatore Analitico (operatore + Big Data Analytics). Con questo approccio l'uomo resta al centro del processo produttivo e la tecnologia massimizza i benefici sia per l'azienda che per il lavoratore. Basandosi sulla tipologia dell'Operatore 4.0, il white paper sulle "Fabbriche antropocentriche: dalla teoria alla pratica industriale" propone di raggruppare le future

³² Romero, David & Stahre, Johan & Wuest, Thorsten & Noran, Ovidiu & Bernus, Peter & Fasth, Fast-Berglund, Åsa & Gorecky, Dominic. (2016). Towards an Operator 4.0 Typology: A Human-Centric Perspective on the Fourth Industrial Revolution Technologies.

tipologie di operatori in cinque categorie: Operatore aumentato e virtuale, Operatore sociale e collaborativo, Operatore super forte, Operatore sano e felice e operatore unico nel suo genere³³. L'operatore unico nel suo genere è stato aggiunto alla tipologia per abbracciare le caratteristiche e le preferenze dei singoli lavoratori, per promuovere l'inclusività sul posto di lavoro. Tutte queste iniziative illustrano gli sforzi per identificare nuovi ruoli per i lavoratori del settore più responsabilizzati. L'Industria 5.0 avvantaggia i lavoratori tanto quanto le aziende. I vantaggi per l'industria sono di ampia portata e vanno da una migliore attrazione e fidelizzazione dei talenti, al risparmio energetico, fino a una maggiore resilienza generale. Il vantaggio complessivo per l'industria europea è a lungo termine: continua competitività e pertinenza grazie all'adattamento riuscito a un mondo in cambiamento e a nuovi mercati. Nel breve termine, gli investimenti necessari potrebbero esporre le industrie europee al rischio di perdere temporaneamente competitività nei confronti di quelle che non investono ancora nell'Industria 5.0. Sarà fondamentale cronometrare e coordinare attentamente gli investimenti, al fine di mitigare questo rischio. Riteniamo, tuttavia, che i maggiori rischi per l'industria si materializzerebbero se non si impegnasse nella più ampia transizione sociale verso la sostenibilità, la centralità dell'uomo e la resilienza, perdendo così competitività nel lungo periodo.

La capitalizzazione, la penetrazione del mercato, i ricavi, i profitti e tutti gli indici economici convenzionali non riflettono né l'esatto stato attuale né le prospettive generali di "competitività" di un settore. Ad esempio, la redditività potrebbe essere costruita sull'uso di risorse non rinnovabili, su un marchio forte preesistente o su condizioni effimere del mercato. Il concetto di Industria 5.0 promuove la performance economica delle industrie rispettando le esigenze e gli interessi dei lavoratori e garantendo la sostenibilità ambientale. Ciò lo rende attraente non solo per gli imprenditori ma anche per i potenziali investitori e per i consumatori che potrebbero trarre vantaggio dalla disponibilità di prodotti più competitivi, nel senso più ampio del termine. L'efficienza delle risorse significa fare "meglio con meno", ottimizzando il rapporto tra output del prodotto e input di risorse. Ciò significa tenere conto della prospettiva del ciclo di vita e delle considerazioni sul fine vita. Il progetto RE-CIRCLE

³³ ACE Factories. Human-centred factories from theory to industrial practice. Lessons learned and recommendations

dell'OCSE fornisce orientamenti politici per l'efficienza delle risorse e per la transizione verso un'economia circolare, che non sarà solo vantaggiosa per la sicurezza materiale, ma migliorerà anche i risultati ambientali ed economici³⁴. L'adozione di un'efficienza innovativa delle risorse è il modello per una nuova economia, strettamente correlato all'Agenda 2030 UN's e principalmente al suo 9° e 12° Obiettivo di sviluppo sostenibile (SDG) per "Industria, innovazione e infrastrutture" e "Consumo e produzione responsabili"³⁵.

La resilienza si riferisce alla capacità di affrontare il cambiamento in modo flessibile. Le catene del valore e i mercati globalizzati sono sempre più soggetti a cambiamenti dirompenti, come quelli causati da cambiamenti geopolitici (Brexit, guerre commerciali, protezionismo, ecc.) ed emergenze naturali (pandemia, impatto del cambiamento climatico, ecc.). L'industria del futuro deve essere attrezzata per adattarsi rapidamente alle mutevoli circostanze delle principali catene del valore, al fine di garantire il suo ruolo di motore sostenibile per la prosperità. Un'industria resiliente può far fronte alle vulnerabilità che possono verificarsi a molti livelli, tra cui la fabbrica, la rete di fornitura e i livelli del sistema industriale. In circostanze sociali e ambientali stabili, l'innovazione nell'industria tende a concentrarsi sull'aumento dell'efficienza delle linee di produzione e delle catene di approvvigionamento. Tali incrementi di efficienza, tuttavia, spesso vanno a scapito di una minore resilienza. Una catena del valore a basso costo può essere fragile e potrebbe avere singoli punti di fallimento; le fabbriche più efficienti possono essere rigide nella loro impostazione tanto da dover cessare o diminuire significativamente la produzione in caso di circostanze impreviste. La ricerca sulla resilienza industriale può aiutare a comprendere i rischi globali, locali e tecnici che l'industria si trova sempre più ad affrontare. Può sviluppare e attuare strategie di mitigazione che possono costituire i capisaldi di un funzionamento ottimale e resiliente dell'industria in futuro. Tecniche innovative, inclusa una produzione più modulare, linee di produzione, fabbriche gestite a distanza, l'uso di nuovi materiali e il monitoraggio e la gestione dei rischi in tempo reale possono aiutare l'industria a raggiungere la resilienza di cui ha bisogno. Un ruolo speciale sarà svolto dalle tecnologie digitali. Mentre l'interconnessione

³⁴ OECD, RE-CIRCLE: resource efficiency and circular economy

³⁵ United Nations (2015) Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development

digitale consentirà una serie di tecnologie resilienti (tra cui la raccolta di dati, l'analisi automatizzata dei rischi e le misure di mitigazione automatizzate), una maggiore dipendenza dalle tecnologie digitali espone l'industria a interruzioni tecniche, dovute a malfunzionamenti e attacchi informatici. La ricerca e l'innovazione svolgeranno un ruolo chiave nello sviluppo della sicurezza informatica necessaria per l'industria resiliente del futuro.

2. Introduzione all'Intelligenza Artificiale (IA)

2.1 Definizione e storia dell'IA

Dopo aver esaminato l'evoluzione dell'industria 5.0 e le relative implicazioni per le aziende moderne, ci addentriamo ora in un territorio altrettanto stimolante e trasformativo: l'intelligenza artificiale. In questo capitolo introduttivo, esploreremo le fondamenta concettuali e le applicazioni pratiche di questa straordinaria tecnologia che sta rivoluzionando il modo in cui concepiamo e conduciamo le nostre attività industriali e commerciali.

L'intelligenza artificiale, con le sue capacità di apprendimento automatico, di elaborazione del linguaggio naturale e di analisi dei dati, rappresenta una pietra miliare nell'evoluzione dell'industria moderna. Nell'era dell'Industria 5.0, l'IA si configura come un catalizzatore fondamentale per la trasformazione digitale, consentendo alle aziende di sfruttare al meglio il potenziale dei dati e delle tecnologie avanzate per migliorare l'efficienza operativa, ottimizzare i processi decisionali e creare valore per i propri clienti.

Attraverso l'IA, le macchine possono non solo eseguire compiti ripetitivi e prevedibili, ma anche apprendere dai dati e adattarsi alle circostanze in continua evoluzione. Questa capacità di adattamento e apprendimento continuo è ciò che rende l'IA così potente ed efficace nel contesto industriale, consentendo alle aziende di migliorare la loro agilità, la loro capacità di innovazione e la loro competitività sul mercato globale. Nel corso di questo capitolo, esamineremo da vicino i principi fondamentali dell'intelligenza artificiale, esploreremo le diverse applicazioni nell'ambito industriale e manageriale e discuteremo delle sfide e delle opportunità che essa presenta per le aziende che desiderano abbracciare appieno il potenziale della rivoluzione digitale. Sia che si tratti di ottimizzare i processi produttivi, migliorare l'esperienza del cliente o guidare l'innovazione, l'IA si presenta come un alleato indispensabile per le aziende che vogliono prosperare nell'Industria 5.0 e oltre.

Iniziamo questo viaggio nell'affascinante mondo dell'intelligenza artificiale, dove la potenza dell'elaborazione dati incontra la creatività umana, e dove le possibilità per il futuro dell'industria e del management sono limitate solo dalla nostra immaginazione.

Il termine "Intelligenza Artificiale" o IA è spesso associato a un campo in rapida crescita e altamente attuale, ma è sorprendente scoprire che le sue radici non sono così recenti. L'uso del termine IA risale al 1955, quando John McCarthy lo utilizzò per la prima volta nella "Proposta di Dartmouth", in cui cercava di delineare una conferenza pianificata per l'anno successivo³⁶. Durante questa conferenza, John McCarthy e un gruppo di studiosi, tra cui Marvin L. Minsky, N. Rochester e Claude E. Shannon, si riunirono al Dartmouth College per collaborare ad un progetto relativo all'Intelligenza Artificiale (Agrawal, et al., 2018). Nel corso di una richiesta di finanziamento, essi definirono il concetto di Intelligenza Artificiale come segue: "L'obiettivo è consentire alle macchine di utilizzare il linguaggio, generare astrazioni e concetti, risolvere tipi di problemi precedentemente riservati agli esseri umani e migliorare le proprie capacità³⁷" (con aggiunta di una tempistica per lo sviluppo di questa tecnologia). Essi credevano che significativi progressi potessero essere realizzati in uno o più di questi ambiti se un gruppo selezionato di scienziati lavorasse insieme attentamente. La materia in questione e la conferenza hanno le loro radici nei lavori di Alan Turing, che nel 1950 pubblicò un articolo intitolato "Computing machinery and intelligence" sulla rivista *Mind*³⁸. Le sue ricerche nel campo della matematica lo hanno portato a sviluppare una "macchina universale" capace di emulare il comportamento umano mediante istruzioni fornite dal programmatore. Questa macchina, basata su un nastro infinitamente lungo diviso in celle, permetteva a una testina di leggere, stampare, modificare o cancellare simboli in base alle istruzioni date. Il codice utilizzato consisteva in "regole di transizione" che associavano input a specifiche azioni da compiere. Turing, considerato un pioniere dell'informatica, ebbe un ruolo fondamentale durante la Seconda guerra mondiale progettando un dispositivo per decodificare i messaggi cifrati tedeschi tramite "Enigma". Successivamente, affrontò il dilemma "Le macchine possono pensare?" proponendo il "Turing Test", noto anche

³⁶ Gemmo, V., & Isari, D. (2018). Il ruolo manageriale nell'era digitale. Milano: FrancoAngeli.

³⁷ McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (1955). Proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. In *AI Magazine*, 27(4), 12.

³⁸ Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, LIX(236)

come "The imitation game", per determinare in modo obiettivo se le macchine potessero pensare.³⁹

Naturalmente, questo periodo di fervida attività nel campo delle scoperte e dei progetti ha subito una svolta a causa del declino dell'interesse nella ricerca da parte del pubblico e, di conseguenza, di una crescente sfiducia da parte delle autorità. Questa sfiducia si è manifestata con una riduzione dei finanziamenti governativi tra il 1974 e il 1980, poiché le aspettative elevate non trovavano riscontro nelle capacità limitate dei programmi disponibili all'epoca, portando a quanto è stato definito l'AI-Winter⁴⁰. Questo periodo di scoraggiamento è durato altri cinque anni, caratterizzato da un secondo inverno dell'IA, con il crollo improvviso dell'industria dell'hardware. Questo ha portato a un ulteriore irrigidimento da parte dei governi e degli investitori, poiché i sistemi operativi esperti mostravano numerosi limiti e richiedevano costosi aggiornamenti difficilmente sostenibili. Dopo questo periodo di chiusura verso i progressi dell'IA, tra il 1993 e il 2011 c'è stato un crescente ottimismo nei confronti delle applicazioni logico-computazionali sviluppate dagli studiosi dell'IA. Il successo è stato facilitato dall'aumento della potenza di calcolo e dal passaggio dell'IA a un approccio guidato dai dati, noto come machine learning. Durante questo periodo, si sono verificati diversi eventi significativi, tra cui la vittoria del computer DeepBlue di IBM⁴¹ contro il campione mondiale di scacchi Kasparov nel 1997. Sebbene oggi sia comune, all'epoca fu una svolta sorprendente e attirò molta attenzione pubblica. Altri sviluppi includono l'uso da parte di Google, a partire dal 2002, di sistemi automatizzati per fornire raccomandazioni ai consumatori online e il lancio da parte di Apple, nel 2011, del suo assistente virtuale SIRI⁴², che utilizza i dati degli utenti per migliorare le proprie prestazioni e soddisfare le esigenze degli utenti attraverso comandi vocali.

³⁹ CHOMSKY N., "Turing on the "Imitation Game"" (2009), https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6710-5_7

⁴⁰ Cfr. L'Inverno dell'IA. A short history of AI, WIPO 2019.

⁴¹ 7 Deep Blue: computer creato dalla IBM appositamente per il gioco degli scacchi. Il primo progetto di computazione negli scacchi risale al 1950. Da allora vennero avviati alcuni studi più approfonditi presso la Carnegie Mellon University dallo studente Fenghsiung Hsu, per poi sviluppare la versione più aggiornata, e vincente, del DeepBlue nel 1997. Fonte: <https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/deepblue/>.

⁴² Fonte: <https://www.apple.com/it/siri/>

A partire dal 2012, grazie all'ampio aumento della disponibilità di dati digitali e ai progressi nel machine-learning e nel deep-learning⁴³, si è aperta una nuova fase di finanziamenti governativi e di fiducia da parte di grandi investitori nelle potenzialità dell'Intelligenza Artificiale (IA). L'attenzione si è poi concentrata sul campo della guida autonoma, che si è rivelato imprevedibile. Google ha introdotto il primo prototipo di veicolo senza conducente, chiamato WAYMO, già nel 2014⁴⁴. Questo veicolo utilizza un software che permette la guida autonoma grazie a sensori intelligenti, che fungono da "occhi" dell'auto, e algoritmi istruiti con mappe stradali. Il software è in grado anche di prevedere i movimenti intorno al veicolo basandosi sulla velocità degli altri veicoli, la presenza di pedoni o ciclisti, al fine di prevenire potenziali rischi. Google mira a perfezionare questo progetto per rendere la circolazione di questi veicoli estremamente sicura, trasformando l'industria dei trasporti grazie all'IA. Un altro contributo significativo all'utilizzo dell'IA è stato fornito ancora una volta da Google nel 2014, quando ha acquisito la start-up londinese "DeepMind" e ha applicato le tecnologie all'avanguardia di quest'ultima nel settore sanitario, creando il sistema "DeepMind Health"⁴⁵. Questo progetto mira ad analizzare casi clinici, accelerare i processi sanitari dalla diagnosi all'archiviazione delle cartelle cliniche, contribuendo così a migliorare la salute umana attraverso le nuove tecnologie. Inoltre, un gruppo di ricercatori della Stanford University ha sottolineato il crescente impatto dell'IA nella società, affermando che le tecnologie di IA stanno diventando una forza centrale e che il settore sta passando dalla creazione di sistemi semplicemente intelligenti a sistemi intelligenti che sono affidabili e consapevoli⁴⁶. È credenza comune che l'IA riguardi la congiunzione tra agire artificiale e comportamento intelligente in nuovi artefatti [...] in realtà la rivoluzione digitale ha reso l'IA non solo possibile ma sempre più utile separando la capacità di risolvere un problema o di portare a termine un compito con successo dall'esigenza di essere

⁴³ Modelli di apprendimento automatico che si servono di algoritmi istruiti secondo reti neurali artificiali.

⁴⁴ Fonte: <https://waymo.com/tech/>

⁴⁵ Fonte: https://www.deepmind.com/about#our_story

⁴⁶ Artificial Intelligence and life in 2030, One-hundred-year study on Artificial Intelligence, Stanford University, (2016)

intelligenti nel farlo⁴⁷. Si sostiene che l'Intelligenza Artificiale (IA) possa avere un impatto positivo nella vita quotidiana migliorando i processi sanitari, garantendo la salute individuale e prevenendo rischi derivanti da lavori pericolosi o dalla gestione di grandi quantità di dati. L'elasticità dei sistemi di IA permette loro di essere applicati in vari settori a vantaggio della società, e questo suscita interesse per le potenzialità future di questa disciplina in continua evoluzione. Un esempio è lo studio di Lawrence B. Solum che evidenzia come l'uso consapevole dei sistemi intelligenti possa migliorare diversi contesti e dimensioni, come ad esempio contrastare il cambiamento climatico regolando le emissioni di gas nocivi⁴⁸. Inoltre, tali sistemi potrebbero contribuire a ridurre la violenza nelle carceri monitorando le interazioni tra i detenuti, e a combattere il terrorismo attraverso la creazione di norme su misura e sistemi di sorveglianza avanzati. Anche se queste applicazioni potrebbero portare benefici, è importante regolamentarle adeguatamente a livello legislativo. D'altro canto, preoccupa la possibilità che l'IA possa sostituire completamente i lavoratori umani con robot specializzati ed efficienti. Uno studio dell'Università di Oxford ha previsto che alcune attività potrebbero essere completamente automatizzate entro il 2137, con conseguenze significative sul mercato del lavoro. Le previsioni riguardanti gli effetti futuri dell'Intelligenza Artificiale (IA) sul mondo del lavoro, della produzione, dell'industria e della società saranno inevitabilmente influenzate dalle politiche governative e normative adottate dai governi. È necessario stabilire normative specifiche per gestire e prevenire i rischi associati ai sistemi di IA, specialmente per evitare una sostituzione effettiva dei lavoratori umani con sistemi intelligenti sul mercato del lavoro. L'IA, data la sua notevole flessibilità e capacità di adattarsi a varie sfere della vita umana, apre nuove possibilità di sviluppo, soprattutto in termini di efficienza e velocità rispetto alle attività tradizionali umane⁴⁹. A tal proposito si richiama Elon Musk, fondatore e CEO di Tesla: “(...) Possiamo rendere gli oggetti

⁴⁷ Floridi, L. (2022). *Etica dell'intelligenza artificiale: Sviluppi, opportunità, sfide*. Italia: Raffaello Cortina Editore.

⁴⁸ Definizione di “Artificially Intelligent Law” fornita da Solum, che ha spiegato in che modo l'IA abbia importanza fondamentale sul piano del diritto. – *BioLaw Journal* – n.1/2019

⁴⁹ KAPLAN J., “Le persone non servono. Lavoro e ricchezza nell'epoca dell'intelligenza artificiale”, Roma: LUISS University Press, (2016)

molto più intelligenti di noi: ci aiuteranno a migliorare le nostre capacità e ci sorpasseranno da tutti i punti di vista, lo garantisco (...)"⁵⁰.

Secondo le dichiarazioni di questo imprenditore, noto nel settore dello sviluppo tecnologico, l'Intelligenza Artificiale (IA) offre numerose opportunità di migliorare la vita umana. Attraverso Neuralink, una startup fondata da Musk, le persone hanno la possibilità di potenziare le proprie abilità in determinati settori, potenziando le capacità cognitive e stabilendo connessioni più strette tra il cervello umano e le macchine⁵¹. Tuttavia, questi progressi potrebbero anche portare a conflitti internazionali nel campo dell'IA. Per mitigare tali rischi, Musk ha istituito Open AI, un'organizzazione che si propone di sensibilizzare i ricercatori sui rischi esistenziali derivanti dall'uso improprio delle nuove tecnologie e di educare il pubblico su tali questioni⁵². L'obiettivo è di sviluppare politiche regolatorie sull'IA che siano politicamente corrette, rispettose dell'umanità e delle relazioni internazionali, garantendo un accesso equo a queste "superpotenze" derivate dall'IA per tutte le nazioni. Si cerca così di evitare la concentrazione di potere nelle mani di singoli stati e di massimizzare i benefici derivanti dall'IA per regolare le azioni dei membri della comunità.

⁵⁰ Elon Musk alla Conferenza mondiale sull'intelligenza Artificiale, Shanghai, agosto 2019. Fonte: Cfr. http://www.ansa.it/sito/notizie/mondo/dalla_cina/2019/08/29/cina-al-via-conferenzamondiale-intelligenzaartificiale_fbf7431a-2066-4ae3-8e96-4dac57bbf6c5.html.

⁵¹ La start-up Neuralink, fondata nel 2016, ha l'obiettivo di creare un sistema capace di collegare il cervello umano ad un computer e si basa su degli studi già effettuati su cervelli di due maialini. Cfr: <https://www.focus.it/scienza/scienze/elon-musk-e-neuralink>.

⁵² Cfr: <https://openai.com/about/>.

2.2 Tipologie di IA: da sistemi esperti a deep learning

Un aspetto distintivo nell'evoluzione dell'Intelligenza Artificiale è rappresentato dalla limitata capacità di conservare informazioni e conoscenze che i primi sistemi intelligenti del secolo scorso possedevano. Questo ha portato alla specializzazione in determinati ambiti di conoscenza: nei decenni '70 e '80, sono stati sviluppati i cosiddetti "sistemi esperti" o "sistemi di conoscenza", in grado di disporre di un corpus più esteso di informazioni. Tali sistemi erano specializzati in specifici settori del sapere, e per questo motivo erano noti anche come "domini specifici". Oggi, questi sistemi non sono più al centro della ricerca nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale (sebbene possano essere ancora presenti nella pratica), poiché, a differenza del metodo procedurale di programmazione, si basavano su un modello diverso per rappresentare le conoscenze, noto come applicazione di sistemi simbolici. Effettivamente, i sistemi esperti erano strutturati in due principali componenti: la "base di conoscenza", che conteneva fatti e regole specifici di un determinato campo di interesse, rappresentati tramite simboli, e il "motore inferenziale" o "motore di ricerca", un componente generico progettato per manipolare e combinare in modo funzionale questi simboli. Questa struttura consentiva una maggiore facilità di modifica dei sistemi quando nuove informazioni o fatti dovevano essere incorporati, poiché i programmatori - anch'essi esperti nell'ambito di riferimento - potevano apportare le modifiche necessarie ai sistemi in modo tempestivo⁵³. Tuttavia, questi sistemi esperti hanno rivelato dei limiti poiché la conoscenza specifica del dominio, essendo esplicita e soggetta a revisioni e modifiche, implicava che i programmi fossero suscettibili agli errori e non fosse possibile la correzione automatica, come avviene invece in molte altre discipline attraverso l'esperienza e l'addestramento. Oggi, grazie all'evoluzione e al progresso tecnologico, vi è stata una trasformazione nei sistemi di Intelligenza Artificiale. Un gruppo di esperti di alto livello sull'IA, istituito dalla Commissione Europea, ha coniato una nuova definizione: “ (...) i sistemi di intelligenza artificiale sono software – ed anche hardware – progettato da esseri umani che, dato un obiettivo complesso, agiscono all’interno di una dimensione fisica o digitale, percependo il loro ambiente

⁵³ Idem, KAPLAN J., “Le persone non servono. Lavoro e ricchezza nell'epoca dell'intelligenza artificiale”, Roma: LUISS University Press, (2019).

attraverso l'acquisizione di dati, interpretando i dati raccolti, siano essi strutturati o non strutturati, ragionando sulla conoscenza o elaborando informazioni derivate da questi dati e selezionando le migliori azioni per raggiungere l'obiettivo indicato. Tali sistemi di AI possono utilizzare regole simboliche o apprendere un modello numerico e possono anche adattare il loro comportamento analizzando il modo in cui l'ambiente è influenzato dalle loro azioni passate (...)"⁵⁴.

Nonostante molti dei sistemi di Intelligenza Artificiale eseguano solo una frazione delle attività previste, alcuni di essi sono in grado di combinare diverse capacità attraverso l'impiego di algoritmi specifici. È importante sottolineare che tutti i sistemi di IA si basano sull'utilizzo di algoritmi, che possono essere definiti come sequenze di istruzioni univoche progettate per eseguire un'attività nel modo più efficiente possibile mediante calcoli matematici⁵⁵. Quindi, è importante precisare che il concetto di algoritmi non riguarda solo la matematica, ma è presente in tutte le attività che svolgiamo, anche se spesso in modo inconsapevole o implicito. Tutte le istruzioni che seguiamo per compiere un'azione costituiscono esecuzioni di algoritmi che portano al conseguimento di un risultato, anche in ambito pratico⁵⁶. Di conseguenza, i sistemi di Intelligenza Artificiale dipendono essenzialmente dall'utilizzo di algoritmi, i quali possono adottare diversi metodi di ragionamento o apprendimento. Grazie a questa capacità di apprendimento, i sistemi sono in grado di adattarsi e correggersi automaticamente modificando gli algoritmi precedentemente appresi in caso di errore, al fine di migliorare le prestazioni complessive della macchina. Questo processo rende il funzionamento del computer attraverso gli algoritmi simile a quello della mente umana. Sebbene non esista una definizione universalmente accettata di un sistema artificiale "intelligente", ne sono state proposte diverse: alcune si concentrano sui processi di pensiero e ragionamento, mentre altre si focalizzano sul comportamento. Sono state proposte da Russel e Norvig quattro diversi sistemi intelligenti⁵⁷ tenendo conto anche delle riflessioni di altri studiosi di seguito riportate: in primis si

⁵⁴ AI-HLEG, "A definition of AI: Main Capabilities and Scientific Disciplines", (2019)

⁵⁵ HAREL D., FELDMAN Y., "Algorithmics: the spirit of Computing", Berlino: Springer, (1987)

⁵⁶ CIACCI G., BUONUOMO G., "Profili di informatica giuridica" Milano: Wolters Kluwer, pp.61-65, (2018)

⁵⁷ RUSSELL S., NORVIG P., "Artificial Intelligence – a modern approach", Englewood Cliff: Prentice Hall, p.4, (1995).

considerano sistemi che pensano come esseri umani: “(...) l’eccitante, nuovo tentativo di far sì che i computer arrivino a pensare (...) macchine dotate di mente nel pieno senso della parola (...)”⁵⁸; ed anche come sistemi che agiscono come esseri umani: “(...) l’arte di creare macchine che eseguono attività che richiedono intelligenza, quando vengono svolte da persone (...)”⁵⁹, oppure si considera “(...) lo studio di come far eseguire ai computer le attività in cui le persone sono più brave (...)”⁶⁰; sistemi che pensano razionalmente: “(...) lo studio delle facoltà mentali attraverso l’uso dei modelli computazionali (...)”⁶¹; “(...) lo studio dei processi di calcolo che rendono possibile percepire, ragionare ed agire (...)”⁶² ed infine sistemi che agiscono razionalmente: “(...) l’intelligenza computazionale è lo studio della progettazione di agenti intelligenti (...)”⁶³; “(...)l’IA riguarda il comportamento intelligente negli artefatti (...)”⁶⁴.

Tutti e quattro gli approcci enunciati sono stati esplorati ed applicati dai ricercatori nel campo dell'Intelligenza Artificiale. Tuttavia, c'è un vivace dibattito in cui ci si chiede se le macchine possano effettivamente pensare in modo autonomo, un concetto che Alan Turing aveva già preso in considerazione nel 1950. Inoltre, c'è un crescente riconoscimento del fatto che creare macchine che semplicemente imitano il comportamento umano può essere insufficiente e inefficiente. Per questo motivo, tra questi quattro approcci, quello comunemente più accettato è quello che enfatizza i sistemi in grado di agire razionalmente, capaci quindi di eseguire compiti più rapidamente degli esseri umani e apportando così un valore aggiunto alle attività umane⁶⁵. Il cambio di paradigma che ha segnato l'evoluzione dell'Intelligenza Artificiale è stato principalmente dovuto all'adozione di un diverso approccio nei

⁵⁸ HAUGELAND J., “Artificial Intelligence: The very idea”, Cambridge: MIT Press, (1985)

⁵⁹ KURZWEIL R., “The Age of Intelligent Machines”, Cambridge: MIT Press, pp. 580, (1990).

⁶⁰ RICH E., KNIGHT K., “Artificial Intelligence Vol.1”, New York: McGraw-Hill, pp. 672, (1992)

⁶¹ CHARNIAK E., MCDERMOTT D., “Introduction to artificial intelligence”, Boston: Addison-Wesley Longman Publishing Co. Inc., (1985).

⁶² WINSTON P. H., “Artificial Intelligence”, Boston: Addison-Wesley Publishing Co. Inc., pp. 5-8, (1992).

⁶³ POOLE D., MACKWORTH A., GOEBEL R., “Computational Intelligence. A logical Approach” New York: Oxford University Press, pp. 1-21, (1998).

⁶⁴ NILSSON N. J., “Artificial Intelligence: A New Synthesis”, Burlington: Morgan Kaufmann, pp. 513, (1998).

⁶⁵ CIACCI G., BUONUOMO G., “Profili di informatica giuridica”, Milano: Wolters Kluwer, (2018).

sistemi guidati da algoritmi di apprendimento automatico, noto come "machine learning". Questo ha segnato il passaggio da un sistema basato su simboli a un sistema basato sull'apprendimento automatico.

Le tecniche di apprendimento automatico sfruttano reti neurali artificiali il cui funzionamento si ispira a quello delle reti neurali presenti nel nostro cervello. Come è noto, il cervello umano è costituito da una rete di neuroni, cellule per lo più simili che si collegano tramite sinapsi, facilitando lo scambio di segnali elettrici o chimici. Secondo l'approccio "connessionista"⁶⁶ degli studiosi dell'Intelligenza Artificiale, per simulare i processi cognitivi e le attività cerebrali, è essenziale studiare la struttura del cervello umano e quindi replicare la rete di connessioni tra neuroni all'interno delle macchine per creare un'intelligenza simile a quella umana. Per questo scopo, sono state sviluppate le reti neurali artificiali, che rappresentano modelli di calcolo ispirati al funzionamento delle reti neurali presenti nel cervello umano e quindi basati sulle connessioni tra i neuroni. Queste interconnessioni di informazioni derivano da una serie di calcoli basati sul "Parallel Distributed Processing" (PDP)⁶⁷. Il PDP è un sistema che elabora le informazioni in modo parallelo, proprio come avviene nel cervello umano, il quale, dopo averle elaborate, distribuisce le informazioni in tutti i nodi della rete neurale. Questo parallelismo costituisce una caratteristica significativa che differenzia le reti neurali dall'informatica tradizionale, dove il calcolo avviene in modo seriale anziché parallelo. Quindi, le reti neurali, utilizzate dagli strumenti di Intelligenza Artificiale per l'apprendimento, sono composte da neuroni artificiali che ricevono informazioni dalle unità adiacenti, le elaborano e inviano risposte ad altre unità connesse⁶⁸. Anche se i neuroni artificiali sono una replica semplificata dei neuroni cerebrali, presentano una struttura ovviamente diversa e più semplice. Le reti neurali artificiali sono composte da una serie di strati, anche chiamati "layers", in cui i neuroni comunicano con quelli situati nei livelli superiori o inferiori. Solitamente si

⁶⁶ Cfr. ROMEO F., "Il Diritto Artificiale", Torino: G. Giappichelli, (2002): differenza tra le scuole di pensiero, cognitivismo e connettivismo. Il cognitivismo studia la mente prescindendo dalla fisicità e dal funzionamento materiale del cervello; il connettivismo invece studia la struttura del cervello al fine di simularne i processi cognitivi.

⁶⁷ RUMELHART D.E., MCCLELLAND J.L., "Parallel Distributed Processing", Cambridge: Cambridge Mass, (1986).

⁶⁸ BOLDRINI N., "Reti neurali, cosa sono e a cosa servono".

Fonte: <https://www.ai4business.it/intelligenzaartificiale/deep-learning/reti-neurali/>.

considerano tre livelli principali: il primo, chiamato "Input layer", è lo strato di ingresso composto da neuroni che ricevono input dall'esterno; da qui le informazioni ricevute passano ai neuroni dello strato successivo, il cosiddetto "hidden layer" (strato nascosto), che elabora i segnali adattandoli alle richieste e li invia all'ultimo strato, chiamato "output layer" (strato di uscita), dove vengono raccolti i risultati e adattati alle successive richieste.

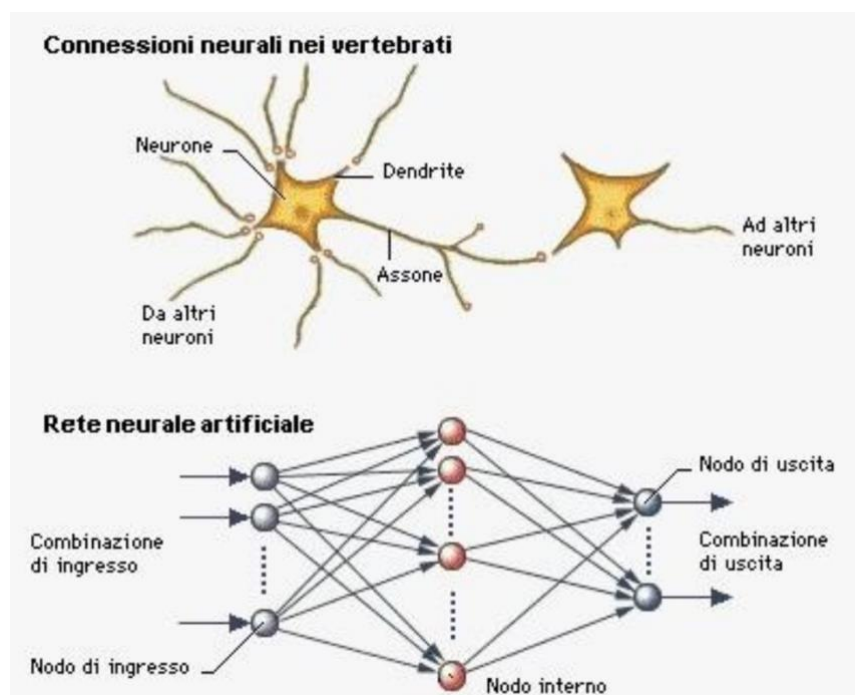


FIGURA 1: STRUTTURA RETE NEURALE BIOLOGICA E ARTIFICIALE⁶⁹

Una volta definita la struttura e il funzionamento delle reti neurali artificiali, possiamo discutere del concetto di machine learning, che è il metodo più comune per addestrare una rete neurale artificiale. Questo processo coinvolge la presentazione di coppie di input e output alla rete: il primo rappresenta l'informazione in ingresso, mentre il secondo corrisponde al risultato corretto associato a tale input. L'algoritmo di apprendimento si basa sui dati e sulle informazioni fornite, consentendo alla rete di acquisire sempre più competenza nel settore in cui deve operare. A tal fine, è essenziale che i dati siano completi, chiari, aggiornati e verificabili, al fine di evitare l'insorgere

⁶⁹ Fonte Figura n.1 : <https://it.quora.com/Che-cosa-sono-le-reti-neurali>.

di errori durante il processo di apprendimento (bias)⁷⁰. Dalla rappresentazione logica della conoscenza dei sistemi esperti, come descritto in precedenza, caratterizzati dall'essere forniti di informazioni su un'area specifica ma soggetti a inefficienze notevoli a causa della mancanza di considerazione dei casi specifici e della limitata capacità di autocorrezione, si è passati a questo nuovo metodo per rendere la macchina autonoma nell'apprendere grandi quantità di dati e dotarla di una capacità computazionale senza precedenti⁷¹. Il sistema, basato sul modello delle reti neurali biologiche, consente al computer di ricevere dati dai quali apprende autonomamente: questo processo di apprendimento coinvolge un algoritmo “addestratore” e un algoritmo “addestrato” che lavorano in modo reciproco per eseguire il compito. Mentre l'addestratore corregge l'addestrato al fine di migliorarne le prestazioni, quest'ultimo esegue l'attività richiesta. In questo ambito, è importante distinguere gli approcci all'apprendimento automatico proposti dagli studiosi. Il primo approccio è “l'apprendimento supervisionato”, che è il più comune. In questo caso, il sistema viene istruito utilizzando un “training set”, ovvero un insieme di coppie che collegano la descrizione di un caso alla soluzione corretta. L'algoritmo di addestramento del sistema utilizza un modello di computazione, come ad esempio una rete neurale, per raccogliere le informazioni rilevanti già presenti e associare ad esse una risposta. Queste tecniche di classificazione sviluppano modelli predittivi, il che significa che le risposte fornite sono probabilistiche⁷². In secondo luogo, c'è “l'apprendimento per rinforzo”, un approccio grazie al quale il sistema intelligente apprende dagli eventi passati, trae insegnamento dall'esperienza e dai risultati ottenuti sia dal proprio funzionamento che da quello degli altri, al fine di evitare errori. Questo approccio è simile al metodo di apprendimento umano poiché il computer, agendo come un sistema dinamico, filtra e valuta le azioni per determinare se sono corrette o meno. Utilizzando i dati prodotti, il computer cerca la soluzione migliore per raggiungere il risultato ottimale. Anche in questo caso, vi è un algoritmo di apprendimento che impara ad

⁷⁰ PERRI P., ZICCARDI G., “Fondamenti dell'intelligenza artificiale”, in “Dizionario Legal Tech. Informatica Giuridica, Protezione dei dati, Investigazioni digitali, criminalità informatica, Cybersecurity e Digital Transformation Law”. Milano_ Giuffrè Francis Lefebvre, (2020).

⁷¹ The Royal Society, “Machine learning: the power and promise of computers that learn by example” Full Report, (2017).

⁷² MURPHY K.P., “Machine Learning: a probabilistic perspective- Adaptive computation and Machine Learning”, Cambridge: MIT Press, (2012).

agire in base alle azioni precedenti, e l'output è il risultato dell'algoritmo che ha appreso. Questo approccio è particolarmente utile in situazioni di decisioni sequenziali, in cui la prima azione influenza quelle successive⁷³.

Infine, c'è "l'apprendimento non supervisionato", che rappresenta il terzo e ultimo approccio dell'apprendimento automatico. In questo caso, il sistema impara senza ricevere istruzioni esterne, ed è principalmente utilizzato per raggruppare insiemi di elementi simili, come ad esempio nei database. Questo approccio si differenzia dai precedenti perché non ci sono variabili di output corrispondenti agli input inseriti. Ciò significa che il sistema cerca di individuare collegamenti tra i dati senza specificare a priori le categorie. Per questo motivo, è definito "non supervisionato", poiché non vengono fornite risposte considerate corrette in anticipo: è l'algoritmo stesso che deve catalogare le singole caratteristiche dei dati e individuare eventuali raggruppamenti. Questo metodo di apprendimento conferisce una certa autonomia alle macchine, che, grazie ad esso, possono eseguire processi creativi e generare opere originali, il che solleva interrogativi sul concetto di indipendenza rispetto ai programmatori che istruiscono il sistema di Intelligenza Artificiale⁷⁴.

La seconda forma di apprendimento automatico è il deep learning, che, diversamente dal machine learning, consente ai sistemi informatici e digitali di apprendere informazioni in maniera più profonda, simile ai processi di apprendimento umano. Lo scopo principale è quello di ridurre in modo più efficiente il margine di errore nelle attività che l'uomo si appresta a compiere⁷⁵. Esso è definito "strutturato" poiché si presenta come un modello a più strati: è composto da reti neurali profonde, in cui sono presenti numerosi strati interni (hidden layers). Questa struttura permette di affrontare problemi di notevole complessità in modo efficace⁷⁶. Ciascun livello delle reti neurali profonde utilizza come input uno degli output del livello precedente, seguendo un

⁷³ BARTO A.G., SUTTON R. S., "Reinforcement Learning: An introduction", Cambridge: MIT Press, (2018).

⁷⁴ SURDEN H., "Machine Learning and Law", Washington Law Review, pp. 1-89, (2014)

⁷⁵ Id. PERRI P., ZACCARDI G., "Fondamenti dell'intelligenza Artificiale" in "Dizionario Digital Tech - Informatica Giuridica, Protezione dei dati, Investigazioni digitali, criminalità informatica, Cybersecurity e Digital Transformation Law", (2020).

⁷⁶ KUMAR R.P.; MANASH E.B.K., "Deep Learning: A branch of machine learning" in Journal of Physics: Conference Series, Vol. 1228, International Conference on Computer vision and machine learning 27-28 December 2018, Andhra Pradesh, India, pp.1-9, (2019).

modello gerarchico. Questo significa che gli algoritmi si basano sull'apprendimento non supervisionato, il che consente di creare una gerarchia di concetti e di dati strutturati in modo tale da risolvere compiti più velocemente. La presenza di numerosi livelli "nascosti" all'interno della struttura delle reti neurali contribuisce a rendere più precisa la risposta ai compiti richiesti all'algoritmo. Infatti, la rete è in grado di apprendere autonomamente il modo in cui analizzare dati non ancora filtrati o categorizzati⁷⁷. Ciò che differenzia il deep learning dal machine learning è la sua capacità di estrarre e selezionare automaticamente le informazioni o le caratteristiche di un oggetto, anziché farlo manualmente. Inoltre, l'efficacia degli algoritmi nel deep learning aumenta all'aumentare dei dati disponibili per l'addestramento⁷⁸. Nella pratica, si afferma comunemente che il deep learning consente alle macchine di imparare da esempi, e questa efficienza ha portato all'ampio impiego della tecnologia del controllo vocale, presente in quasi tutti i dispositivi attuali come telefoni, automobili, TV e altre apparecchiature smart⁷⁹.

⁷⁷ DENG L., YU D., "Deep learning: methods and applications", in Foundations and Trends in Signal Processing, Vol. 7 (3-4), pp. 197-387, (2013).

⁷⁸ LECUN Y., BENGIO Y., HINTON G.E., "Deep Learning", in Nature Vol. 521, pp. 436-444, (2015).

⁷⁹ Fonte: <https://it.mathworks.com/discovery/deep-learning.html>.

2.3 Applicazioni e ruoli dell'IA nel contesto manageriale

Negli ultimi anni, i progressi informatici e lo sviluppo tecnologico hanno introdotto strumenti in grado di affiancare e, in alcuni casi, sostituire le attività umane in diversi settori. Tuttavia, questo progresso ha anche suscitato una serie di riflessioni riguardanti la tenuta delle regole e delle categorie esistenti, oltre a sollevare interrogativi sulla necessità di crearne di nuove di fronte ai cambiamenti rivoluzionari apportati dalla tecnologia nel mondo circostante. Questi cambiamenti interessano non solo gli individui, le organizzazioni e gli enti, ma anche l'ambiente, i mercati e altri ambiti.

Le imprese svolgono un ruolo cruciale in questo contesto, poiché sono i principali motori di creazione e sviluppo delle nuove tecnologie. Allo stesso tempo, sono tra i primi soggetti a sperimentare tali innovazioni all'interno delle proprie strutture, al fine di valutare l'impatto pratico e apportare eventuali modifiche dal punto di vista tecnico. In considerazione di ciò, il presente paragrafo si propone di esaminare il ruolo sempre più significativo delle nuove tecnologie, in particolare dell'intelligenza artificiale, nel contesto aziendale. L'intelligenza artificiale assume un ruolo chiave nel contesto degli impatti derivanti dallo sviluppo tecnologico all'interno delle organizzazioni, e ciò riflette un interesse più ampio sul rapporto tra diritto, tecnologia e dinamiche di mercato.

La questione diventa sempre più cruciale in relazione al modo in cui un'impresa decide di integrare l'intelligenza artificiale all'interno della propria organizzazione e della propria gestione. In altre parole, a seconda delle modalità con cui questa tecnologia interagisce con la realtà aziendale, si possono identificare tre tipi di interferenze:

1. Utilizzo dell'intelligenza artificiale come strumento di supporto e di output delle attività aziendali;
2. Utilizzo dell'intelligenza artificiale con una prospettiva esterna sul funzionamento dell'impresa ;

3. Utilizzo dell'intelligenza artificiale con una prospettiva interna, ovvero l'impiego di strumenti di intelligenza artificiale per l'organizzazione e il funzionamento interni dell'impresa ⁸⁰.

Nel contesto del management, è importante sottolineare che la gestione dell'impresa non dovrebbe essere interpretata come un controllo specifico e poliedrico degli affari societari e delle relative operazioni, ma come una coordinazione che riguarda l'organizzazione, la supervisione e l'indirizzo dell'impresa⁸¹. Questo implica che i poteri e i doveri si trovano in un delicato sistema di equilibri.

Detto questo, potrebbe un algoritmo aiutare i membri di un CDA nell'esercizio dei poteri gestionali del consiglio stesso? Uno studio condotto nel 2017 da una rinomata società internazionale di consulenza strategica ha suggerito che circa un quarto delle attività svolte dagli amministratori di società potrebbe essere effettuato altrettanto bene da adeguati strumenti di intelligenza artificiale, come appunto gli algoritmi⁸². Questa affermazione, sebbene possa sembrare futuristica, in realtà, si inserisce in un dibattito dottrinale di portata globale e nelle prime esperienze applicative.

In effetti, quando si discute dell'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale nei processi gestionali aziendali, è importante considerare che esistono tre livelli di coinvolgimento:

- 1) “A.I. Assisted”: in questo livello, l'Intelligenza Artificiale supporta in modo complementare l'attività amministrativa dei membri del consiglio di amministrazione.
- 2) “A.I. Augmented”: questo livello implica un coinvolgimento leggermente maggiore dell'Intelligenza Artificiale, poiché la sua attività si interseca con i processi gestionali degli amministratori, pur continuando a fornire supporto.

⁸⁰ N. ABRIANI, La corporate governance nell'era dell'algoritmo – Prolegomeni a uno studio sull'impatto dell'intelligenza artificiale sulla corporate governance, in *Il Nuovo Diritto delle Società*, 2020, 3, p. 261 ss.

⁸¹ Del Forno A, 'L'intelligenza artificiale nei processi gestori dell'impresa' (2022) 2 EJPLT, 119-135.

⁸² Tale società è McKensey e Company Inc. e, attraverso il proprio Osservatorio McKensey Global Institute, ha pubblicato questo studio a gennaio 2017, dal titolo “A Future that Works: Automation, Employment and Productivity (Executive Summary)”

- 3) “A.I. Autonomous”: questo rappresenta il livello più avanzato di utilizzo delle tecnologie nel consiglio di amministrazione, in cui l'Intelligenza Artificiale agisce come un amministratore autonomo, prendendo decisioni in modo indipendente⁸³.

L'integrazione robusta dell'Intelligenza Artificiale potrebbe rivoluzionare il concetto di efficienza operativa, andando oltre la semplificazione del lavoro. L'IA può affrontare compiti monotoni e ripetitivi, consentendo ai lavoratori di concentrarsi maggiormente su aspetti creativi e pianificazione aziendale, promuovendo così un ambiente di lavoro in cui la creatività e l'innovazione possono prosperare. Grazie alla sinergia tra competenze umane e Intelligenza Artificiale, le imprese possono anticipare opportunità senza precedenti che riformuleranno le loro operazioni⁸⁴.

Nel campo della gestione della catena di approvvigionamento, l'Intelligenza Artificiale non promette solo efficienza, ma anche adattabilità. Eventi meteorologici estremi, fluttuazioni improvvise di mercato e intoppi logistici possono essere previsti e gestiti con precisione grazie agli algoritmi di IA. Essa consente alle aziende di adattarsi rapidamente ai cambiamenti, riducendo al minimo le perdite potenziali e mantenendo livelli operativi costanti. Oltre a incidere sulle operazioni aziendali, l'Intelligenza Artificiale promette di ridefinire il modo in cui le aziende affrontano ambiti focalizzati sulle risorse umane, come l'acquisizione e la gestione dei talenti. Si possono impiegare algoritmi avanzati per esaminare rapidamente una vasta gamma di potenziali candidati, identificando le corrispondenze ideali non solo in base alle loro competenze e alla loro esperienza, ma anche alla loro compatibilità culturale con l'azienda. Questo rappresenta l'efficienza che l'Intelligenza Artificiale potrebbe apportare al processo di reclutamento.

⁸³ A. RAO, AI Everywhere/Nowhere part. 3 AI is AAAI (Assisted Augmented-Autonomous Intelligence), <http://usblogs.pwc.com/emerging-technology/ai-everywhere-nowhere-part-3-ai-is-aaai-assisted-augmented-autonomous-intelligence/>, 8 dicembre 2016; G. D. MOSCO, op.cit, p. 250 ss.

⁸⁴ Smith, J. (2024, 21 febbraio). Anticipating the future: How AI will impact businesses in 2024. Forbes Technology Council. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2024/02/21/anticipating-the-future-how-ai-will-impact-businesses-in-2024/?sh=2577d5571a07>

In aggiunta, l'utilizzo di modelli di Intelligenza Artificiale predittiva fornisce ai dirigenti senior le informazioni necessarie per prendere decisioni informate riguardo alla gestione della forza lavoro, all'ottimizzazione delle competenze e alla fidelizzazione dei talenti più promettenti. Il processo decisionale aziendale sarà soggetto a enormi trasformazioni, principalmente guidate dalle tecnologie di Intelligenza Artificiale come il machine learning e l'analisi predittiva. Questi progressi rivoluzionari promettono di aumentare la velocità e l'accuratezza delle decisioni aziendali, offrendo una base affidabile e basata sui dati per le vostre iniziative strategiche. Non sarà più sufficiente basare le decisioni aziendali significative, come il lancio di nuovi prodotti, l'espansione dei servizi o l'ingresso in nuovi mercati, esclusivamente su intuizioni viscerali o dati parziali. Si sta delineando un nuovo paradigma, caratterizzato da strategie guidate dai dati attentamente valutate, che riducono al minimo l'ambiguità e migliorano l'accuratezza delle mosse aziendali. Con l'Intelligenza Artificiale come protagonista sempre più rilevante nelle strutture decisionali, le imprese trarranno vantaggio da una maggiore capacità predittiva basata sull'analisi completa dei dati. Questo rappresenta un significativo progresso tecnologico che consente alle aziende di abbandonare gli approcci decisionali convenzionali, aprendo la strada a una nuova era caratterizzata da precisione e prospettiva a lungo termine. La pratica tradizionale del brainstorming notturno potrebbe ben presto diventare un ricordo del passato, poiché l'Intelligenza Artificiale fornisce informazioni tempestive e utilizzabili, cambiando radicalmente il paradigma della pianificazione strategica.

3. Il Ruolo dell'Intelligenza Artificiale nel Sistema Manageriale

Nel capitolo precedente è stata introdotta la rapida affermazione dell'Intelligenza Artificiale come pilastro fondamentale nel sistema manageriale. Questo capitolo esplorerà il ruolo dell'IA in questo contesto, analizzando una serie di tematiche cruciali che caratterizzano l'adozione e l'implementazione di questa tecnologia.

Innanzitutto, saranno esaminati i vantaggi e le opportunità offerti dall'IA nel contesto del miglioramento dei processi decisionali aziendali. Attraverso l'analisi dei dati, l'IA è in grado di fornire informazioni preziose e previsioni accurate che consentono alle aziende di prendere decisioni più informate e tempestive.

Tuttavia, insieme ai benefici derivanti dall'utilizzo dell'IA, è essenziale considerare anche gli aspetti etici e i rischi associati. Questo sotto-paragrafo esplorerà le questioni etiche sollevate dall'implementazione dell'IA nel contesto manageriale, inclusa la privacy dei dati, la discriminazione algoritmica e le implicazioni sociali.

La trasparenza, l'accountability e la responsabilità rivestono un ruolo cruciale nell'adozione dell'IA. In questo contesto, esamineremo le misure necessarie per garantire un utilizzo responsabile ed etico dell'IA, inclusi meccanismi di trasparenza e strumenti per garantire la responsabilità delle decisioni algoritmiche.

Infine, esploreremo una serie di esempi di successo che illustrano come l'IA sia stata efficacemente implementata nel contesto manageriale. Attraverso casi studio e best practice, dimostreremo come l'IA possa contribuire in modo significativo al miglioramento delle prestazioni aziendali e alla creazione di valore per l'organizzazione.

In sintesi, questo capitolo fornirà una panoramica completa del ruolo dell'IA nel sistema manageriale, esplorando sia le opportunità che i rischi associati a questa tecnologia e presentando esempi concreti del suo impatto positivo sulle aziende.

3.1 Vantaggi e opportunità dell'IA nel miglioramento dei processi decisionali

La teoria economica e aziendale ha lungamente esaminato le sfide affrontate dagli individui nell'assumere decisioni riguardanti le operazioni aziendali. Secondo l'approccio di Simon⁸⁵, le decisioni aziendali sono prese dagli esseri umani nell'ambito della gestione, i quali spesso si trovano limitati nell'identificare tutte le possibili alternative per risolvere un problema o raggiungere un obiettivo. Questi individui non hanno una conoscenza completa delle conseguenze potenziali legate a diverse alternative decisionali, né possiedono una comprensione assoluta della propria funzione di utilità, la quale può variare nel tempo e nello spazio. Di conseguenza, sono in grado di fare scelte che sono soddisfacenti piuttosto che ottimali, cioè decisioni che superano un certo livello di accettabilità anziché massimizzare completamente il risultato. I teorici della razionalità limitata⁸⁶, basandosi sulle ipotesi precedentemente menzionate, argomentano che le limitazioni che impediscono agli individui amministrativi di fare scelte ottimali possono essere attribuite ai seguenti vincoli tipici dell'essere umano:

- A. Vincoli di attenzione: la capacità di attenzione e il tempo a disposizione sono limitati, mentre le informazioni rilevanti sono molteplici e dovrebbero essere considerate simultaneamente.
- B. Vincoli di memoria: gli individui hanno una capacità limitata di immagazzinare e recuperare informazioni quando necessario.
- C. Vincoli di comprensione: è difficile per gli individui organizzare, elaborare e utilizzare le informazioni rilevanti per individuare le connessioni causali tra gli eventi e darne un'interpretazione completa e coerente.

⁸⁵ J.G. MARCH, H.A. SIMON, *Organizations*, New York, 1958.

⁸⁶ J.G. MARCH, *Prendere decisioni*, Bologna, 1998, pp. 19-20.

D. Vincoli di comunicazione: gli individui hanno una capacità limitata di condividere informazioni specialistiche e complesse a causa delle differenze nei background culturali, generazionali e sociali.

A causa di questi vincoli, un'autorevole dottrina ha osservato che gli esseri umani non solo non riescono a massimizzare la loro funzione di utilità, ma sono anche inclini a commettere errori di valutazione e di giudizio.

Secondo Kahneman, Sibony e Sunstein⁸⁷, i difetti nel ragionamento umano possono essere attribuiti principalmente a due cause: i bias e il rumore. Per quanto riguarda i bias, la loro comprensione è agevolata considerando che i processi decisionali avvengono, a seconda delle circostanze, attraverso l'utilizzo di due sistemi mentali distinti: il pensiero veloce e il pensiero lento⁸⁸. Il primo agisce in modo rapido e automatico, con sforzi limitati e poco senso di controllo volontario, mentre il secondo si focalizza su attività mentali impegnative che richiedono concentrazione.

Quando le decisioni devono essere prese rapidamente e in condizioni di incertezza, il pensiero veloce prende il sopravvento, utilizzando strategie mirate a rendere il processo decisionale più efficiente. Le strategie più comuni possono essere riassunte come segue:

- 1) Strategie di elaborazione: mirano a semplificare i problemi prima di iniziare il processo decisionale, utilizzando un numero limitato di informazioni e trattandole in modo semplice.
- 2) Strategie di scomposizione: cercano di ridurre i problemi in componenti elementari più gestibili e più facili da risolvere.
- 3) Strategie basate sull'inquadramento: considerano il contesto ambientale, culturale e sociale del decisore, che utilizza le informazioni raccolte per prendere la decisione.

⁸⁷ D. KAHNEMAN, O. SIBONY, C.R. SUNSTEIN, Rumore, Milano, 2021.

⁸⁸ D. KAHNEMAN, Pensieri lenti e veloci, Milano, 2011.

- 4) Strategie basate sulle euristiche: si basano su regole pratiche utilizzate dai decisori per semplificare e rendere più efficace il processo decisionale.

Sebbene queste strategie possano facilitare l'assunzione di decisioni corrette in molti casi, possono anche comportare rischi. Da un lato, consentono decisioni più rapide ed efficienti; dall'altro, possono nascondere bias potenziali, ovvero errori sistematici o distorsioni nel processo decisionale.

Per quanto concerne il rumore, esso può essere definito⁸⁹ come la variabilità indesiderabile nei giudizi relativi a uno stesso problema e può essere suddiviso in tre categorie:

- A. Rumore di livello: consiste nella variazione dei giudizi medi espressi da individui diversi.
- B. Rumore strutturale: si verifica quando il decisore tende a prendere decisioni diverse per casi simili.
- C. Rumore occasionale: rappresenta la discrepanza nelle decisioni prese dallo stesso decisore riguardo allo stesso caso.

Per contrastare le potenziali fonti di errore sistematico come bias e rumore, è stato proposto l'utilizzo dell'intelligenza artificiale. Quest'ultima, essendo immune ai limiti umani nell'assunzione delle decisioni, opera senza dipendere da strategie predefinite⁹⁰. Tuttavia, è stato notato come ci siano situazioni in cui le intelligenze artificiali mostrano limiti più pronunciati rispetto agli esseri umani nel prendere decisioni⁹¹. In particolare, gli esseri umani sembrano essere più adatti delle macchine nel gestire processi decisionali che richiedono di reagire a improvvisi cambiamenti nel contesto,

⁸⁹ D. KAHNEMAN, O. SIBONY, C.R. SUNSTEIN, Rumore, cit., pp. 51-52.

⁹⁰ R. LOMBARDI, R. TREQUATTRINI, B. CUOZZO, A. MANZARI, Big data, artificial intelligence and epidemic disasters. A primary structured literature review, in *International Journal of Applied Decision Sciences*, 15, 2, 2022, pp. 156-180.

⁹¹ 4 N.R. SANDERS, J.D. WOOD, *The Humachine. Humankind, Machines, and the Future of Enterprise*, New York, 2020.

superare le limitazioni dei dati disponibili, generare soluzioni innovative, pensare in modo creativo e originale, ragionare in modo sistematico e spiegare i motivi delle proprie scelte⁹².

Alla luce delle considerazioni fatte, sembra plausibile ipotizzare che nelle aziende del futuro si delineeranno almeno tre ambiti decisionali distinti⁹³:

1. Il primo ambito sarà caratterizzato dall'elaborazione massiccia di dati, dalla gestione di complesse relazioni tra informazioni e dall'analisi di molteplici variabili. In questo contesto, gli intelletti artificiali assumono un ruolo predominante, poiché sono in grado di condurre analisi coerenti, obiettive e precise.
2. Il secondo ambito, contraddistinto dalle qualità umane come intuizione, creatività, estetica, emotività e valori etici, rimarrà prerogativa degli esseri umani.
3. Il terzo ambito, intermedio tra i primi due, sarà caratterizzato dalla collaborazione tra esseri umani e macchine.

Di fronte a questa prospettiva, la sfida principale per i manager del futuro sarà quella di orchestrare la convivenza tra uomini e macchine all'interno delle organizzazioni. Sarà necessario ideare nuovi processi che valorizzino le capacità umane e, al contempo, superino le bad practices che attualmente limitano il potenziale di crescita delle imprese.

I progressi continui nell'ambito dell'intelligenza artificiale hanno portato i sistemi intelligenti ed esperti a migliorare le decisioni in diversi aspetti:

1. Rapidità: Le decisioni possono essere rallentate dalle complessità dei ruoli o dai processi decisionali che coinvolgono molteplici passaggi. I sistemi intelligenti riducono notevolmente il tempo necessario per l'analisi e spesso anche per l'esecuzione delle scelte.

⁹² F. NAPPO, *Aziende e intelligenza artificiale: prime riflessioni critiche*, Milano, 2021.

⁹³ P.R. DAUGHERTY, H.J. WILSON, *Human + Machine*, Firenze, 2019.

2. Qualità: In situazioni di stress e limitati tempi decisionali, la qualità delle decisioni umane può diminuire. Gli studi⁹⁴ dimostrano che la pressione può influenzare negativamente le scelte umane, mentre i sistemi intelligenti, privi di fattori umani, possono garantire una maggiore coerenza. Tuttavia, esiste il rischio che tali sistemi siano influenzati da pregiudizi.
3. Originalità: Grazie alla capacità di analizzare grandi quantità di dati, l'intelligenza artificiale può suggerire scelte del tutto nuove, identificando incoerenze e anomalie rispetto alle decisioni precedenti. Questi strumenti possono aiutare i dipendenti a sviluppare capacità analitiche e decisionali più forti, favorendo anche la creatività.

L'intelligenza artificiale offre quindi la possibilità di migliorare la rapidità, la qualità e l'originalità delle decisioni aziendali⁹⁵, fornendo un supporto prezioso ai decisori umani. L'utilizzo delle più moderne tecniche di intelligenza artificiale aggiunge ulteriori caratteristiche distintive. Un sistema intelligente che supporta o sostituisce i decisori umani è in grado di interpretare in modo più obiettivo il mondo reale e rappresentare l'incertezza in modo più accurato. Inoltre, è in grado di codificare la conoscenza in modo migliore, compresa quella tacita, e di offrire un'interfaccia uomo-macchina user-friendly, migliorando il trasferimento delle informazioni. L'utilizzo delle più moderne tecniche di intelligenza artificiale aggiunge ulteriori caratteristiche distintive. Un sistema intelligente che supporta o sostituisce i decisori umani è in grado di interpretare in modo più obiettivo il mondo reale e rappresentare l'incertezza in modo più accurato. Inoltre, è in grado di codificare la conoscenza in modo migliore, compresa quella tacita⁹⁶ e di offrire un'interfaccia uomo-macchina user-friendly, migliorando il trasferimento delle informazioni. Un processo decisionale assistito da strumenti all'avanguardia può portare numerosi vantaggi, riducendo i rischi e migliorando l'efficacia complessiva delle decisioni aziendali, talvolta senza neanche

⁹⁴ Danziger, S., Levav, J., & Avnaim-Pesso, L. (2011). Extraneous factors in judicial decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(17), 6889-6892.

⁹⁵ Daugherty, P. R., & Wilson, H. J. (2018). *Human+ machine: Reimagining work in the age of AI*. Harvard Business Press.

⁹⁶ Mahroof, K. (2019). A human-centric perspective exploring the readiness towards smart warehousing: The case of a large retail distribution warehouse. *International Journal of Information Management*, 45, 176–190.

richiedere l'intervento umano. Una volta che il sistema apprende un insieme di opzioni corrette, esso è in grado di effettuare previsioni autonomamente, senza bisogno di intervento umano. Un numero sempre maggiore di compiti viene eseguito autonomamente dai sistemi di intelligenza artificiale senza supervisione umana⁹⁷, accelerando i flussi di lavoro e i processi all'interno dell'organizzazione e influenzando i costi del lavoro. Piuttosto che assumere costosi consulenti a tempo pieno, un investimento in un sistema esperto può risolvere i problemi aziendali in modo più efficiente. Rispetto ai sistemi esperti di qualche decennio fa, quelli attuali sono in grado di gestire una maggiore varietà e un volume di dati con migliore velocità e potenza di elaborazione, incoraggiando le aziende a raccogliere e archiviare un maggior numero di dati per fornire risultati più utili. L'intelligenza artificiale trova ampio impiego nel settore del marketing e delle vendite, dove automatizza il processo di gestione delle campagne e la segmentazione dei mercati. Ciò consente alle aziende di agire con prontezza e di rendere il processo decisionale più efficiente. Oltre al settore commerciale, l'IA è utilizzata anche nel campo medico per la diagnosi e nel settore finanziario per l'analisi dei dati finanziari e la previsione dei rischi.

⁹⁷ Złotowski, J., Yogeewaran, K., & Bartneck, C. (2017). Can we control it? Autonomous robots threaten human identity, uniqueness, safety, and resources. *International Journal of HumanComputer Studies*, 100, 48–54

3.2 Aspetti e rischi legati all'IA nel contesto manageriale

L'opportunità di creare e avanzare modelli di Intelligenza Artificiale (IA) capaci di estrarre regole dai dati per supportare le decisioni umane ha aperto porte a vantaggi e potenzialità senza precedenti in vari campi applicativi. Questa vasta opportunità è resa possibile dalla disponibilità di dati dettagliati che descrivono una moltitudine di attività e fenomeni del mondo reale. Settori come l'assistenza medica, i servizi bancari e finanziari, il commercio online, i social media e il sistema giudiziario sono solo alcuni esempi di ambiti che potrebbero beneficiare dell'impiego di sistemi di IA. L'efficacia dei sistemi di IA basati sul Machine Learning è stata ampiamente provata. Gli algoritmi di machine learning creano modelli predittivi che collegano le caratteristiche dell'utente a una decisione tramite una fase di apprendimento. Questo apprendimento è alimentato dalle tracce digitali lasciate dalle persone durante le loro attività quotidiane, come movimenti, acquisti, commenti sui social network e altro ancora. Tuttavia, questa vasta quantità di dati può contenere sia pregiudizi umani che informazioni altamente sensibili riguardanti la sfera personale. Di conseguenza, i modelli decisionali addestrati su tali dati possono ereditare questi pregiudizi, portando potenzialmente a decisioni ingiuste o errate, o possono violare la privacy delle persone le cui abitudini sono descritte dai dati stessi⁹⁸. I modelli decisionali spesso si avvalgono di algoritmi altamente sofisticati come le reti neurali e le reti neurali profonde, che permettono di ottenere risultati estremamente precisi. Tuttavia, queste ottime performance spesso sono raggiunte tramite l'utilizzo di modelli estremamente complessi, i quali risultano difficili da interpretare anche per gli esperti del settore. In altre parole, comprendere il comportamento interno di tali modelli per giustificare una decisione diventa un compito arduo. Di conseguenza, tali sistemi vengono spesso utilizzati come "scatole chiuse" nelle quali occorre fidarsi ciecamente senza la possibilità di scrutarne l'interno per una maggiore comprensione.

Per massimizzare i vantaggi e prevenire i rischi, è fondamentale adottare un approccio di integrazione responsabile. Ciò implica l'implementazione di strategie precise di

⁹⁸ Monreale, A. 2020 Oct 16. Rischi etico-legali dell'Intelligenza Artificiale. DPCE Online.

mitigazione e valutazione, garantendo così un equilibrio tra innovazione e responsabilità etica e normativa.

L'innovazione deve essere bilanciata con la responsabilità e il rispetto delle normative, il che richiede a manager, tecnologi e utenti di essere consapevoli dei rischi intrinseci nell'uso di queste tecnologie, in modo da implementarle e utilizzarle in modo responsabile, sicuro ed efficace.

Tra i rischi associati allo sviluppo di soluzioni basate sugli attuali Modelli Linguistici di Grande Dimensione (LLM), vi sono quindi⁹⁹:

1. Rafforzamento dei pregiudizi nei dati.
2. Difficoltà nell'interpretazione e nell'esplicabilità dei risultati.
3. Sostenibilità nell'utilizzo delle risorse computazionali e l'impatto ambientale.
4. Robustezza e sicurezza dei modelli.
5. Eccessiva dipendenza dalle tecnologie generative e possibile svilimento o sostituzione delle capacità umane.
6. Conformità normativa e regolamentare.
7. Conoscenza delle prestazioni dei diversi modelli per compiti specifici in vari settori applicativi.
8. Velocità nell'evoluzione del panorama tecnologico.
9. Accompagnamento delle persone verso un'adozione consapevole di queste tecnologie.

È cruciale essere in grado di valutare i rischi connessi e sviluppare metodologie e metriche per misurare le diverse dimensioni delle prestazioni dei modelli linguistici che sono alla base delle tecnologie di intelligenza artificiale generativa e dei prodotti derivati. Per affrontare questo compito, nella ricerca e nel management vengono adottati due approcci differenti¹⁰⁰:

1. Approcci completamente o principalmente automatizzati.

⁹⁹ Agenda Digitale. (2023, 14 novembre). IA Generativa in azienda: come valutare e mitigare i rischi. Agenda Digitale.eu. <https://www.agendadigitale.eu/sicurezza/ia-generativa-in-azienda-come-valutare-e-mitigare-i-rischi/>

¹⁰⁰ Agenda Digitale. (2023, 14 novembre). IA Generativa in azienda: come valutare e mitigare i rischi. Agenda Digitale.eu. <https://www.agendadigitale.eu/sicurezza/ia-generativa-in-azienda-come-valutare-e-mitigare-i-rischi/>

2. Approcci che coinvolgono l'intervento umano nella valutazione.

Gli approcci automatizzati consentono di misurare le prestazioni rispetto a quattro diverse metriche:

- Accuratezza.
- Calibration.
- Equità.
- Robustezza.

Le valutazioni umane coinvolgono le persone nell'attività di valutazione e misurano principalmente le seguenti dimensioni:

- Accuratezza.
- Rilevanza.
- Fluidità.
- Trasparenza.
- Sicurezza.
- Allineamento umano.

Certamente, lo sviluppo e l'implementazione dei Modelli Linguistici di Grande Dimensione (LLM) comportano diversi rischi che sono cruciali da riconoscere per garantire un'integrazione responsabile dell'Intelligenza Artificiale. Vediamoli più nel dettaglio:

- Il pregiudizio nei dati è un rischio significativo associato agli LLM, poiché possono replicare e amplificare i pregiudizi esistenti nei dati di addestramento, causando risultati distorti o inappropriati¹⁰¹. Questo può comportare il rischio di perpetuare stereotipi dannosi e discriminazioni. Per affrontare questa sfida, sono necessarie linee guida etiche durante lo sviluppo dell'IA, con particolare attenzione alla raccolta dei dati e alla creazione o al raffinamento dei modelli.

¹⁰¹E. Bernasconi, 2023 Ottobre, Il futuro dell'Intelligenza Artificiale: Esplorando i Grandi Modelli Linguistici

Queste linee guida dovrebbero mirare a garantire la rappresentatività e l'equità dei dati, nonché a mitigare i potenziali pregiudizi durante tutto il ciclo di vita dei modelli di intelligenza artificiale.

- L'interpretabilità e l'esplicabilità rappresentano una sfida significativa nei Modelli Linguistici di Grande Dimensione (LLM), poiché la loro complessità li rende delle "scatole nere", difficili da comprendere e interpretare¹⁰². Questa mancanza di trasparenza può rendere problematico l'uso degli LLM in settori che richiedono piena trasparenza, come la sanità o la finanza. La difficoltà nel comprendere le decisioni prese dai modelli può ostacolare il tracciamento del processo decisionale, che è essenziale per interventi di audit e per identificare le specifiche responsabilità lungo il processo decisionale. Questa sfida sottolinea l'importanza di sviluppare metodi e tecniche per rendere gli LLM più interpretabili ed esplicabili, consentendo una maggiore fiducia nell'uso di tali modelli in contesti critici.
- L'intensivo utilizzo delle risorse è una caratteristica chiave dei Modelli Linguistici di Grande Dimensione (LLM), poiché richiedono grandi quantità di dati per essere creati, addestrati e perfezionati. Questo si traduce in alti costi computazionali, con il rischio di concentrare la capacità cognitiva in poche mani, rendendo difficile per entità più piccole sostenere gli investimenti e i costi operativi associati alle enormi capacità computazionali e di archiviazione necessarie¹⁰³. Questo solleva questioni di equità e concentrazione delle risorse, oltre a preoccupazioni sull'impatto ambientale: l'addestramento e la manutenzione degli LLM richiedono notevoli quantità di elettricità, acqua e risorse, rendendoli poco sostenibili dal punto di vista ambientale. Queste sfide richiedono un'esplorazione di soluzioni innovative per ridurre il consumo di risorse e rendere gli LLM più accessibili e sostenibili per un'ampia gamma di utenti.
- La robustezza e la sicurezza dei modelli rappresentano una preoccupazione significativa anche per i Modelli Linguistici di Grande Dimensione (LLM),

¹⁰² Navona, P., & Monti, V. V. (2023). Future by Quality Il valore dei data analytics e dell'intelligenza artificiale applicata.

¹⁰³ Navona, P., & Monti, V. V. (2023). Future by Quality Il valore dei data analytics e dell'intelligenza artificiale applicata.

poiché sono vulnerabili agli attacchi e alle manipolazioni. Gli LLM sono suscettibili a errori anche piccoli o a input distorti che possono generare output notevolmente errati. Inoltre, c'è la questione della sicurezza dei dati utilizzati nell'addestramento e nell'operatività degli LLM¹⁰⁴, al fine di prevenire violazioni o abusi, specialmente in settori sensibili come la sanità o la finanza. Queste preoccupazioni richiedono un'attenzione particolare alla progettazione e all'implementazione di misure di sicurezza adeguate per proteggere sia i modelli stessi sia i dati sensibili utilizzati durante il loro ciclo di vita.

- L'eccessiva dipendenza dall'Intelligenza Artificiale (IA) comporta il rischio di degradare le competenze delle persone. In un contesto di crescente automazione, esiste il rischio che venga sottovalutata l'importanza della supervisione umana su tutte le attività e gli output prodotti¹⁰⁵. Inoltre, l'impatto sull'occupazione non è completamente valutabile: l'IA potrebbe sostituire diversi posti di lavoro, rendendo necessaria una gestione proattiva e iniziative di riqualificazione delle persone¹⁰⁶. È importante considerare il bilanciamento tra l'efficienza ottenuta tramite l'automazione e il mantenimento di un ruolo significativo per le competenze umane nel processo decisionale e nell'attuazione delle attività. Questo richiede una riflessione attenta sulle implicazioni sociali ed economiche dell'adozione dell'IA e l'implementazione di politiche che promuovano una transizione equa e sostenibile verso un futuro in cui l'IA e le competenze umane collaborino in modo sinergico¹⁰⁷.
- La rapida evoluzione dell'Intelligenza Artificiale richiede una costante attenzione e conformità a una regolamentazione in continua evoluzione¹⁰⁸, caratterizzata da profonde differenze tra i diversi stati e regioni. Questa complessità aggiuntiva rende lo sviluppo di progetti di intelligenza artificiale su scala globale ancora più impegnativo.

¹⁰⁴ Mitoma, S. Le preoccupazioni dei modelli linguistici di grandi dimensioni.

¹⁰⁵ Celan, L. P., & di Fuga, P. Così umano, così artificiale: la sottile linea tra progresso e dipendenza.

¹⁰⁶ PRINCIPI, P. D. D. E., DI LEGALITÀ ALGORITMICA, N. A., & AMMINISTRAZIONI, S. D. P. INTELLIGENZA ARTIFICIALE.

¹⁰⁷ Blasutig, G. (2022). L'intelligenza artificiale nelle organizzazioni e la prospettiva della collaborazione uomo-macchina. *Poliarchie/Polyarchies*, 5(2), 177-209.

¹⁰⁸ Pacileo, F. (2022). "Scelte d'impresa" e doveri degli amministratori nell'impiego dell'intelligenza artificiale. *RIVISTA DI DIRITTO SOCIETARIO*, 539-578.

3.3 La mitigazione dei rischi nell'uso dell'IA

Per bilanciare i rischi associati agli LLM con i relativi benefici, è essenziale sviluppare un approccio etico all'IA. Ciò include il monitoraggio dei pregiudizi nei modelli, l'allocazione adeguata delle risorse, una piena comprensione delle regolamentazioni nei diversi contesti geografici, la promozione dell'alfabetizzazione sull'IA e la preparazione per una significativa transizione della forza lavoro¹⁰⁹. Questo approccio etico è fondamentale per garantire che l'adozione e l'utilizzo degli LLM avvengano in modo responsabile e sostenibile, promuovendo il benessere sociale e il progresso tecnologico.

Per ridurre il rischio associato ai pregiudizi nei dati di addestramento e nei modelli risultanti, possono essere implementate diverse soluzioni¹¹⁰:

1. Diversificazione dei dati di addestramento: Assicurarsi che i dati utilizzati per addestrare i modelli siano rappresentativi di diverse categorie e tipologie di soggetti¹¹¹, al fine di ridurre la possibilità di pregiudizi derivanti da campioni non rappresentativi.
2. Audit regolari sugli output dei modelli: Condurre audit periodici sugli output dei modelli per individuare eventuali bias¹¹², coinvolgendo sia auditor interni che esterni. Questi audit possono aiutare a identificare e correggere i pregiudizi eventualmente presenti nei modelli.
3. Implementazione di algoritmi di correzione dei bias: Introdurre algoritmi specificamente progettati per identificare e correggere i pregiudizi nei modelli

¹⁰⁹ Agenda Digitale. (2023, 14 novembre). IA Generativa in azienda: come valutare e mitigare i rischi. Agenda Digitale.eu. <https://www.agendadigitale.eu/sicurezza/ia-generativa-in-azienda-come-valutare-e-mitigare-i-rischi/>

¹¹⁰ Kim, D. (2023). Applica modelli di linguaggi di grandi dimensioni preaddestrati alla ricerca finanziaria basata sull'intelligenza artificiale.

¹¹¹ Cozza, P., & Gentile, F. Proposta di percorso per insegnare l'intelligenza artificiale. *Atti Convegno Nazionale*, 93.

¹¹² Baquero, J. A., Burkhardt, R., Govindarajan, A., & Wallace, T. (2020). Derisking AI by design: How to build risk management into AI development. *McKinsey & Company*.

di IA¹¹³. Questi algoritmi possono essere utilizzati per rivedere e correggere le decisioni del modello in modo da ridurre l'impatto dei pregiudizi nei risultati.

L'adozione di queste soluzioni può contribuire a mitigare i rischi derivanti dai pregiudizi nei dati e nei modelli di IA, promuovendo un utilizzo più equo, affidabile ed etico della tecnologia.

Per migliorare l'esplicabilità e l'interpretabilità dei modelli di Intelligenza Artificiale, rendendo l'IA più trasparente, è possibile adottare diverse strategie, tra cui:

1. Investire in Explainable AI (XAI): si tratta di sviluppare strumenti e metodologie che aumentino la trasparenza del processo decisionale dell'IA. Questi strumenti consentono di comprendere meglio come e perché un modello di IA assume determinate decisioni, consentendo agli utenti di avere una maggiore fiducia nei risultati prodotti¹¹⁴.
2. Creare e mantenere un completo reporting dei processi decisionali: si tratta di tenere traccia e documentare in modo dettagliato i processi decisionali dell'IA per garantire responsabilità e conformità¹¹⁵. Questo include registrare i dati utilizzati per l'addestramento, i criteri di selezione delle feature, le decisioni prese dal modello e i risultati ottenuti. Questo reporting aiuta a fornire una visione chiara del funzionamento dell'IA e a identificare eventuali problemi o bias.

L'adozione di queste strategie può contribuire significativamente a migliorare la trasparenza e l'interpretabilità dei modelli di IA, promuovendo una maggiore fiducia

¹¹³ Parrish, A., Chen, A., Nangia, N., Padmakumar, V., Phang, J., Thompson, J., Htut, P. M., & Bowman, S. R. (2022). BBQ: A Hand-Built Bias Benchmark for Question Answering. In S. Muresan, P. Nakov, & A. Villavicencio (Eds.), *ACL 2022 - 60th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Findings of ACL 2022* (pp. 2086-2105). (Proceedings of the Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics). Association for Computational Linguistics (ACL).

¹¹⁴ Chamola, V., Hassija, V., Sulthana, A. R., Ghosh, D., Dhingra, D., & Sikdar, B. (2023). A review of trustworthy and explainable artificial intelligence (xai). *IEEE Access*.

¹¹⁵ DI CIOMMO, I. P. (2023). La prospettiva del controllo nell'era dell'Intelligenza Artificiale. Alcune osservazioni sul modello Human In The Loop. *FEDERALISMI. IT*, (9), 68-90.

nell'uso di questa tecnologia e garantendo che sia utilizzata in modo responsabile e conforme alle normative.

Per ridurre l'impatto ambientale e il costo computazionale dell'Intelligenza Artificiale, possono essere adottate due iniziative specifiche¹¹⁶:

1. Disegno e selezione di modelli più efficienti: si può optare, quando possibile, per architetture di modelli o metodi di addestramento che siano più efficienti dal punto di vista computazionale. Questo può includere l'uso di modelli più leggeri, la semplificazione delle architetture o l'ottimizzazione dei processi di addestramento per ridurre il consumo di risorse.
2. Adozione di pratiche di green computing: ci si può impegnare nell'utilizzo di hardware a basso consumo energetico e nell'acquisizione di servizi cloud più sostenibili¹¹⁷. Questo include la selezione di hardware con un consumo energetico più efficiente, l'implementazione di politiche di gestione energetica e l'uso di servizi cloud che utilizzano fonti di energia rinnovabile o sono certificati per la loro sostenibilità.

L'attuazione di queste iniziative può contribuire a ridurre l'impatto ambientale dell'IA e a contenere i costi computazionali associati, promuovendo un utilizzo più sostenibile e responsabile della tecnologia.

Per garantire la robustezza del modello e mitigare i rischi derivanti dalla diffusione pervasiva dell'intelligenza artificiale, possono essere adottate diverse iniziative:

¹¹⁶ Agenda Digitale. (2023, 14 novembre). IA Generativa in azienda: come valutare e mitigare i rischi. Agenda Digitale.eu. <https://www.agendadigitale.eu/sicurezza/ia-generativa-in-azienda-come-valutare-e-mitigare-i-rischi/>

¹¹⁷ Ahmad, S., Mishra, S., & Sharma, V. (2023). Green computing for sustainable future technologies and its applications. In *Contemporary Studies of Risks in Emerging Technology, Part A* (pp. 241-256). Emerald Publishing Limited.

1. Adversarial Training: addestrare il sistema per resistere agli attacchi avversari, migliorando la capacità di rilevare e mitigare eventuali manipolazioni dei dati di input¹¹⁸.
2. Sviluppo di misure di sicurezza dei dati: implementare protocolli di sicurezza robusti per proteggere i dati utilizzati durante l'addestramento e l'operatività dei modelli, riducendo il rischio di accessi non autorizzati o manipolazioni.
3. Costruzione di sistemi “human-in-the-loop”: mantenere la supervisione umana nei processi decisionali dell'IA, garantendo che gli esseri umani siano coinvolti nei casi in cui l'IA potrebbe fornire risultati non affidabili o incoerenti¹¹⁹. Questo contribuisce a garantire giudizi equilibrati e a evitare decisioni errate.
4. Programmi di formazione e riqualificazione: implementare programmi di formazione e riqualificazione per i dipendenti, al fine di facilitare l'adattamento e l'integrazione dell'IA nei processi lavorativi¹²⁰. Questo può includere il trasferimento delle persone su compiti di livello superiore che richiedono competenze umane uniche che l'IA non può replicare.

L'implementazione di queste iniziative può contribuire a garantire che l'IA sia utilizzata in modo responsabile, sicuro ed efficace, riducendo al contempo l'impatto negativo sull'occupazione e sulla perdita di competenze umane.

In un panorama legislativo complesso e in costante mutamento, diventa essenziale per le organizzazioni adottare strategie per garantire la conformità normativa e affrontare le sfide etiche legate all'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale.

Queste strategie includono il mantenimento di un costante aggiornamento sulle normative nazionali e internazionali riguardanti l'IA, nonché la ricerca di consulenza

¹¹⁸ Wang, Z., Pang, T., Du, C., Lin, M., Liu, W., & Yan, S. (2023, July). Better diffusion models further improve adversarial training. In *International Conference on Machine Learning* (pp. 36246-36263). PMLR.

¹¹⁹ DI CIOMMO, I. P. (2023). La prospettiva del controllo nell'era dell'Intelligenza Artificiale. Alcune osservazioni sul modello Human In The Loop. *FEDERALISMI. IT*, (9), 68-90.

¹²⁰ Conte, F. M. Strumenti di Intelligenza Artificiale in ambito Gestione Risorse Umane.

legale ed etica specializzata per valutare le implicazioni legali ed etiche delle loro attività.

Coinvolgere consulenti competenti può aiutare le organizzazioni a navigare attraverso la complessità normativa e a identificare le migliori pratiche per garantire la conformità e la responsabilità nell'uso dell'IA.

In definitiva, adottare tali misure è fondamentale per mitigare i rischi legali ed etici associati all'IA e per assicurare che le organizzazioni operino in modo responsabile e conforme alla normativa vigente.

Per garantire che l'Intelligenza Artificiale (IA) non abbia effetti indesiderati sulla società, è essenziale adottare una strategia ben definita e inclusiva, che tenga conto degli aspetti etici e promuova l'innovazione in modo responsabile.

Questa strategia dovrebbe comprendere diversi elementi:

1. Sviluppo e condivisione di linee guida etiche chiare: definire linee guida etiche per lo sviluppo e l'uso dell'IA, che delineino i principi fondamentali da seguire per garantire un impatto positivo sulla società.
2. Coinvolgimento degli stakeholder: coinvolgere attivamente gli stakeholder, inclusi dipendenti, clienti e il pubblico, nelle discussioni sull'etica e sulle politiche legate all'IA, ascoltando le diverse sensibilità e punti di vista.
3. Collaborazione con la community dell'IA: collaborare con la comunità dell'IA per rimanere aggiornati sulle best practice e comprendere le sfide emergenti, promuovendo una cultura di condivisione delle conoscenze e delle esperienze.
4. Costruzione di partnership con università e istituti di ricerca: creare accordi con istituzioni accademiche e centri di ricerca per favorire lo sviluppo e l'adozione di soluzioni avanzate, nonché per promuovere la ricerca e la sperimentazione nell'ambito dell'IA.

Questo approccio sistematico, che prevede strategie coordinate e integrate per minimizzare i rischi, consente alle imprese di cogliere le opportunità emergenti con un buon grado di sicurezza. Per tradurre queste strategie in azioni concrete e garantire la

sicurezza e l'affidabilità dei sistemi, è essenziale dotarsi di metodi e metriche di valutazione efficaci e riconosciuti.

Le recenti prestazioni sorprendenti degli LLM di ultima generazione hanno suscitato l'interesse per il raggiungimento dell'Intelligenza Artificiale Generale (AGI), ovvero la capacità di sviluppare sistemi autonomi in grado di ragionare e risolvere una vasta gamma di compiti con performance simili a quelle umane, anche in contesti di incertezza e bassa codificazione¹²¹.

Tuttavia, la valutazione delle performance attuali dei sistemi mostra che ci troviamo ancora nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale Ristretta o Debole (Narrow o Weak AI)¹²². In altre parole, le IA dimostrano capacità avanzate solo in contesti limitati e specifici, rispetto a compiti ben definiti e codificati. Le prestazioni attuali delle IA sono ancora distanti da quelle umane e mostrano una variazione significativa tra diversi compiti e lingue. Inoltre, i diversi modelli di IA mostrano prestazioni variegata anche in base alle diverse applicazioni possibili. Di conseguenza, diventa cruciale essere in grado di individuare i migliori modelli per i singoli contesti specifici, considerando le loro prestazioni e adattandoli di conseguenza.

Data la complessità e la varietà degli utilizzi degli LLM (Large Language Models), i tradizionali protocolli di valutazione nel campo del machine learning, come la k-fold validation, la holdout validation, la cross-validation-leave-one-out (LOOCV), il bootstrap¹²³, ecc., potrebbero non essere sufficienti per valutare le prestazioni in modo adeguato.

Di conseguenza, la ricerca sta attualmente sviluppando e testando nuovi approcci per valutare le performance degli LLM, prendendo in considerazione gli ambiti di utilizzo più frequenti.

Alcuni di questi approcci emergenti includono:

- Sentiment Analysis: implica la classificazione dei testi in base al tono emotivo, di solito suddivisi in categorie binarie (positivo e negativo) o ternarie (positivo,

¹²¹ Kissinger, H. A., Schmidt, E., & Huttenlocher, D. (2023). *L'era dell'intelligenza artificiale*. Edizioni Mondadori.

¹²² Verma, M. (2023). Artificial Intelligence Role in Modern Science: Aims, Merits, Risks and Its Applications. *Artificial Intelligence*, 7(5).

¹²³ Akram, M., & Moosa, W. H. (2024). From Data Quality to Model Performance: Navigating the Landscape of Deep Learning Model Evaluation. In *Deep Learning for Multimedia Processing Applications* (pp. 322-349). CRC Press.

neutro e negativo). Attualmente, i modelli dimostrano buone capacità in questo compito, sebbene possano incontrare difficoltà nella comprensione del sentiment di testi scritti in lingue meno diffuse e nel riconoscimento delle sfumature emotive¹²⁴.

- **Analisi semantica:** l'analisi semantica si concentra sul processo di comprensione e interpretazione del significato di parole e frasi. Questo processo implica l'analisi della struttura di una frase e del suo contesto al fine di determinarne il significato effettivo. Gli algoritmi di elaborazione del linguaggio naturale devono affrontare l'ambiguità e le sottigliezze del linguaggio umano¹²⁵. Ad esempio, le parole possono avere diversi significati a seconda del contesto in cui vengono utilizzate. L'analisi semantica aiuta a risolvere queste ambiguità, considerando tutte le possibili interpretazioni durante il processo di elaborazione. Inoltre, si occupa di aspetti più complessi come il linguaggio figurato e i concetti astratti che non sono facilmente rappresentati nei dizionari. L'applicazione dell'analisi semantica consente alle macchine di comprendere meglio le intenzioni umane e di rispondere di conseguenza, migliorando la loro intelligenza complessiva. Grazie a questo livello avanzato di comprensione, le applicazioni guidate dall'IA possono raggiungere una capacità di conversazione sempre più simile a quella degli esseri umani.
- **Dialogo domande e risposte:** il dialogo e la risposta a domande specifiche nel contesto del linguaggio naturale mostrano una buona capacità di comprensione del contesto, ma c'è ancora spazio per miglioramenti che potrebbero portare a sistemi di dialogo più intelligenti e naturali. Queste capacità hanno molteplici applicazioni, come chatbot, motori di ricerca e assistenti per il servizio clienti¹²⁶. Gli ambiti in cui si potrebbero fare progressi includono la capacità di fare riferimento a nozioni e conoscenze comuni.

¹²⁴ Taherdoost, H., & Madanchian, M. (2023). Artificial intelligence and sentiment analysis: A review in competitive research. *Computers*, 12(2), 37.

¹²⁵ Di Silvestre, S. (2021). Istituzioni culturali e intelligenza artificiale: l'analisi semantica come strumento di valutazione e crescita.

¹²⁶ Martino, C. (2024). *Intelligenza Artificiale Conversazionale: Processi, strumenti e professioni per creare chatbot e assistenti vocali*. FrancoAngeli.

- Traduzione: nonostante gli LLM non siano stati esplicitamente addestrati per il compito di traduzione, dimostrano eccellenti capacità in questo ambito. Tuttavia, le loro prestazioni variano notevolmente a seconda del modello e della lingua di traduzione, con una chiara ottimizzazione delle prestazioni nella traduzione verso l'inglese¹²⁷. Nel campo della scrittura, le ricerche hanno mostrato che gli LLM producono risultati affidabili in diverse categorie, come la scrittura informativa, professionale e persino creativa. Tuttavia, in alcune aree specifiche o con contenuti più complessi, anche gli LLM migliori presentano alcuni limiti¹²⁸.

L'espansione delle capacità dei modelli linguistici nello svolgere compiti sempre più complessi rende altrettanto complessa la valutazione delle loro performance. Di conseguenza, la valutazione umana diventa spesso necessaria per considerare accuratamente le prestazioni di un LLM. Rispetto alla valutazione automatica, quella manuale si avvicina di più agli scenari reali di utilizzo e può fornire un feedback più completo e preciso. Di seguito, vengono analizzate alcune delle principali metriche utilizzate per valutare le performance degli LLM con l'intervento umano.

1. Accuratezza: Fondamentale per misurare la precisione e la correttezza del testo generato, confrontandolo con la conoscenza umana per individuare errori e imprecisioni¹²⁹.
2. Rilevanza¹³⁰: Valuta l'adeguatezza del contenuto generato, misurandone la pertinenza e la coerenza con il contesto di riferimento, l'input o il comando inserito.

¹²⁷ Tavasani, M. (2018). *Lingue e intelligenza artificiale*. Carocci Editore spa.

¹²⁸ Lana, M. (2022). Intelligenza artificiale e produzione di testi: una prospettiva storico-critica. *AIB studi*, 62(1), 169-196.

¹²⁹ Bansal, G., Nushi, B., Kamar, E., Lasecki, WS, Weld, DS, & Horvitz, E. (2019, ottobre). Oltre l'accuratezza: il ruolo dei modelli mentali nelle prestazioni del team uomo-intelligenza artificiale. In *Atti della conferenza AAAI sul calcolo umano e sul crowdsourcing* (Vol. 7, pp. 2-11).

¹³⁰ Chris van der Lee, Albert Gatt, Emiel van Miltenburg, Sander Wubben, and Emiel Krahmer. 2019. [Best practices for the human evaluation of automatically generated text](#). In *Proceedings of the 12th International Conference on Natural Language Generation*, pages 355–368, Tokyo, Japan. Association for Computational Linguistics.

3. Fluidità¹³¹: Valuta la capacità del modello di produrre contenuti scorrevoli, con un tono e uno stile coerenti. Un testo fluido non è solo grammaticalmente corretto, ma garantisce anche una leggibilità e un'esperienza utente di qualità.
4. Trasparenza¹³²: Misura quanto sia comprensibile per un essere umano la catena di ragionamento che ha portato il modello a una determinata conclusione, decisione o output. Un modello trasparente rende possibile comprendere il suo funzionamento interno.
5. Sicurezza¹³³: Esamina la capacità del modello di evitare la produzione di contenuti inappropriati, offensivi o dannosi, garantendo il benessere degli utenti e riducendo i rischi di disinformazione.
6. Allineamento umano: Valuta quanto gli output generati siano in linea con i valori, le preferenze e le aspettative umane, considerando le implicazioni etiche del contenuto prodotto, al fine di rispettare le norme sociali¹³⁴ e promuovere un'interazione positiva con gli esseri umani.

¹³¹ Jekaterina Novikova, Ondřej Dušek, and Verena Rieser. 2018. RankME: Reliable human ratings for Natural Language Generation. In *Proceedings of the 2018 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 2 (Short Papers)*, pages 72–78.

¹³² Chris van der Lee, Albert Gatt, Emiel van Miltenburg, Sander Wubben, and Emiel Krahmer. 2019. [Best practices for the human evaluation of automatically generated text](#). In *Proceedings of the 12th International Conference on Natural Language Generation*, pages 355–368, Tokyo, Japan. Association for Computational Linguistics.

¹³³ Agenda Digitale. (2023, 14 novembre). IA Generativa in azienda: come valutare e mitigare i rischi. Agenda Digitale.eu. <https://www.agendadigitale.eu/sicurezza/ia-generativa-in-azienda-come-valutare-e-mitigare-i-rischi/>

¹³⁴ David L Vannette. 2016. Testing the effects of different types of attention interventions on data quality in web surveys. Experimental evidence from a 14 country study. In *71st Annual Conference of the American Association for Public Opinion Research*.

4. Applicazioni pratiche: casi studio

“ἄ γὰρ δεῖ μαθόντας ποιεῖν, ταῦτα ποιοῦντες μανθάνομεν”

“infatti, le cose che bisogna avere appreso prima di farle, noi le apprendiamo facendole”

- Aristotele *Etica Nicomachea*, II, 1, 1103a

Questa citazione di Aristotele cattura l'essenza del legame intrinseco tra teoria e pratica, un principio fondamentale che permea non solo la filosofia antica ma anche le moderne pratiche di business. In questo contesto, la saggezza di Aristotele funge da ponte tra il passato e il presente, sottolineando come l'esperienza pratica non sia solo un complemento, ma una componente cruciale per la vera comprensione e la maestria di qualsiasi disciplina.

L'applicazione di questa visione aristotelica al campo della governance etica dell'intelligenza artificiale (IA) nel management rivela quanto sia vitale apprendere attraverso l'azione diretta e l'osservazione empirica. In un'era dominata dalla rapida evoluzione tecnologica e dalla complessità delle interazioni uomo-macchina, la teoria da sola non può fornire tutte le risposte. È attraverso l'esplorazione di casi reali, il confronto diretto con le sfide e l'elaborazione di soluzioni pratiche che i principi etici diventano tangibili e genuinamente informativi.

Quindi, mentre ci accingiamo a esaminare vari casi di studio relativi all'uso dell'IA nel management aziendale, ci affidiamo alla guida di Aristotele per ricordarci che ogni scenario esaminato non è solo un esercizio teorico, ma una finestra sul mondo reale dell'industria 5.0. Attraverso questa lente, aspiriamo non solo a comprendere, ma anche a plasmare le pratiche etiche che definiranno il futuro della tecnologia e della società.

Il presente capitolo si propone di analizzare diverse PMI del contesto nazionale ed internazionale al fine di presentare una diversificata visione della realtà aziendale nel contesto dell'industria 5.0.

Attraverso l'analisi di tre casi studio, questo capitolo mira a delineare un quadro complesso e sfaccettato delle pratiche attuali, evidenziando come differenti contesti culturali, economici e tecnologici influenzino l'adozione di principi etici nell'uso dell'IA nei processi aziendali. La metodologia di riferimento scelta per la stesura dei

seguenti casi studio si è dimostrata essere il contatto più diretto con le aziende prese in esame, nonché la perfetta modalità di ricerca su temi dicotomicamente fragili e iper discussi come l'innovazione digitale e l'etica aziendale. Le interviste realizzate forniscono una base empirica solida per comprendere se e come gli standard etici vengano integrati nei sistemi di gestione aziendale, contribuendo così a un dibattito più ampio sulla sostenibilità e sull'equità nell'era digitale.

Il crescente impiego dell'IA nel settore del management solleva questioni cruciali riguardo la responsabilità, la trasparenza e la giustizia, le quali necessitano di essere indagate con un approccio che consideri tanto la teoria quanto la pratica. Il presente capitolo, quindi, non solo esamina le linee guida etiche globali con riferimenti alle normative vigenti cui le aziende si rifanno, ma esamina anche come queste vengano interpretate e applicate all'interno delle organizzazioni.

Con uno sguardo rivolto al futuro, questo capitolo intende offrire non solo una panoramica delle pratiche attuali, ma anche stimolare una riflessione critica sui percorsi che le aziende potrebbero adottare per navigare con successo le acque spesso tumultuose dell'innovazione tecnologica. L'aspirazione è quella di iniziare ad addentrarsi tra gli strumenti e le conoscenze necessarie per guidare l'evoluzione etica dell'intelligenza artificiale in ambito manageriale, promuovendo un progresso che sia equo, sostenibile e rispettoso dei diritti umani e delle libertà fondamentali. È importante sottolineare che l'innovazione stessa deve essere vista come un diritto fondamentale, essenziale per il progresso continuo della società.

4.1 Teleconsys

Il primo caso studio di questa tesi si concentra su Teleconsys, una piccola e media impresa (PMI) che si è distinta nel panorama tecnologico per la capacità di integrare efficacemente l'innovazione tecnologica con pratiche di gestione etica. Fondata circa 20 anni fa, Teleconsys ha originariamente operato come value reseller nel settore delle tecnologie, offrendo soluzioni sistemiche e di installazione. Con un iniziale volume d'affari di 5 milioni di euro e un team di 24 dipendenti, l'azienda ha visto una significativa trasformazione sotto la guida del CEO Marco Massenzi a partire dal 2017. Sotto la sua direzione, Teleconsys ha intrapreso una profonda trasformazione digitale, espandendo il proprio ambito operativo e adottando un modello di business che integra quattro business unit principali: Digital Innovation, Deep Tech, Sustainability, e Generation. Questa espansione è stata accompagnata da un aumento significativo sia nel fatturato che nel numero di dipendenti, raggiungendo i 24 milioni di euro di fatturato e 120 dipendenti nell'ultimo anno.

Il presente studio mira a esaminare come l'integrazione dell'IA in Teleconsys sia stata influenzata da un'etica aziendale robusta, focalizzandosi sulle strategie orientate a bilanciare l'innovazione tecnologica con la responsabilità sociale. Inoltre, il caso di Teleconsys serve come evidenza di come le PMI possano adottare tecnologie avanzate, come l'IA, non solo per incrementare la propria competitività ma anche per promuovere una cultura aziendale che valorizzi la sostenibilità e l'etica nel business.

In Teleconsys, l'intelligenza artificiale non rappresenta il fulcro delle operazioni quotidiane interne, rispecchiando la realtà di molte PMI che trovano nelle tecnologie avanzate un'opportunità piuttosto che una necessità immediata. Tuttavia, l'IA assume un ruolo cruciale nello sviluppo di soluzioni innovative dedicate ai clienti dell'azienda. Questo approccio mirato permette di utilizzare l'IA come un amplificatore di valore, piuttosto che come un sostituto della forza lavoro umana.

L'applicazione dell'IA nei processi di Teleconsys è intenzionalmente selettiva e strategicamente orientata verso l'esterno. Ad esempio, l'azienda impiega tecnologie generative per supportare l'elaborazione di capitolati in ingegneria e per assistere le attività di marketing. Questo si traduce in un supporto avanzato per la creazione di contenuti e la gestione delle interazioni clienti, sfruttando strumenti come ChatGPT per generare comunicazioni efficaci e personalizzate.

Il valore aggiunto di queste tecnologie si manifesta in modo particolare nella capacità di Teleconsys di offrire ai propri clienti soluzioni che siano sia all'avanguardia che eticamente responsabili. L'impiego di IA consente all'azienda di differenziarsi nel mercato, presentandosi come un partner affidabile e all'avanguardia nel campo tecnologico. Inoltre, questo approccio garantisce che l'introduzione dell'IA nei loro servizi vada oltre il semplice vantaggio competitivo, proponendosi come un valore aggiunto reale che arricchisce l'esperienza e l'efficienza dei servizi offerti.

L'adozione selettiva dell'IA riflette anche una filosofia aziendale prudente e misurata: Teleconsys si concentra sull'essere leader nell'innovazione senza compromettere il suo impegno verso la cura delle risorse umane. In questo modo, l'azienda non solo mantiene un alto livello di personalizzazione nel trattamento dei clienti, ma stabilisce anche un modello per come l'IA possa essere utilizzata per potenziare e non sostituire le capacità umane.

Durante l'intervista con Marco Massenzi, Amministratore Delegato presso Teleconsys SpA, è stato evidente come l'etica non sia percepita solo come un principio astratto, ma come il vero motore dell'innovazione all'interno di Teleconsys. Lontano dall'essere un ostacolo, l'etica è vista come una leva strategica che guida lo sviluppo tecnologico e il business model dell'azienda, rendendo l'innovazione non solo più sostenibile, ma anche più accettabile e desiderabile per i clienti e la società in generale.

Questa filosofia è sottolineata dalle numerose certificazioni che Teleconsys ha acquisito nel corso degli anni. L'azienda ha investito significativamente per ottenere riconoscimenti che attestano il loro impegno verso pratiche eticamente responsabili. Tra queste, la nuova ISO 42001 sul sistema di gestione dell'intelligenza artificiale, che stabilisce rigidi standard per l'uso etico dell'IA. Inoltre, Teleconsys è stata tra le prime aziende del proprio settore a integrare nel proprio codice etico l'uso responsabile dell'intelligenza artificiale, un passo avanti significativo che riflette l'impegno a lungo termine verso l'innovazione responsabile.

L'approccio etico di Teleconsys si estende anche alla sua partecipazione attiva in forum e iniziative a livello nazionale e internazionale, dove contribuisce a plasmare le discussioni sull'impatto sociale dell'intelligenza artificiale. Il loro impegno è riconosciuto da più parti interessate, consolidando la loro reputazione come pionieri di un'innovazione che rispetta e promuove i valori umani.

Infine, la visione etica di Teleconsys non è solo un fattore distintivo nel loro operato; è anche un elemento chiave che attrae talenti e clienti che condividono la stessa visione di un futuro tecnologico guidato da principi morali solidi. Questo allineamento tra etica e pratica commerciale segna Teleconsys come leader nel campo dell'innovazione tecnologica responsabile, dimostrando che il progresso tecnologico può effettivamente procedere di pari passo con il rispetto dei principi etici.

L'esperienza di Teleconsys illustra in modo vivido come l'innovazione, guidata da un solido impegno etico, possa essere non solo un vantaggio competitivo ma anche un esempio luminoso di buona pratica aziendale. Il loro approccio, che integra l'intelligenza artificiale nei loro servizi, dimostra una fusione armoniosa di *technè* e *phronesis*, dove la tecnologia non è fine a sé stessa, ma è sapientemente intrecciata con la saggezza pratica per ottenere il meglio per la società.

L'adozione di pratiche responsabili da parte di Teleconsys rispecchia il principio di *phronesis*, la capacità di prendere decisioni giuste che rispondono non solo alle

esigenze dell'azienda ma anche a quelle di una comunità più ampia. La loro visione dell'etica come motore dell'innovazione si allinea con questo concetto, mettendo in luce come le decisioni ponderate e sagge possano guidare lo sviluppo tecnologico verso risultati benefici per tutti.

D'altra parte, la capacità di Teleconsys di applicare l'intelligenza artificiale in modi che rispettano e promuovono l'etica dimostra un profondo apprezzamento per la *technè*. Non si tratta solo di possedere le competenze tecniche per implementare soluzioni avanzate, ma di farlo in modo che rispecchi i più alti standard etici, trasformando la tecnologia in uno strumento per il bene comune.

In conclusione, l'approccio di Teleconsys fornisce un modello replicabile e ispiratore per altre aziende che cercano di navigare le sfide dell'innovazione tecnologica in un'era digitale. Dimostrano che è possibile, e anzi desiderabile, unire il rigore tecnologico con una profonda riflessione etica, promuovendo un progresso che non solo è tecnologicamente avanzato, ma anche profondamente umano e sostenibile. La loro storia è una testimonianza potente di come le antiche virtù di *phronesis* e *technè* possano trovare nuova vita e nuovo significato nell'era moderna dell'intelligenza artificiale.

4.2 CNR IRIB

Al Centro Nazionale di Ricerca di Messina, l'adozione dell'intelligenza artificiale è focalizzata sull'analisi e sul trattamento di dati clinici, un campo in cui la precisione e l'affidabilità sono cruciali. Sotto la guida esperta di Giovanni Pioggia, il team utilizza algoritmi avanzati di apprendimento automatico che simulano le connessioni neuronali. Questi algoritmi, basati su tecniche sviluppate originariamente negli anni '80, sono stati notevolmente potenziati per gestire e interpretare grandi volumi di dati clinici, il che è fondamentale per il progresso delle diagnosi mediche e delle terapie personalizzate.

Il valore aggiunto di queste tecnologie si manifesta nella loro capacità di organizzare autonomamente i dati in modi che emulino il processo cognitivo umano, rivelando similitudini e schemi che spesso sfuggono agli analisti umani. Con l'avvento dei big data nel settore sanitario, gli algoritmi del CNR di Messina sono stati adattati per lavorare con reti neurali sempre più dense, migliorando la capacità di elaborazione e di generazione di modelli predittivi accurati.

Inoltre, l'introduzione dell'intelligenza artificiale generativa ha aperto nuove frontiere nella rielaborazione delle informazioni mediche, permettendo al CNR di esplorare soluzioni innovative per il trattamento e la gestione delle malattie.

“Questi modelli generativi, sebbene ancora agli albori e soggetti a sfide come le allucinazioni dei dati, offrono possibilità rivoluzionarie per la creazione di trattamenti personalizzati e la simulazione di scenari clinici complessi.” Con queste parole Giovanni Pioggia ha messo in luce, durante l'intervista sottopostagli, non solo il potenziale trasformativo delle tecnologie emergenti, ma anche gli ostacoli che esse devono ancora superare.

Le allucinazioni dei dati, un fenomeno per il quale i modelli generativi producono output non veritieri o senza senso, rappresentano una delle principali sfide nel campo dell'intelligenza artificiale. Questo problema è particolarmente rilevante in settori critici come quello sanitario, dove l'accuratezza e la veridicità delle informazioni possono avere impatti diretti sulla vita dei pazienti. Le allucinazioni possono derivare da vari fattori, inclusa la qualità dei dati di addestramento o le limitazioni intrinseche degli algoritmi stessi.

Affrontare queste sfide richiede un impegno continuo nella ricerca e nello sviluppo di nuovi metodi per migliorare la fedeltà e l'affidabilità dei modelli generativi. Solo così è possibile sfruttare appieno le loro capacità di personalizzare i trattamenti e di modellare scenari clinici complessi, portando avanti la promessa di una medicina più precisa e personalizzata. Nel contempo, è fondamentale un monitoraggio attento e una valutazione rigorosa dell'output di questi sistemi per mitigare i rischi associati alle allucinazioni dei dati e garantire la sicurezza dei pazienti.

L'impiego di queste tecnologie avanzate non solo migliora l'efficienza e l'efficacia dei processi decisionali medici ma introduce anche una nuova era di medicina predittiva, dove la capacità di anticipare lo sviluppo di condizioni mediche diventa possibile attraverso la dettagliata analisi dei dati. Il CNR di Messina è in prima linea nel trasformare la teoria in pratica clinica, dimostrando come l'intelligenza artificiale possa essere utilizzata per migliorare significativamente le cure e la comprensione delle complessità della salute umana.

Durante l'intervista, Giovanni Pioggia ha sottolineato come l'integrità e la sicurezza dei dati siano trattate con la massima serietà, specialmente nell'uso dell'intelligenza artificiale nel settore sanitario. Il centro si impegna a garantire che ogni dataset utilizzato nei suoi modelli di IA sia rigorosamente verificato per provenienza e affidabilità. Questo impegno etico è cruciale per prevenire errori diagnostici che potrebbero derivare da dati imprecisi o incompleti, che sono spesso la causa principale di fallimenti nei modelli predittivi.

Il processo di verifica dei dati inizia con una selezione accurata delle fonti, assicurando che tutte le informazioni siano raccolte da enti affidabili e riconosciuti. Questo include una stretta collaborazione con istituzioni sanitarie per accedere a dati clinici ben documentati e verificati. Una volta raccolti, i dati sono sottoposti a processi di *labelling* (etichettatura) accurati, dove ogni pezzo di informazione è classificato e annotato per assicurare che gli algoritmi di IA lavorino con il massimo livello di precisione.

Per affrontare la sfida delle allucinazioni dei dati, il CNR di Messina implementa rigorosi protocolli di validazione. Questi protocolli includono il test ripetuto degli algoritmi con vari set di dati per valutare la consistenza e l'affidabilità degli output

prodotti. Inoltre, il centro si assicura che ogni uso di IA sia monitorato da un team di esperti che può intervenire in caso di anomalie o risultati inaspettati.

Il rispetto per l'etica della ricerca è ulteriormente rafforzato dalla collaborazione con il comitato etico regionale di Palermo, che esamina non solo gli algoritmi, ma anche le pratiche di raccolta e uso dei dati. Il comitato aiuta a garantire che tutte le attività rispettino le normative etiche vigenti, concentrandosi particolarmente sulla protezione della privacy e sulla confidenzialità dei dati dei pazienti. Tutte le informazioni utilizzate sono trattate con il massimo grado di anonimato, e i dati sono regolarmente distrutti dopo l'uso per evitare qualsiasi possibile abuso o perdita di informazioni sensibili.

Guardando al futuro, il CNR di Messina è profondamente impegnato nell'esplorare e nel definire il ruolo dell'intelligenza artificiale all'interno del settore sanitario, con un'enfasi particolare sulla necessità di incorporare standard etici robusti nei sistemi di IA. Il centro prevede che l'evoluzione dell'Intelligenza Artificiale avrà un impatto significativo sui processi decisionali medici, non solo migliorando la precisione delle diagnosi e l'efficacia delle cure, ma anche introducendo nuove sfide etiche che dovranno essere gestite con attenzione.

La direzione etica del CNR di Messina enfatizza l'importanza di mantenere un forte legame umano nel rapporto medico-paziente, anche in un'era sempre più dominata dalla tecnologia. La personalizzazione della medicina è vista come un campo in rapida crescita, dove l'IA può offrire soluzioni su misura per i bisogni individuali dei pazienti. Tuttavia, questa personalizzazione richiede una comprensione profonda e sensibile dei dati del paziente, il che solleva questioni significative riguardanti la privacy e la sicurezza dei dati.

Il centro sta attivamente lavorando per implementare limiti etici nell'IA, assicurando che le tecnologie siano sviluppate e utilizzate in modo responsabile. Particolare attenzione è rivolta alla provenienza e alla validazione dei dati, essenziali per costruire modelli di IA affidabili ed eticamente sostenibili. Il CNR di Messina sostiene quanto la trasparenza nella provenienza dei dati sia fondamentale, specialmente quando si trattano condizioni complesse come l'autismo, dove l'accuratezza dei dati può influenzare direttamente l'*outcome* del trattamento.

Inoltre, l'istituto è attento a educare sia gli operatori sanitari sia i pazienti sull'uso e i limiti dell'IA, riducendo il rischio di bias e di errori interpretativi che potrebbero emergere da una fiducia incondizionata nelle capacità diagnostiche dell'IA. La medicina personalizzata, guidata dall'IA, offre grandi promesse ma presenta anche complesse sfide etiche, che il centro si impegna a navigare con cura, bilanciando innovazione tecnologica e rispetto per i diritti individuali.

In conclusione, l'esempio del Centro Nazionale di Ricerca di Messina incarna vividamente la dicotomia e l'interconnessione tra *phronesis* e *techne*. Da un lato, l'adozione avanzata di tecnologie IA, caratterizzate dalla capacità di simulare processi cognitivi umani e generare trattamenti personalizzati, rappresenta la *techne* in azione. Dall'altro, la continua sfida nel gestire le allucinazioni dei dati e garantire l'integrità e la sicurezza delle informazioni cliniche richiede una *phronesis* robusta, poiché necessita un giudizio etico, precisione decisionale e un'attenta considerazione dei rischi e delle implicazioni per i pazienti.

Il CNR di Messina si sforza di equilibrare queste forze, integrando l'eccellenza tecnica con un impegno etico rigoroso. Il lavoro del centro, quindi, non solo spinge i confini della medicina predittiva, ma incarna anche un modello di pratica che rispetta profondamente i principi di *phronesis*, mostrando come l'innovazione tecnologica debba sempre essere guidata da un senso di responsabilità morale e da un impegno per il bene del paziente. Questa integrazione di *techne* e *phronesis* nel management dell'IA è essenziale per il futuro della medicina, sottolineando che il vero progresso non si trova solo nell'avanzamento della tecnologia, ma nella sua applicazione saggia e umana.

4.3 PwC Italia

PricewaterhouseCoopers (PwC) è un'azienda internazionale leader nei servizi professionali alle imprese, con l'obiettivo principale di creare il valore che cercano i clienti e le persone attraverso la costruzione di solide relazioni basate su collaborazione, qualità del servizio, integrità e rispetto reciproco. Il network internazionale di PwC opera in 152 Paesi con oltre 327.000 professionisti, di cui oltre 8.000 in Italia in 24 città, impegnati a garantire la qualità dei servizi fiscali, legali, di revisione contabile e di consulenza.

Le informazioni che seguono sono state acquisite grazie a un'intervista con Gianluca Campus, Director of Legal Operations di PwC Italia. Durante l'intervista, Campus ha delineato come PwC stia integrando l'intelligenza artificiale nei propri processi operativi e decisionali, nonché le politiche e le linee guida etiche che l'azienda ha adottato per garantire un uso responsabile di queste tecnologie emergenti.

Nell'ambito dell'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale, PwC Italia è attualmente impegnata nella progettazione e sviluppo di tool da utilizzare sia internamente che da destinarsi al mercato finalizzati all'efficientamento delle attività operative. In particolare, ad esempio, al momento, PwC Italia ha sviluppato un software di GenAI chiamato Instant Document Interaction (IDI), che sia viene messo sul mercato sia viene utilizzato internamente come supporto per i vari processi operativi di lavoro, migliorando l'efficienza e l'efficacia delle attività.

È stato chiesto a Gianluca Campus, Director of Legal Operations di PwC Italia, quali vantaggi principali vi siano nell'adozione dell'AI nei processi aziendali e ne è emerso che, per il mondo imprenditoriale italiano, la prima conseguenza concreta della diffusione di soluzioni d'intelligenza artificiale, in particolare generativa (GenAI), è stata quella di aumentare il senso di urgenza associato alla trasformazione e digitalizzazione dei processi aziendali.

Tutti hanno iniziato, con progetti più o meno strutturati, la grande ricerca di possibili utilizzi della GenAI per automatizzare attività svolte dalla forza lavoro o per identificare opportunità più trasformative di processi aziendali (ad es. nuove modalità lavoro o servizi). Molto interessante è anche il lancio di numerosi progetti che puntano a raccogliere idee dal mondo delle startup. Questi progetti (strutturati anche su più anni) mirano a identificare selezionate progettualità che possono avere importanti

impatti trasformativi per il business tradizionale. Alcuni operatori più grandi stanno anche lanciando iniziative dedicate verticali sul proprio business (creando incubatori o acceleratori tematici di proprietà) con l'obiettivo di gestire queste progettualità in modo strutturato, permanente nel tempo e focalizzato su predefiniti temi critici per il business.

In particolare, emerge dalle analisi di mercato che la maggior parte delle aziende ritiene che l'IA generativa aumenterà

1. Efficienza nei tempi di lavoro dei dipendenti
2. Efficienza nel tempo che si dedica al lavoro
3. Redditività

In sintesi, la GenAI sta dando forte spinta verso progetti di digitalizzazione focalizzati sulla automazione di attività. Le aziende, infatti, stanno già perseguendo una riduzione di costi nel breve periodo grazie all'automazione con strumenti maturi o di veloce realizzazione. Allo stesso tempo, però, è anche in corso la ricerca di soluzioni più trasformative che siano in grado di rivoluzionare interi processi core aziendali e possibilmente abilitano anche nuove linee di ricavo, progetti che richiedono ovviamente più competenze, tecnologie non sempre plug&play, tempi più lunghi ed investimenti significativi. La digitalizzazione di un processo aziendale presuppone l'identificazione di una possibile area di cambiamento e della relativa tecnologia che possa supportarlo. Solitamente, inoltre, l'identificazione di una possibile area di cambiamento (ad esempio per efficientare un processo) è preordinata alla scelta della tecnologia che abilita il cambiamento stesso. Un altro effetto evidente legato all'arrivo della GenAI è stata proprio l'accelerazione di tutte quelle progettualità che consentono di identificare questi possibili cambiamenti, cioè i famosi use case dove la GenAI e tecnologie limitrofe possono essere utilizzate. Per quanto attiene i casi d'uso, in particolare, ci sono tre ampie tipologie legate alla Generative AI che dovrebbero essere attenzionate. In primo luogo ci sono i casi d'uso specifici per l'industria di riferimento e che richiedono uno sviluppo customizzato. Alcuni esempi possono essere quelli legati alle scienze della vita o alla progettazione di materiali per la produzione. In secondo luogo, i casi d'uso relativi alla funzione aziendale sono, invece, quelli dove dovrà essere data maggior attenzione agli aspetti legati alla proprietà intellettuale e alla governance dei dati in quanto prevedranno di integrare un modello con i dati aziendali

per lo svolgimento di una funzione specifica. In terzo luogo particolare attenzione dovrebbe essere posta ai casi d'uso legati alla produttività dove una specifica funzionalità viene trasferita all'interno di applicazioni già esistenti (ad esempio Co-Pilot per Microsoft). A titolo esemplificativo è possibile evidenziare come la 27° Annual Global CEO Survey di PwC sottolinei come il 64% degli intervistati veda negli investimenti in AI l'opportunità di efficientare i processi interni, il 59% la possibilità di migliorare e velocizzare il proprio lavoro, il 46% l'opportunità di incrementare i profitti ed il 41% l'occasione aumentare i ricavi.

Uno degli obiettivi di questa tesi è indagare il rapporto che le aziende intrecciano tra IA ed Etica e per Gianluca Campus *“un'azione interna di sensibilizzazione verso i possibili rischi nell'utilizzo dell'AI e la definizione di linee guida che possano guidare le strutture aziendali negli usi quotidiani della tecnologia è fondamentale”*.

Tipicamente queste linee guida illustrano le caratteristiche della tecnologia (GenAI e AI) e le modalità con le quali può essere utilizzata, specificando che qualsiasi output generato da tecnologie basate su modelli generativi come, ad esempio, ChatGPT deve essere oggetto di attenta analisi e valutazione prima di essere impiegato: è infatti solitamente vietato l'inserimento di informazioni personali o riservate riguardanti clienti o potenziali tali durante l'uso di modelli generativi e, allo stesso modo, è vietato l'uso di strumenti di GenAI per alcune attività, specialmente in settori fortemente regolamentati.

In attesa della definizione di un quadro normativo specifico, è indispensabile dotarsi di un primo processo di fattibilità delle applicazioni AI. È quindi in primo luogo necessaria un'attività di risk assessment, cioè di valutazione di rischio dell'applicativo stesso, partendo da mappatura di tutti gli applicativi AI in uso o in corso di sviluppo all'interno dell'organizzazione. Il modello di riferimento, al quale anche PwC Italia ha scelto di attenersi, prevede l'adozione dei livelli di rischio previsti dall'AI Act in base ai quali è possibile determinare se un applicativo può essere prodotto e a quali condizioni (ad esempio prevedendo informative specifiche agli utenti). La valutazione, inoltre, prevede che a ciascun applicativo sia affiancato un livello di rischio predefinito: assenza di rischio, rischio basso, rischio moderato e rischio alto. Questa valutazione, poi, deve essere filtrata e bilanciata da due ulteriori livelli di analisi: la

probabilità stimata di verifica dei rischi individuati e la definizione delle azioni di mitigazione del rischio.

Inoltre, in particolare, è importante porre l'attenzione anche sui meccanismi di controllo e supervisione all'interno dell'azienda per garantire l'applicazione pratica dei principi etici: la regolamentazione potrebbe rafforzare la garanzia nei confronti dell'applicazione di principi etici che tengano conto dei problemi morali e dei benefici per gli individui e la società riguardo all'uso dei dati, degli algoritmi e delle pratiche corrispondenti. Potrebbe essere necessario dimostrare la bontà dei processi di governance, delle attività di controllo e dei processi di sviluppo. Particolare attenzione sarà dedicata all'approvvigionamento di tecnologie di AI, in cui vanno applicati i medesimi principi.

Circa il rapporto tra Etica e AI, al fine di sviluppare una AI Responsabile, la strategia di PwC è di considerare le implicazioni morali dell'uso dei dati e dell'AI e codificarli nei valori dell'organizzazione. In particolare, la definizione di una strategia etica per l'uso responsabile dell'AI è un'attività che comporta in primo luogo la valutazione delle implicazioni morali legate all'uso dei dati per la costruzione di modelli decisionali e la loro successiva codificazione all'interno dei valori dell'organizzazione presenti nel Codice di Condotta. Tale attività ha come punto di partenza la valutazione del livello di maturità nell'adozione dell'AI e l'individuazione delle aree strategiche di intervento e dei relativi casi d'uso. L'elemento caratterizzante la strategia è la sua possibile variabilità nel corso del tempo: affinché sia sempre conforme all'evoluzione normativa, infatti, è necessario che sia periodicamente messa in discussione e accompagnata da un attento monitoraggio delle politiche e dei regolamenti di settore.

Nell'ambito di un utilizzo etico dell'Intelligenza Artificiale, PwC Italia ha adottato un proprio modello di lavoro in base al quale le azioni che le imprese sono chiamate ad intraprendere possono essere distinte su tre dimensioni:

- a. Sensibilizzazione e linee guida. Nell'immediato è importante una azione interna di sensibilizzazione verso i possibili rischi nell'utilizzo dell'AI e la definizione di linee guida di base che possano guidare le strutture aziendali negli usi quotidiani della tecnologia;

- b. Risk assessment sugli use case. Prima del rilascio di ogni applicativo è necessaria un'attività di risk assessment, cioè di valutazione del rischio dell'applicativo stesso. Il modello di riferimento dovrebbe adottare i quattro livelli di rischio previsti dall'AI Act, determinando se un applicativo può essere prodotto (bloccando ad esempio lo sviluppo di un applicativo con social scoring) e, in caso di risposta positiva, a quali condizioni (ad esempio prevedendo informative specifiche agli utenti). Questa valutazione di rischio deve ovviamente seguire una fase di mappatura di tutti gli use case in fase di design all'interno dell'organizzazione;
- c. Percorso di definizione di un AI Risk Control Framework. Un'adeguata gestione della tematica richiede la definizione dell'insieme di regole, procedure e strutture organizzative che consentono l'identificazione, la misurazione, la gestione e il monitoraggio dei principali rischi collegati all'AI. Si tratta di un percorso più strutturato che dovrà contemperare le previsioni dell'AI Act e le ulteriori previsioni ancora in via di definizione (ad esempio le eventuali comunicazioni con le istituzioni che saranno preposte ai controlli).

In particolare, circa la sensibilizzazione e linee guida, attesa della definizione chiara del quadro normativo, molti operatori stanno scegliendo di dotarsi di un proprio framework dedicato alla Responsible AI, di investire sull'awareness dei dipendenti attraverso campagne di sensibilizzazione continue, di strutturare internamente team dedicati all'AI, di avvalersi di professionisti del mondo legale esperti di tecnologia, copyright e intellectual property e di lavorare in sinergia con le funzioni interne tipicamente preposte al controllo del rischio, il Chief Risk Office e l'Office of General Counsel, per definire alcune linee guida base per l'utilizzo di strumenti di IA. Nella prassi, le linee guida illustrano le caratteristiche della tecnologia (GenAI e AI) e le modalità con le quali può essere utilizzata, specificando che qualsiasi output generato da tecnologie basate su modelli generativi come, ad esempio, ChatGPT deve essere oggetto di attenta analisi e valutazione prima di essere impiegato per attività che attengono i clienti. È solitamente vietato l'inserimento di informazioni personali o riservate riguardanti clienti o potenziali durante l'uso di modelli generativi e, allo stesso modo, è vietato l'uso di strumenti di GenAI per alcune attività, specialmente in settori fortemente regolamentati. Tipicamente l'uso di applicativi di AI è subordinato

ad una ponderazione dei vantaggi attesi rispetto ai potenziali rischi, evitando di ricorrere a questo tipo di tecnologia ogni qual volta il grado di errore o imprecisione rischi di essere maggiore rispetto ai possibili benefici. Alla luce di una regolamentazione ancora in divenire, è opportuna una identificazione di una o più figure (tipicamente le funzioni responsabili per la gestione dei rischi) disponibili per essere consultate ogni qualvolta sorgano dei dubbi su aspetti di natura legale, regolamentare e di gestione del rischio correlati all'impiego di strumenti di AI. Per quanto attiene, invece, le campagne di awareness verso i dipendenti, queste sono tipicamente impostate sulla base di due principi ritenuti essenziali: la necessità di educare all'uso dell'AI e quella di regolare il suo utilizzo. Entrambi obiettivi possono essere perseguiti attraverso l'organizzazione di sessioni di training interattive per il personale, dedicate ad illustrare le potenzialità ed i rischi legati all'uso dell'*Artificial Intelligence* in ambito lavorativo. Un'attività impostata secondo una logica di condivisione e confronto che, per alcuni operatori più strutturati, ha portato a due conseguenze immediate: la nascita di tutor interni che condividono con i colleghi i benefici derivanti dall'uso responsabile della GenAI, e la creazione di un help desk interno per la raccolta di feedback operativi e l'individuazione di use case da implementare.

Infine, si è cercato di indagare quali possano essere le prospettive sull'evoluzione dell'AI nei diversi settori e come potrebbe influenzare i processi decisionali in futuro. I CEO delle aziende sono sempre più consapevoli dei rischi derivanti dall'utilizzo di AI, ed in particolare di GenAI (Intelligenza Artificiale Generativa) come dimostra anche la 27° Annual Global CEO Survey di PwC. Più della metà dei soggetti intervistati, infatti, segnala di essere preoccupato non solo per i rischi legati alla sicurezza informatica, ma anche per il rischio di diffusione di false informazioni all'interno dell'azienda con i relativi danni di natura finanziaria e reputazionale.

Sulla stessa lunghezza d'onda anche il dato italiano: l'88% delle aziende italiane partecipanti alla CEO Survey di PwC, infatti, ritiene di essere esposta in qualche misura (estremamente, fortemente, moderatamente o leggermente) ai rischi informatici, solamente il 12% delle aziende italiane riporta di essere minimamente esposto a questo tipo di minaccia.

Anche se lo slancio dell'IA generativa sta aumentando, una serie di esperti del settore esprime preoccupazione per le conseguenze potenzialmente significative e indesiderate che potrebbero emergere con l'aumento della sua portata. Gli amministratori delegati hanno espresso sentimenti simili nelle loro risposte al sondaggio. Si consideri, ad esempio, che quando si parla di IA generativa, gli amministratori delegati sono più preoccupati per il rischio di cybersicurezza e oltre la metà concorda sul fatto che è probabile che aumenti la diffusione della disinformazione nella loro azienda. Un terzo degli amministratori delegati si aspetta inoltre che l'IA generativa aumenti i pregiudizi nei confronti di gruppi specifici di dipendenti o clienti nei prossimi 12 mesi. Quasi altrettanti non sono d'accordo, il che suggerisce che i pregiudizi saranno probabilmente un'area di crescente attenzione man mano che la portata e la complessità del ruolo dell'IA generativa nelle aziende si espande. È interessante notare che la familiarità con l'IA generativa non sembra attenuare le preoccupazioni sui rischi tra i CEO le cui aziende l'hanno già ampiamente adottata.

Nel complesso, questi risultati sottolineano l'obbligo sociale che i CEO hanno di garantire che le loro organizzazioni utilizzino l'IA in modo responsabile. In effetti, dato il ritmo dell'innovazione e l'inevitabile ritardo nella definizione di nuove norme e regolamenti, gran parte dell'onere di gestire questa tecnologia in continua evoluzione ricade, per ora, sulle aziende. Come ha detto Robert Playter, CEO di Boston Dynamics, in una recente intervista, “Anche se ci sono rischi potenziali con l'IA e i modelli linguistici di grandi dimensioni, crediamo di più nel suo potenziale e nella creazione di confini per mitigare qualsiasi rischio. Questa integrazione, come tutte le applicazioni dei nostri robot, deve rispettare i principi etici, che proibiscono rigorosamente di armare i robot o di usarli per scopi nocivi o intimidatori”.

Conclusioni

La presente tesi ha esplorato l'intersezione tra etica e tecnologie emergenti, concentrandosi sull'integrazione dell'Intelligenza Artificiale (IA) nel management aziendale riprendendo i concetti di "phronesis" e "technè". La distinzione tra questi due termini, derivati dalla filosofia greca, è stata fondamentale per comprendere l'importanza di bilanciare competenze tecniche con una saggezza pratica nel contesto dell'Industria 5.0.

L'analisi ha evidenziato come la phronesis, o saggezza pratica, guidi l'uso responsabile delle tecnologie emergenti, assicurando che le decisioni prese siano etiche e benefiche per la società. D'altro canto, la technè rappresenta l'abilità tecnica necessaria per sviluppare e implementare queste tecnologie in modo efficace. La combinazione di questi due elementi è cruciale per garantire che l'IA venga utilizzata non solo per migliorare l'efficienza operativa ma anche per promuovere il benessere umano e la sostenibilità.

Attraverso l'esame dell'Industria 5.0, è emerso come questa fase evolutiva del settore industriale ponga un'enfasi maggiore sulla collaborazione tra esseri umani e macchine. L'Industria 5.0 non solo mira a ottimizzare i processi produttivi attraverso l'uso di tecnologie avanzate, ma anche a creare un ambiente di lavoro più inclusivo e sostenibile. Questa nuova era industriale promuove l'adozione di tecnologie che non sostituiscono gli esseri umani, ma li supportano e amplificano le loro capacità. Questo approccio richiede una forte leadership etica, capace di guidare l'adozione di tecnologie emergenti in modo che queste siano al servizio delle persone e non il contrario. La leadership deve essere in grado di vedere oltre l'efficienza immediata, considerando l'impatto a lungo termine delle tecnologie sull'ambiente di lavoro e sulla società. Inoltre, l'Industria 5.0 pone un forte accento sulla sostenibilità ambientale, adottando pratiche che riducono l'impatto ecologico dei processi produttivi e promuovono l'uso responsabile delle risorse. Questo implica un ripensamento delle strategie aziendali, integrando principi di economia circolare e sviluppo sostenibile nelle operazioni quotidiane. In definitiva, l'Industria 5.0 rappresenta un'evoluzione verso un modello industriale più umano e sostenibile, dove la tecnologia è un mezzo per migliorare la qualità della vita e non un fine in sé.

L'introduzione dell'IA nel sistema manageriale offre numerosi vantaggi, tra cui l'aumento dell'efficienza e della redditività, la riduzione dei costi e l'ottimizzazione dei processi decisionali. Tuttavia, comporta anche sfide significative legate alla gestione etica e alla mitigazione dei rischi associati. È qui che la phronesis gioca un ruolo cruciale, guidando le organizzazioni nell'adozione di pratiche responsabili e nella gestione dei dilemmi etici che emergono con l'uso di tecnologie avanzate. L'IA può migliorare significativamente la precisione e la velocità delle decisioni aziendali, fornendo analisi basate su dati accurati e tempestivi. Questo porta a una migliore allocazione delle risorse, ottimizzazione dei processi e maggiore competitività. Tuttavia, l'implementazione dell'IA solleva questioni etiche riguardanti la privacy, la trasparenza e la responsabilità. Le decisioni automatizzate devono essere monitorate per evitare bias e discriminazioni, e devono essere trasparenti per mantenere la fiducia degli stakeholder. La phronesis aiuta i manager a navigare in questi dilemmi, bilanciando l'innovazione tecnologica con la necessità di proteggere i diritti e gli interessi degli individui. Inoltre, la gestione etica dell'IA implica lo sviluppo di competenze specifiche per comprendere e controllare gli algoritmi, garantendo che siano utilizzati in modo equo e responsabile. In questo contesto, la formazione continua e l'educazione etica dei manager diventano fondamentali per affrontare le sfide future. La phronesis, quindi, non solo guida l'uso responsabile dell'IA, ma promuove anche una cultura aziendale incentrata sull'integrità e la sostenibilità.

I casi studio analizzati – Teleconsys, CNR IRIB e PwC Italia – hanno fornito esempi concreti di come diverse organizzazioni stiano integrando l'IA nei loro processi operativi e decisionali. Questi esempi dimostrano come la combinazione di phronesis e technè possa portare a soluzioni innovative che non solo migliorano le performance aziendali ma promuovono anche una governance etica e sostenibile delle tecnologie emergenti.

In conclusione, questa tesi sottolinea l'importanza di un approccio equilibrato tra phronesis e technè nella governance dell'Intelligenza Artificiale. Solo attraverso una combinazione di saggezza pratica ed eccellenza tecnica è possibile garantire che l'IA sia utilizzata in modo etico, sostenibile e vantaggioso per l'intera società. L'adozione responsabile delle tecnologie emergenti richiede una visione olistica che consideri non

solo l'efficienza operativa ma anche il benessere umano e la sostenibilità ambientale, elementi imprescindibili per il successo nell'era dell'Industria 5.0.

Bibliografia e Sitografia

Ahmad, S., Mishra, S., & Sharma, V. (2023). Green computing for sustainable future technologies and its applications. In *Contemporary Studies of Risks in Emerging Technology, Part A* (pp. 241-256). Emerald Publishing Limited.

AI-HLEG. (2019). A definition of AI: Main Capabilities and Scientific Disciplines.

Akram, M., & Moosa, W. H. (2024). From Data Quality to Model Performance: Navigating the Landscape of Deep Learning Model Evaluation. In *Deep Learning for Multimedia Processing Applications* (pp. 322-349). CRC Press.

Alvarez-Aros, E. L., & Bernal-Torres, C. A. (2021). Technological competitiveness and emerging technologies in industry 4.0 and industry 5.0. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 93(1), 1–20.

Bansal, G., Nushi, B., Kamar, E., Lasecki, W. S., Weld, D. S., & Horvitz, E. (2019, October). Beyond accuracy: The role of mental models in human-AI team performance. In *Proceedings of the AAAI Conference on Human Computation and Crowdsourcing* (Vol. 7, pp. 2-11).

Baquero, J. A., Burkhardt, R., Govindarajan, A., & Wallace, T. (2020). Derisking AI by design: How to build risk management into AI development. McKinsey & Company.

Barto, A. G., & Sutton, R. S. (2018). Reinforcement Learning: An introduction. Cambridge: MIT Press.

Blasutig, G. (2022). L'intelligenza artificiale nelle organizzazioni e la prospettiva della collaborazione uomo-macchina. *Poliarchie/Polyarchies*, 5(2), 177-209.

Boldrini, N. (2021). Reti neurali, cosa sono e a cosa servono. AI4Business. <https://www.ai4business.it/intelligenza-artificiale/reti-neurali-cosa-sono-a-cosa-servono/>

Celan, L. P., & di Fuga, P. (2020). Così umano, così artificiale: la sottile linea tra progresso e dipendenza. *Matrice Digitale*. <https://www.matricedigitale.it/2020/06/cosi-umano-cosi-artificiale/>

Chamola, V., Hassija, V., Sulthana, A. R., Ghosh, D., Dhingra, D., & Sikdar, B. (2023). A review of trustworthy and explainable artificial intelligence (XAI). *IEEE Access*.

Chang, M., et al. (2021). The importance of reskilling managers in Industry 5.0: Challenges and opportunities. *Journal of Business Research*, 135, 108362.

Chang, M., et al. (2022). The impacts of Industry 5.0 on manufacturing competitiveness: Evidence from a global survey. *Journal of Cleaner Production*, 334, 130002.

Charniak, E., & McDermott, D. (1985). *Introduction to artificial intelligence*. Boston: Addison-Wesley Longman Publishing Co. Inc.

Chin, S. T. S. (2021). Influence of emotional intelligence on the workforce for industry 5.0. *IBIMA Business Review*, Article 882278.

Chomsky, N. (2009). Turing on the “Imitation Game”. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6710-5_7

Chris van der Lee, A., Gatt, E., van Miltenburg, S., Wubben, S., & Krahmer, E. (2019). Best practices for the human evaluation of automatically generated text. In *Proceedings of the 12th International Conference on Natural Language Generation* (pp. 355-368). Tokyo, Japan: Association for Computational Linguistics.

Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. (2016). Where machines could replace humans - and where they can't (yet).

Ciacchi, G., & Buonuomo, G. (2018). *Profili di informatica giuridica*. Milano: Wolters Kluwer.

Cillo, V., Gregori, G. L., Daniele, L. M., Caputo, F., & Bitbol-Saba, N. (2021). Rethinking corporate culture through the lens of knowledge management during the transition to Industry 5.0. *Journal of Knowledge Management*, 26(10), 2485-2498.

Conte, F. M. (2019). Strumenti di Intelligenza Artificiale in ambito Gestione Risorse Umane. *Poliarchie*. <https://www.poliarchie.it/2019/06/strumenti-di-intelligenza-artificiale/>

Cozza, P., & Gentile, F. (2020). Proposta di percorso per insegnare l'intelligenza artificiale. *Atti Convegno Nazionale*, 93.

Cuel, R., Ravarini, A., & Varriale, L. (2020). Technology in Organisation - Digital Transformation and People. Maggioli Editore.

Kahneman, D., Sibony, O., & Sunstein, C. R. (2021). Rumore. Milano.

Kahneman, D. (2011). Pensieri lenti e veloci. Milano.

Danziger, S., Levav, J., & Avnaim-Pesso, L. (2011). Extraneous factors in judicial decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(17), 6889-6892.

Daugherty, P. R., & Wilson, H. J. (2018). Human+ machine: Reimagining work in the age of AI. Harvard Business Press.

David, L. V. (2016). Testing the effects of different types of attention interventions on data quality in web surveys. Experimental evidence from a 14 country study. In 71st Annual Conference of the American Association for Public Opinion Research.

De Marco, A. (2023, February 14). Industria 5.0: Human Centric, Resilienza e Sostenibilità. LinkedIn.

de Miranda, S. S. F., Córdoba-Roldán, A., Aguayo-González, F., & Ávila-Gutiérrez, M. J. (2021). Neuro-competence approach for sustainable engineering. *Sustainability (Switzerland)*, 13(8), Article 4389.

Del Forno, A. (2022). L'intelligenza artificiale nei processi gestori dell'impresa. EJPLT, 2, 119-135.

Deng, L., & Yu, D. (2013). Deep learning: methods and applications. Foundations and Trends in Signal Processing, 7(3-4), 197-387.

Di Ciommo, I. P. (2023). La prospettiva del controllo nell'era dell'Intelligenza Artificiale. Alcune osservazioni sul modello Human In The Loop. FEDERALISMI.IT, (9), 68-90.

Di Silvestre, S. (2021). Istituzioni culturali e intelligenza artificiale: l'analisi semantica come strumento di valutazione e crescita.

E. Bernasconi. (2023, October). Il futuro dell'Intelligenza Artificiale: Esplorando i Grandi Modelli Linguistici.

Floridi, L. (2022). Etica dell'intelligenza artificiale: Sviluppi, opportunità, sfide. Italia: Raffaello Cortina Editore.

Fonda, E., & Meneghetti, A. (2022). The Human-Centric SMED. Sustainability (Switzerland), 14(514), Article 514.

Garcia, M., et al. (2021). Overcoming Challenges in Adopting New Business Models in Industry 5.0. International Journal of Business Transformation and Innovation, 7(3), 321-338.

Gemmo, V., & Isari, D. (2018). *Il ruolo manageriale nell'era digitale*. Milano: FrancoAngeli.

Harel, D., & Feldman, Y. (1987). *Algorithmics: the spirit of Computing*. Berlino: Springer.

Haugeland, J. (1985). *Artificial Intelligence: The very idea*. Cambridge: MIT Press.

Italo Calvino. (1985). *Lezioni americane*.

March, J. G., & Simon, H. A. (1958). *Organizations*. New York.

March, J. G. (1998). *Prendere decisioni* (pp. 19-20). Bologna.

Jekaterina, N., Dušek, O., & Rieser, V. (2018). RankME: Reliable human ratings for Natural Language Generation. In *Proceedings of the 2018 Conference of the North*

American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 2 (Short Papers) (pp. 72-78).

Johnson, R., et al. (2022). Collaborative and Sustainable Business Models in Industry 5.0: Opportunities and Challenges. *Journal of Sustainable Business Management*, 8(1), 45-62.

Kaplan, J. (2019). *Le persone non servono. Lavoro e ricchezza nell'epoca dell'intelligenza artificiale*. Roma: LUISS University Press.

Kaplan, J. (2016). *Le persone non servono. Lavoro e ricchezza nell'epoca dell'intelligenza artificiale*. Roma: LUISS University Press.

Kim, D. (2023). Applica modelli di linguaggi di grandi dimensioni preaddestrati alla ricerca finanziaria basata sull'intelligenza artificiale.

Kissinger, H. A., Schmidt, E., & Huttenlocher, D. (2023). *L'era dell'intelligenza artificiale*. Edizioni Mondadori.

Kumar, R. P., & Manash, E. B. K. (2019). Deep Learning: A branch of machine learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1228, 1-9.

Kurzweil, R. (1990). *The Age of Intelligent Machines*. Cambridge: MIT Press.

Lana, M. (2022). Intelligenza artificiale e produzione di testi: una prospettiva storico-critica. *AIB Studi*, 62(1), 169-196.

Lecun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. E. (2015). Deep Learning. *Nature*, 521, 436-444.

Lee, J., & Smith, A. (2023). Customization and Flexibility in Industry 5.0 Business Models: A Case Study Analysis. *Journal of Business Innovation Research*, 10(2), 185-202.

Lee, S., & Kim, H. (2021). Adoption of Industry 5.0: The influence of organizational culture and readiness for change. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121080.

Lee, S., & Kim, H. (2022). The impact of Industry 5.0 on production efficiency: A case study. *International Journal of Production Economics*, 237, 108214.

Mahroof, K. (2019). A human-centric perspective exploring the readiness towards smart warehousing: The case of a large retail distribution warehouse. *International Journal of Information Management*, 45, 176–190.

Margherita, E. G., & Braccini, A. M. (2021). Managing industry 4.0 automation for fair ethical business development: A single case study. *Technological Forecasting and Social Change*, 172, Article 121048.

Martino, C. (2024). *Intelligenza Artificiale Conversazionale: Processi, strumenti e professioni per creare chatbot e assistenti vocali*. FrancoAngeli.

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (1955). Proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. *AI Magazine*, 27(4), 12.

Mitoma, S. (2022). Le preoccupazioni dei modelli linguistici di grandi dimensioni. *AI4Business*. <https://www.ai4business.it/intelligenza-artificiale/le-preoccupazioni-dei-modelli-linguistici/>

Mondal, S., & Samaddar, K. (2021). Rafforzare l'importanza del fattore umano nel raggiungimento di prestazioni di qualità nella gestione della catena di fornitura basata sui dati. *Giornale TQM*. Prima della stampa.

Monreale, A. (2020, October 16). Rischi etico-legali dell'Intelligenza Artificiale. *DPCE Online*.

Murphy, K. P. (2012). *Machine Learning: a probabilistic perspective- Adaptive computation and Machine Learning*. Cambridge: MIT Press.

N. Abriani. (2020). La corporate governance nell'era dell'algoritmo – Prolegomeni a uno studio sull'impatto dell'intelligenza artificiale sulla corporate governance. *Il Nuovo Diritto delle Società*, 3, 261 ss.

Sanders, N. R., & Wood, J. D. (2020). *The Humachine. Humankind, Machines, and the Future of Enterprise*. New York.

Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0-a human-centric solution. *Sustainability (Switzerland)*, 11(16), Article 4371.

Navona, P., & Monti, V. V. (2023). *Future by Quality Il valore dei data analytics e dell'intelligenza artificiale applicata*.

Nilsson, N. J. (1998). *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. Burlington: Morgan Kaufmann.

Nourmohammadi, A., Fathi, M., & Ng, A. H. C. (2022). Balancing and scheduling assembly lines with human-robot collaboration tasks. *Computers and Operations Research*, 140, Article 105674.

OECD. (2018). RE-CIRCLE: resource efficiency and circular economy. OECD Publishing.

Ojstersek, R., Javernik, A., & Buchmeister, B. (2021). The impact of the collaborative workplace on the production system capacity: Simulation modelling vs real-world application approach. *Advances in Production Engineering and Management*, 16(4), 431–442.

Orlova, E. V. (2021). Design of Personal Trajectories for Employees' Professional Development in the Knowledge Society under Industry 5.0. *Social Sciences*, 10(11), Article 427.

Pacileo, F. (2022). “Scelte d’impresa” e doveri degli amministratori nell’impiego dell’intelligenza artificiale. *Rivista di Diritto Societario*, 539-578.

Park, Y., et al. (2020). Human-centered approaches to Industry 5.0: A review. *International Journal of Production Research*, 58(18), 5556-5575.

Park, Y., et al. (2020). Reskilling managers for the industry 5.0 era: A holistic approach. *International Journal of Production Research*, 58(18), 5556-5575.

Parrish, A., Chen, A., Nangia, N., Padmakumar, V., Phang, J., Thompson, J., Htut, P. M., & Bowman, S. R. (2022). BBQ: A Hand-Built Bias Benchmark for Question

Answering. In S. Muresan, P. Nakov, & A. Villavicencio (Eds.), *ACL 2022 - 60th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Findings of ACL 2022* (pp. 2086-2105). *Proceedings of the Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*.

Perri, P., & Ziccardi, G. (2020). *Fondamenti dell'intelligenza artificiale*. In *Dizionario Legal Tech. Informatica Giuridica, Protezione dei dati, Investigazioni digitali, criminalità informatica, Cybersecurity e Digital Transformation Law*. Milano: Giuffrè Francis Lefebvre.

Poole, D., Mackworth, A., & Goebel, R. (1998). *Computational Intelligence. A logical Approach*. New York: Oxford University Press.

Principi, P. D. D. E., Di Legalità Algoritmica, N. A., & Amministrazioni, S. D. P. *Intelligenza artificiale*.

Lombardi, R., Trequatrini, R., Cuozzo, B., & Manzari, A. (2022). Big data, artificial intelligence and epidemic disasters. A primary structured literature review. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 15(2), 156-180.

Rich, E., & Knight, K. (1992). *Artificial Intelligence Vol.1*. New York: McGraw-Hill.

Romero, D., Stahre, J., Wuest, T., Noran, O., Bernus, P., Fasth-Berglund, Å., & Gorecky, D. (2016). *Towards an Operator 4.0 Typology: A Human-Centric Perspective on the Fourth Industrial Revolution Technologies*.

Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. (1986). *Parallel Distributed Processing*. Cambridge: Cambridge Mass.

Russell, S., & Norvig, P. (1995). *Artificial Intelligence – a modern approach*. Englewood Cliff: Prentice Hall.

Sanders, N. R., & Wood, J. D. (2020). *The Humachine. Humankind, Machines, and the Future of Enterprise*. New York.

Smith, J. (2024, February 21). Anticipating the future: How AI will impact businesses in 2024. *Forbes Technology Council*.
<https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2024/02/21/anticipating-the-future-how-ai-will-impact-businesses-in-2024/?sh=2577d5571a07>

Smith, J., et al. (2020). Exploring the pillars of Industry 5.0: A review. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(4), 598-616.

Smith, J., et al. (2021). Redefining manufacturing processes in the era of Industry 5.0. *Journal of Manufacturing Systems*, 59, 143-157.

Surden, H. (2014). *Machine Learning and Law*. *Washington Law Review*, 1-89.

Taherdoost, H., & Madanchian, M. (2023). Artificial intelligence and sentiment analysis: A review in competitive research. *Computers*, 12(2), 37.

Tavosanis, M. (2018). *Lingue e intelligenza artificiale*. Carocci Editore spa.

The Royal Society. (2017). *Machine learning: the power and promise of computers that learn by example*. Full Report.

Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, LIX(236).

United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*.

Verma, M. (2023). Artificial Intelligence Role in Modern Science: Aims, Merits, Risks and Its Applications. *Artificial Intelligence*, 7(5).

Vial, G. (2019). Understanding Digital Transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*.

Wang, Z., Pang, T., Du, C., Lin, M., Liu, W., & Yan, S. (2023, July). Better diffusion models further improve adversarial training. In *International Conference on Machine Learning* (pp. 36246-36263). PMLR.

Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *The Nine Elements of Digital transformation*. MIT Sloan Management Review.

Winston, P. H. (1992). *Artificial Intelligence*. Boston: Addison-Wesley Publishing Co. Inc.

Złotowski, J., Yogeeswaran, K., & Bartneck, C. (2017). Can we control it? Autonomous robots threaten human identity, uniqueness, safety, and resources. *International Journal of Human-Computer Studies*, 100, 48–54.

Sitografia

Agenda Digitale. (2023, November 14). IA Generativa in azienda: come valutare e mitigare i rischi. Agenda Digitale.eu. <https://www.agendadigitale.eu/sicurezza/ia-generativa-in-azienda-come-valutare-e-mitigare-i-rischi/>

Chomsky, N. (2009). Turing on the “Imitation Game”. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6710-5_7

Elon Musk alla Conferenza mondiale sull'intelligenza Artificiale, Shanghai, agosto 2019. Fonte: http://www.ansa.it/sito/notizie/mondo/dalla_cina/2019/08/29/cina-al-via-conferenzamondiale-intelligenzaartificiale_fbf7431a-2066-4ae3-8e96-4dac57bbf6c5.html

Smith, J. (2024, February 21). Anticipating the future: How AI will impact businesses in 2024. Forbes Technology Council. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2024/02/21/anticipating-the-future-how-ai-will-impact-businesses-in-2024/?sh=2577d5571a07>

Ringraziamenti

Iniziavo i ringraziamenti della tesi triennale scrivendo “Nessuno può veramente farcela da solo e, anche se esistesse qualcuno che può, comunque io non vorrei essere in lui”. Credo fermamente in ciò che ho scritto, ma ad un anno e mezzo di distanza credo anche sia necessario perfezionarlo.

Nessuno può veramente farcela da solo senza qualcuno che gli faccia credere che può farlo. Negli ultimi tempi ho capito di aver sempre fatto tutto da sola, nel bene e nel male, ma di avercela fatta, di essermi tuffata dagli scogli più alti perché ho sempre saputo che c’era qualcuno a guardarmi, pronto a battere le mani o a tuffarsi in acqua.

Ringrazio la prof.ssa Tindara Abbate per avermi guidato e supportato nella stesura di questo progetto di ricerca.

Ringrazio il dott. Gianluca Campus, il dott. Marco Massenzi ed il dott. Giovanni Pioggia per aver creduto in questa tesi e aver offerto le loro competenze ed esperienze al progetto di ricerca, permettendomi di arricchirlo di casi studio di altissimo livello. La loro guida e il loro supporto hanno rappresentato un contributo inestimabile, elevando la qualità e la profondità di questo lavoro.

Ringrazio Flavio per aver scommesso su di me e per aver aperto nuove prospettive nel mio percorso professionale. La tua fiducia nelle mie capacità e il tuo incoraggiamento costante mi hanno spinto a esplorare direzioni che non avevo mai considerato. Grazie per avermi dato l’opportunità di lavorare in questa realtà, dove sto crescendo professionalmente e personalmente. La tua leadership e il tuo sostegno sono stati fondamentali nel raggiungimento di questo importante traguardo. La tua visione e il tuo esempio continuano a ispirarmi ogni giorno, e per questo ti sarò sempre grata.

Ringrazio Alessandra e Carmen, le mie guide quotidiane e pilastri del mio percorso lavorativo. La vostra competenza, dedizione e disponibilità trasformano ogni sfida in un'opportunità di crescita e ogni successo in una vittoria condivisa.

Grazie per rendere le giornate lavorative più leggere e piene di risate, facendomi sentire accolta e inclusa sin dal primo giorno. Il vostro supporto e il vostro calore hanno reso il mio inserimento un'esperienza positiva e gratificante. Vi sarò sempre grata per il vostro contributo, che arricchisce non solo il mio percorso professionale, ma anche la mia vita quotidiana.

Ringrazio tutto il team Foresight Consulting, per avermi accolto in questa bellissima FAMIGLIA con calore e gentilezza. La vostra accoglienza ha reso il mio inserimento un'esperienza positiva e arricchente, facendomi sentire parte integrante di un team straordinario.

Ringrazio il prof. Antonio Crupi, per aver creduto e continuato a credere in me e per avermi incoraggiato a costruire un ponte tra il mio legame con la classicità e la curiosità per l'innovazione e la modernità.

Ringrazio i miei genitori, non colonne portanti ma archi sotto cui ripararmi, piedistalli su cui elevarmi e angoli in cui nascondermi. Grazie per avermi sempre permesso di sbagliare con le mie mani e per avermi prestato le vostre quando “non le sentivo più”.

Ringrazio la mia Famiglia di donne, le mie stampelle nei tratti più tortuosi e la mia prima tifoseria una volta arrivata al traguardo.

Ringrazio i miei Nonni, le mie margherite più preziose. Nonna grazie per avermi fatto capire quanto le nostre fragilità possano diventare forze dirompenti. Nonno grazie per avermi insegnato come sciogliere i nodi aggrovigliati nella mia testa e scriverli su un foglio.

Ringrazio la mia seconda Famiglia, quella che ci siamo scelti. Grazie per avermi fatto scoprire un amore ed una gioia che non credevo di poter provare e per essere sempre qui, rumorosamente allegri, silenziosamente costanti e delicatamente presenti.

Ringrazio Virginia, la mia stella lontana che lontana non lo è mai veramente, per avermi mostrato come apprezzare ogni momento, per dimostrarmi ogni giorno cosa significhi amicizia, per essere la mia promessa.

Ringrazio le mie amiche di sempre, i miei quattro specchi, il mio contatto con la realtà. Grazie per essere, da ormai dieci anni, sempre al mio fianco, per aver condiviso risate, lacrime, sogni e verità. Grazie Arianna per essere un'amica sempre sincera, per non esserti mai chiesta il perché ma essere sempre stata pronta ad aiutarmi a rimediare in ogni cosa, per essere anche la migliore collega che potessi avere. Grazie Costanza per aver condiviso letteralmente fianco a fianco i nostri anni più belli, per essere sempre pronta a lucidare la mia mente quando offuscata, per essere vicina anche se lontana. Grazie Elena per riportare la leggerezza ogni volta che un peso mi trascina giù, per essere il giusto tocco di dolcezza anche nei momenti più amari e la giusta dose di realtà in quelli più confusi. Grazie Giulia per esserci stata quando neanche io avrei voluto esserci, per riportarmi sempre a chi sono anche quando mi allontano da tutto, per essere una silenziosa certezza.

Ringrazio me stessa, che per quanto inizialmente drammatica, poi vado avanti in ogni cosa; che ho imparato a non nascondere le mie fragilità, ma a portarle fieramente, a testa alta, petto infuori e passo sicuro in ogni sfida della mia vita; che ho capito come non sia un "so quanto valgo" ma "so chi sono, cosa posso fare e quanto ancora posso imparare".