



**UNIVERSITÀ
DI PAVIA**

DIPARTIMENTO DI SCIENZE POLITICHE E SOCIALI
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN COMUNICAZIONE DIGITALE

**BIG DATA, INTELLIGENZA ARTIFICIALE E MACHINE
LEARNING NEL SETTORE OTTICO-OFTALMICO: IL CASO
STUDIO ESSILORLUXOTTICA**

Relatore:

Chiar.mo Prof. Alfredo Sassi

Correlatore:

Chiar.mo Prof. Simone Antonio Giuseppe Gerzeli

Tesi di laurea di
Laura Doneda
Matricola n. 522934

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

*A Pavia,
sei stata un grande regalo.*

INDICE

INTRODUZIONE	2
CAPITOLO 1 – BIG DATA E DATA-DRIVEN APPROACHES	4
1.1 Industria 4.0: contesto, peculiarità e sviluppi	4
1.2 Il dato digitale	11
1.3 I Big Data	13
1.4 Data Value Chain	21
1.5 Approccio operativo e decisioni data-driven	25
CAPITOLO 2 – INTELLIGENZA ARTIFICIALE, MACHINE LEARNING E DIGITAL INTERACTIVE ENGAGEMENT	31
2.1 Intelligenza Artificiale: cenni storici, categorie ed evoluzione	31
2.2 Machine Learning e Deep Learning: fondamenti e applicazioni	41
2.3 Natural Language Processing e IA Generativa	50
2.4 AI Marketing e Digital Interactive Engagement	54
CAPITOLO 3 - IL CASO STUDIO ESSILORLUXOTTICA E LE NUOVE PROSPETTIVE TECNOLOGICHE	58
3.1 Leonardo Del Vecchio e la nascita di Luxottica	58
3.2 La Société des Lunetiers ed Essilor	60
3.3 L'impero di EssilorLuxottica	62
3.4 Big Data, Intelligenza Artificiale e Machine Learning nelle innovazioni aziendali	66
3.5 Sviluppi futuri delle tecnologie e dei prodotti avanguardistici	77
3.6 Privacy e sicurezza dei dati	81
CONCLUSIONI	85
RINGRAZIAMENTI	86
SITOGRAFIA	88
BIBLIOGRAFIA	101
ELENCO FIGURE	106

INTRODUZIONE

La *digital era* odierna è ormai guidata dalle nuove tecnologie, impiegate nei settori più disparati e per scopi sempre più futuristici. Dietro ogni singolo dato digitale, prodotto giornalmente dagli individui tramite azioni routinarie, si nasconde una grande potenza che muove il mercato moderno. Enormi volumi di dati, generali e sensibili, alimentano milioni di sistemi, indirizzando le traiettorie di enti, istituzioni e aziende in tutto il mondo. Attorno alla raccolta e analisi di questi, ruotano tutte le tecnologie più avanguardistiche, come l'Intelligenza Artificiale e il Machine Learning, fulcro di questa tesi.

L'obiettivo che si pone l'elaborato è di indagare l'impatto e le potenzialità che Big Data, Intelligenza Artificiale e Machine Learning hanno sul settore ottico-oftalmico, ambito strettamente legato alla salute e al benessere personale. A questo fine, è stato posto in analisi il caso EssilorLuxottica, azienda italiana leader nel campo e particolarmente aperta allo sviluppo di nuove soluzioni ultramoderne.

Nel primo capitolo si è approfondito il concetto di "Industria 4.0", la quarta rivoluzione industriale in corso che integra diverse tecnologie digitali nei processi produttivi, ridefinendo la catena di valore. Sono state analizzate le principali tecnologie abilitanti che caratterizzano l'Industria e che stanno trasformando le aziende tradizionali. In questo contesto, i Big Data svolgono un ruolo primario, poiché rappresentano gli ingranaggi che permettono al resto dei sistemi di funzionare. Sono stati, poi, analizzati i molteplici settori d'impiego dei Big Data, da quello sanitario a quello manifatturiero, sottolineando la loro adattabilità e utilità. Gli approcci *data-driven*, infatti, ottimizzano i processi interni e permettono di calibrare meglio le decisioni, riducendo i rischi.

Nel secondo capitolo si è ampiamente approfondito il concetto di Intelligenza Artificiale, la simulazione dell'intelligenza umana da parte di macchine. Sistema dotato di strabilianti capacità comprensive ma non ancora privo di lacune, è capace di svolgere analisi predittive, intrattenere conversazioni con esseri umani, rilevare anomalie, personalizzare le offerte e tanto altro, ottimizzando e semplificando le operazioni di ogni settore. Dalla storia alle evoluzioni e controversie, viene sviscerato il tema di una delle tecnologie più dibattute. Si è, successivamente, approfondita una branca dell'IA in rapido

sviluppo: il Machine Learning, apprendimento autonomo e automatico basato sui dati. Insieme alla sua declinazione più promettente, il Deep Learning, il ML analizza imponenti quantità di dati rilevando pattern e connessioni utili.

Il terzo capitolo, infine, si incentra sul caso EssilorLuxottica, azienda agordina evolutasi in una fusione tra Italia e Francia e diventata un gigante nel settore ottico-oftalmico. La sua storia di umili origini e progresso tecnologico è prova di come l'investimento nei Big Data Analytics e nelle tecnologie di Intelligenza Artificiale e Machine Learning sia importante il successo aziendale odierno. Sono state analizzate le principali e più recenti innovazioni portate sul mercato da EssilorLuxottica: dalla divisione HELIX con la nuova piattaforma Vision(X) per crescere nell'*Advanced Vision Care*, al pionieristico occhiale Nuance Audio utile per correggere anche lievi difetti uditivi, ai noti *smart glasses* Ray-Ban Stories e Meta, per arrivare alle lenti progressive Varilux XR Series progettate con l'aiuto degli algoritmi di IA. Da ultimo, si sono esplorate le future possibilità di evoluzione di queste tecnologie nel settore ottico-oftalmico, con uno sguardo ai confini etici e di privacy.

CAPITOLO 1 – BIG DATA E DATA-DRIVEN APPROACHES

1.1 Industria 4.0: contesto, peculiarità e sviluppi

Il panorama industriale moderno naviga in quella che viene definita oggi come “quarta rivoluzione industriale” o “**Industria 4.0**”, la nuova era dello *smart manufacturing*¹. Essa si caratterizza per l’integrazione di tecnologie digitali intelligenti nei processi industriali e manifatturieri², al fine di incrementare efficienza e produttività. L’espressione “Industria 4.0” fu coniata nel 2011 in Germania alla Fiera di Hannover da tre studiosi tedeschi (H. Kagermann, W.D. Lukas e W. Wahlster), in riferimento alla trasformazione digitale in atto, fondamento della quarta rivoluzione industriale. Prima di quest’ultima, infatti, si sono susseguite tre rivoluzioni, ognuna contraddistinta da innovazioni di grande portata: la macchina a vapore per la prima (1800), l’elettricità e la produzione di massa per la seconda (1900), l’informatica e l’elettronica per la terza (seconda metà del 1900). Le *smart technologies* e novità digitali definiscono invece la rivoluzione industriale in corso, impattando significativamente sui processi operativi e sugli sviluppi organizzativi delle aziende. Si tratta di una ridefinizione della catena produttiva, che nasce come innovazione tecnologica e sfocia in un grande cambiamento culturale. Oggi le aziende, per rimanere al passo con gli sviluppi di mercato, devono rivedere e ristrutturare gli approcci e i metodi aziendali. La produzione odierna risulta essere sempre più interconnessa, automatizzata e personalizzata, grazie al volume consistente di dati giornalmente prodotti in tempo reale.

Protagonista nello sviluppo dell’Industria 4.0 è la nuova tecnologia dell’*Internet of Things* (IoT o “Internet delle cose”), una “rete di dispositivi che contiene l’hardware, il software, il firmware e gli attuatori che consentono ai dispositivi di connettersi, interagire e scambiare liberamente dati e informazioni”³. L’IoT nasce infatti con l’idea di sviluppare una controparte digitale degli oggetti e realtà fisiche appartenenti al nostro quotidiano. In ambito manifatturiero, l’IoT ha contribuito alla nascita delle *smart factories* o fabbriche

¹ *Smart manufacturing*: uso di tecnologie avanzate, come l’AI e l’IIoT, per aumentare l’efficienza dei processi produttivi tradizionali, <https://www.sap.com/uk/insights/smart-manufacturing-in-the-cloud.html>

² SAP, *Che cos’è l’Industry 4.0?*, <https://www.sap.com/italy/products/scm/industry-4-0/what-is-industry-4-0.html>

³ NIST, *Internet of Things*, https://csrc.nist.gov/glossary/term/internet_of_things

intelligenti, che utilizzano diverse tecnologie per coordinare sinergicamente persone, processi e dinamiche di contesto attraverso l'utilizzo di dati. Questa tecnologia si serve, infatti, di una rete di dispositivi e software per controllare e ottimizzare i processi di produzione e i consumi, oltre che per prevenire guasti ai macchinari, gestire le scorte e la fornitura. Oltre al manifatturiero, l'IoT presenta moltissimi altri ambiti di applicazione: dallo *smart environment* (ad esempio le città intelligenti), allo *smart retail*, fino alla *smart health*. Caratteristiche dei sistemi che sfruttano l'Internet of Things sono: l'identificabilità all'interno del mondo digitale; la connessione costante per ricevere e trasmettere informazioni; la capacità di elaborazione delle informazioni e di interazione con l'ambiente circostante; l'analizzabilità della localizzazione e del funzionamento degli stessi. Colonna portante nel funzionamento di questa tecnologia innovativa, dunque, è l'archiviazione e analisi di dati, che se in passato peccavano in quantità poiché registrati manualmente, oggi sono disponibili con dimensioni e qualità nettamente superiori.

Anche il *Cloud Computing* (CC) ha un ruolo primario nello sviluppo dell'Industria 4.0 e nell'ambito dell'archiviazione di grandi quantità di dati. L'Oxford Languages definisce il concetto come “la pratica di utilizzare una rete di server remoti ospitati su Internet per archiviare, gestire ed elaborare dati, anziché un server locale o un personal computer”⁴. Grazie a questo metodo di archiviazione che sfrutta la connessione Internet, si può accedere ad un numero esponenziale di dati in qualsiasi momento, riducendo i costi operativi e facendo affidamento su data center sicuri e in continuo aggiornamento. Principali caratteristiche di questa tecnologia sono⁵:

- *Self-service on demand*: il consumatore ha la possibilità di ottenere risorse informatiche senza dover interagire con i fornitori fisici di servizi.
- *Ampio accesso alla rete*: le funzionalità sono accessibili tramite meccanismi standard, che facilitano l'uso da parte di diverse piattaforme client (come smartphone e computer).
- *Elasticità rapida*: in base alla domanda, le funzionalità possono essere fornite in modo elastico.

⁴ Oxford Languages

⁵ P. Mell, T. Grance, *The NIST Definition of Cloud Computing*, pag. 6, <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/legacy/sp/nistspecialpublication800-145.pdf>

- *Servizio monitorato e misurato*: i sistemi *cloud* controllano e ottimizzano automaticamente l'utilizzo delle risorse, garantendo trasparenza sia al fornitore che al consumatore del servizio.

L'*Edge Computing*, invece, è un “framework di calcolo distribuito”⁶ che elabora i dati vicino alla loro origine, in modo da migliorare la disponibilità della larghezza di banda e diminuire i tempi di risposta. Utile per operazioni da svolgere tempestivamente e in totale sicurezza, questa tecnologia, evoluzione del CC, si rivela essere un valore aggiunto per le aziende. I dispositivi *edge* producono grandi quantità di dati, che, in assenza di questa forma di elaborazione, risulterebbero sovraccaricati all'utilizzo: ciò comporta un'impossibilità di lavorare sulla rete e una conseguente perdita di clientela.

La raccolta dei cosiddetti *Big Data* e il loro conseguente studio rimangono il caposaldo dello sviluppo industriale contemporaneo. Associati a tecniche e strumenti di Intelligenza Artificiale e *Machine Learning*, che verranno sviscerati nel secondo capitolo, l'analisi e l'utilizzo di questi dati è un potente vantaggio competitivo per le aziende, in termini economici, produttivi e di prevedibilità. L'IA risulta, inoltre, essere fondamentale per la gestione della sicurezza informatica (*cybersecurity*), per potenziare i metodi di rilevamento di anomalie e attacchi, oltre che per ridurre e prevenire accessi non autorizzati. Queste le principali **tecnologie abilitanti** (ovvero atte a sviluppare miglioramenti tecnologici) che conducono ad un progresso nell'ambito produttivo.

Si riscrivono, dunque, le regole della fabbrica tradizionalmente intesa, percorrendo nuove direzioni altamente vantaggiose. In primo luogo, si aumenta l'efficienza produttiva, grazie alla riduzione delle tempistiche di fermo macchina dovute all'azione preventiva delle nuove tecnologie. Si velocizza il processo di creazione e produzione attraverso nuovi macchinari intelligenti e si privilegia la flessibilità, producendo in piccole quantità adatte ai cambiamenti di richiesta. Ciò permette una maggiore personalizzazione del prodotto, garantendo alta qualità e attenzione alla domanda del singolo. Ne risente in positivo la *customer experience*: il cliente, soddisfatto, è più propenso a mantenere una relazione con l'azienda e, in ultimo, a fidelizzarsi. Inoltre, le tecnologie avanzate garantiscono una riduzione degli sprechi, grazie a speciali sensori che monitorano la produzione. A minori scarti e tempi di produzione consegue

⁶ IBM, *Che cos'è l'edge computing?*, <https://www.ibm.com/it-it/topics/edge-computing>

un'esponenziale riduzione dei costi, eccezionale beneficio per l'azienda. In ultimo, è importante sottolineare che una significativa rivoluzione generata dalle *smart factories* è avvenuta all'interno delle dinamiche lavorative e di business: l'innovazione conduce, infatti, a sperimentare nuove modalità di gestione aziendale e propone al team aziendale nuovi ritmi e condizioni.

Nel contesto italiano, la matrice governativa si è mossa da alcuni anni per sostenere l'innovazione tecnologica della quarta rivoluzione industriale, promulgando il Piano Nazionale Industria 4.0. Presentato per la prima volta nel 2016 e avviato con l'inclusione della manovra di bilancio nel 2017, il suo obiettivo è di “supportare le imprese che investono in beni strumentali nuovi, in beni materiali e immateriali (software e sistemi IT) funzionali alla trasformazione tecnologica e digitale dei processi produttivi”⁷. Negli anni seguenti, la Legge di Bilancio 2021 ha promosso diversi incentivi, giungendo al biennio 2024-25 con il credito di imposta “Transizione 4.0” per investimenti di tipo tecnologico.

Uno studio del 2023 condotto dall'Università LIUC Business School per ICIM Group⁸ sugli investimenti di 123 imprese italiane eterogenee nell'ambito dell'Industria 4.0 illustra in modo analitico la direzione e lo scenario del Paese. Le PMI superano in percentuale le grandi aziende: le prime, il 55%, presentano un investimento medio di circa 387.000 euro, mentre le seconde, il 45%, di circa 386.000. Dai risultati emersi si evince, dunque, che la totalità delle aziende prese in analisi ha fornito un riscontro positivo riguardo gli investimenti sull'Industria 4.0. Si è constatato un aumento della produttività, un controllo ottimizzato dei processi interni grazie allo sfruttamento e all'analisi dei dati prodotti in *real-time*, una diminuzione dei tempi di consegna e soprattutto un miglioramento delle condizioni lavorative dell'organico. Nonostante i risultati altamente promettenti, la maggioranza degli intervistati (75%) ha dichiarato che la scelta di intraprendere tale percorso è stata basata su fattori di tipo economico e non su una propensione al cambiamento digitale. Il nostro Paese risulta infatti essere ancora piuttosto riluttante nei confronti dell'innovazione e della sua integrazione nel mercato del lavoro;

⁷ Ministero dello Sviluppo Economico, *Piano Nazionale Industria 4.0*, https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/guida_industria_40.pdf

⁸ V.G. Cannas - LIUC Business School e ICIM Group, *Il fenomeno dell'Industria 4.0 nelle aziende manifatturiere italiane. Tendenze, barriere e contromisure*, https://www.liucbs.it/wp-content/uploads/WP_ICIM-Group-LIUC_Il-fenomeno-Industria-4.0.pdf

ciononostante, le evidenze concrete dei suoi vantaggi potranno portare al coinvolgimento futuro di sempre più realtà industriali. Dunque, ulteriori investimenti come quello per la formazione del personale, che dovrà sviluppare competenze adeguate per adattarsi al nuovo metodo operativo, saranno affrontati con la consapevolezza di ottenere un ritorno economico, produttivo e organizzativo.

Dallo studio di cui sopra è emerso che una delle strategie più ricorrenti su cui le 123 imprese hanno voluto investire è l'**integrazione verticale e orizzontale** dei sistemi informativi, ulteriore punto cardine dell'Industria 4.0. Per integrazione verticale si intende il coordinamento di tutti gli stadi di produzione, i quali vengono svolti all'interno della stessa impresa o gruppo⁹; per integrazione orizzontale, invece, si parla di espandere le proprie azioni ad altre realtà che operano nel proprio settore, al fine di sviluppare nuovi progetti e competenze utili al proprio business. Un progetto di interconnessione industriale in grado di monitorare le fasi di produzione, apportare modifiche tempestive e costruire realtà coese.

Il rapporto di interdipendenza tra parti nell'organismo aziendale dell'Industria 4.0 è dato dall'utilizzo di tecnologie abilitanti, che generano grandi quantità di dati. I Big Data Analytics sono stati oggetto di investimento di tutte le aziende prese in esame nello studio sopra citato, ma solo due di queste hanno compreso il potenziale della mole di dati raccolti e li hanno utilizzati per avviare analisi predittive. La maggioranza, infatti, non si è servita dei dati generati dai sensori *smart*, evitando di estrarli e sfruttarli a proprio vantaggio. Ne consegue un'analisi superficiale ferma al monitoraggio dei processi, che non riconosce le potenzialità di queste tecnologie. Ancora oggi, dunque, gran parte delle aziende sul suolo italiano sottovalutano la portata valoriale di queste innovazioni, nonostante si abbiano prove tangibili che, se comprese e fatte rendere a dovere, esse possano portare molteplici benefici sul piano economico e operativo. Inserire tecnologie e metodi all'avanguardia nella propria realtà aziendale non è un punto d'arrivo bensì di partenza: essere consapevoli delle diverse potenzialità delle stesse e sfruttarle nella loro interezza rappresenta il vero valore aggiunto e vantaggio competitivo.

⁹ Headvisor, *Integrazione Verticale*, <https://www.headvisor.it/integrazione-verticale>

Al centro di tutte le tecnologie fulcro dell'Industria 4.0, di cui segue una schematizzazione (Fig. 1), vi è l'analisi dei dati (o Data Analytics), colonna portante dell'era digitale contemporanea.

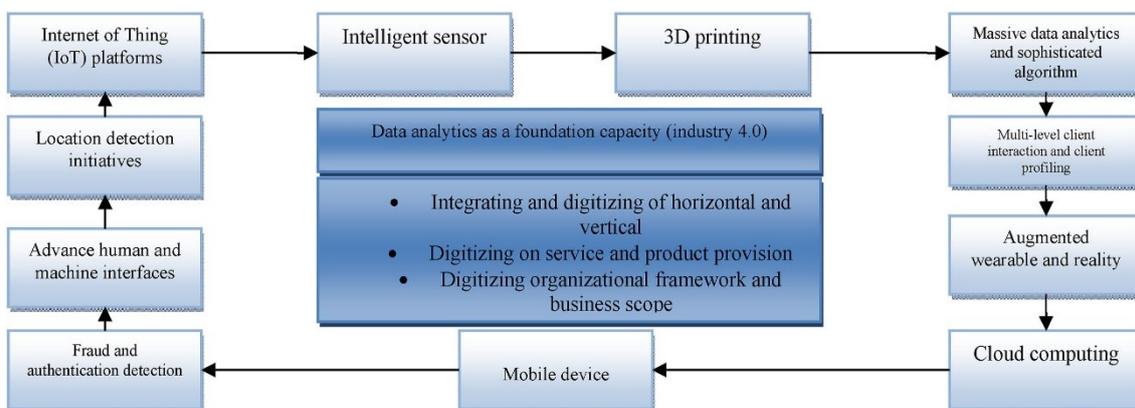


Figura 1: Framework dell'Industria 4.0,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266660302100018X>

Si introduce, dunque, una digitizzazione (*digitization*) delle dinamiche aziendali. Il termine, di derivazione anglosassone, definisce “il processo di conversione o di codifica delle informazioni in forma digitale in modo che le stesse siano gestibili dai computer”¹⁰. L'utilizzo di tecnologie digitali per generare dei cambiamenti all'interno dell'azienda, al fine di ottimizzarne il coordinamento, è chiamato, invece, **digitalizzazione**. Più ampiamente, il concetto di *digital transformation*, strettamente legato ai precedenti, ne supera le logiche ripensando e ridisegnando profondamente l'azienda, dalla gestione dei processi interni e di business alla creazione della proposta di valore. Filo conduttore del nostro tempo, la trasformazione digitale sta infatti ridefinendo le prospettive aziendali e sociali, ponendo al centro la relazione con i consumatori e promuovendo connessioni fluide. Conseguenza diretta della DT è la *digital economy* (o economia digitale), che “comprende le attività economiche che nascono dal connettere individui, imprese, dispositivi, dati e operazioni attraverso la tecnologia digitale”¹¹. In questo panorama, il

¹⁰ M. Rubino, F. Vitolla, *Il Processo di Digitalizzazione Aziendale e la Digital Transformation*, 2020, pagina 56,
https://www.researchgate.net/publication/345814192_Il_Processo_di_Digitalizzazione_Aziendale_e_la_Digital_Transformation

¹¹ TechTarget, *Digital Economy*, <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/digital-economy#:~:text=The%20digital%20economy%20refers%20to,and%20operations%20through%20digital%20technology.>

dato digitale ricopre un ruolo cruciale, tanto che si è iniziato a parlare di “*data economy*” per la gestione e interpretazione di grandi quantità di questi da parte delle imprese e delle istituzioni.

Sviluppo e innovazione tecnologica sono, pertanto, i fondamenti della quarta rivoluzione industriale, concentrata su produttività ed efficienza. Ad essa, inoltre, si è affiancata da alcuni anni l’idea di una quinta rivoluzione di carattere culturale, l’**Industria (o Società) 5.0**. Definita dalla Commissione Europea come completamento ed evoluzione della precedente¹², l’Industria 5.0 vuole porre l’essere umano al centro del proprio operato, mirando ad un’integrazione e collaborazione uomo-macchina. Il concetto di “Società 5.0” venne introdotto da Keidanren¹³ nel 2016 e successivamente promosso dal governo giapponese; esso punta a ricercare un equilibrio tra lo sviluppo economico e la risoluzione di problemi sociali e ambientali. Lo scopo ultimo di questa nuova rivoluzione è mettere le tecnologie abilitanti, caratteristiche dell’Industria 4.0, a servizio degli individui, per migliorarne le capacità, le condizioni di vita e di lavoro. Un nuovo panorama lavorativo, incentrato su sostenibilità, personalizzazione e resilienza, che deve fondersi alla necessità di efficienza economica del mercato moderno.

Nel panorama italiano, a marzo 2024 è stato promulgato il Piano Transizione 5.0, che mira a “sostenere la trasformazione digitale ed energetica”¹⁴ del Paese, mettendo a disposizione delle imprese 6,3 miliardi di euro sotto forma di credito d’imposta per il biennio 2024-2025¹⁵. Il fondo viene diviso tra: beni materiali e immateriali (3,78 miliardi di euro), autoproduzione e autoconsumo tramite fonti di energia rinnovabile (1,89 miliardi di euro) e formazione dei dipendenti (630.000 euro)¹⁶. Esso, dunque, integra il Piano Nazionale Industria 4.0 agevolando le aziende tramite risparmio energetico e

¹² Commissione Europea, *Industry 5.0. Verso un'industria europea sostenibile, centrata sull'uomo e resiliente*, 2021, pagina 7, https://industria40.regione.toscana.it/documents/685883/6218204/INDUSTRIA+5.0_ITA.pdf/039ec5f5-a344-4880-a256-bdfba3ab80a8

¹³ Keidanren: maggiore associazione di imprese del Giappone.

¹⁴ Ministero delle Imprese e del Made in Italy, *Piano Transizione 5.0*, <https://www.mimit.gov.it/it/incentivi/piano-transizione-5-0>

¹⁵ Osservatori, *Transizione 5.0, incentivi e Data Act per l'Industria 5.0*, <https://www.osservatori.net/it/prodotti/formato/insight/transizione-50-incentivi-data-act-industria-50-insight>

¹⁶ Enel, *Transizione 5.0: cos'è e cosa prevede*, <https://www.enelx.com/it/it/faq/transizione-5-0-cosa-e-cosa-prevede>

centralità della persona e del lavoratore, aspetti chiave dell’I5.0 già menzionati in precedenza.

Sebbene si tratti di una soluzione vantaggiosa, l’Industria 5.0 è ancora fortemente lontana dal concretizzarsi: attualmente, infatti, aziende italiane e globali stanno ancora faticando ad adattare i propri modelli organizzativi e processi produttivi alle tecnologie avanzate dell’Industria 4.0. Si va incontro ad un cambiamento culturale profondo, che richiede tempo, ingenti investimenti e un aumento di consapevolezza nei confronti di queste nuove frontiere. Per questo, si può affermare che l’Industria 5.0 sia raggiungibile solo dopo una reale comprensione ed evoluzione verso le tecnologie abilitanti della quarta rivoluzione.

1.2 Il dato digitale

Come emerso dalla precedente analisi sull’Industria 4.0 e sullo scenario moderno, il filo conduttore in un’epoca automatizzata e digitale come quella odierna è il **dato**. I dati digitali sono informazioni digitalizzate, codificate in forma binaria, e possono presentarsi in formato testo, audio o video. Il loro utilizzo è più vantaggioso rispetto a quello dei dati analogici, poiché essi sono facilmente e rapidamente trasmissibili su lunghe distanze mantenendo le proprie caratteristiche originarie. Devono infatti risultare leggibili dai *devices* elettronici che li elaborano, li manipolano e li archiviano, anche in grandi quantità. Oggi, i dati digitali sono necessari per ottimizzare il funzionamento di molteplici settori (come quello sanitario, governativo o manifatturiero), per uno sviluppo in termini di innovazione e per velocizzare i processi produttivi e decisionali. Si distinguono in tre categorie:

1. **Dati strutturati** (*structured data*): generalmente definiti dati quantitativi, sono informazioni organizzate e inserite nell’archivio dati secondo schemi predefiniti e precisi. Si servono di database relazionali (SQL¹⁷), che li organizzano in tabelle con righe e colonne. La struttura e il formato impostato ne permettono un’elaborazione e comprensione facilitata, ideale per l’attività dell’IA e Machine Learning, ma anche di utenti aziendali formati sull’argomento in questione.

¹⁷ SQL: Structured Query Language, linguaggio di programmazione che costituisce tutti i database relazionali, <https://azure.microsoft.com/it-it/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-sql-database>

2. **Dati non strutturati** (*unstructured data*): generalmente definiti dati qualitativi, sono informazioni che non seguono lo stesso modello di impostazione e organizzazione. Si presentano sotto un'ampia varietà di formati (audio, video, immagini, testo) e, dunque, sono spesso misti, in movimento e geograficamente distribuiti¹⁸. Sono archiviati in database non relazionali (NoSQL) e ad oggi rappresentano oltre l'80% dei dati aziendali; per il 95% delle imprese, infatti, l'analisi e gestione di questo tipo di dati sono prioritarie.
3. **Dati semi-strutturati** (*semi-structured data*): rappresentano una via d'incontro tra i due tipi di dati precedentemente espliciti. I dati semi-strutturati sono più complessi dei primi e non seguono un modello predefinito, ma la loro archiviazione è più semplice rispetto ai secondi.

I dati tradizionali sono generalmente strutturati (e relazionali): si tratta di informazioni piuttosto semplici, di dimensioni ridotte e facilmente gestibili da software convenzionati. Essi risultano più facilmente manipolabili e derivano da fonti in ambito aziendale, da software di CRM¹⁹ o ERP²⁰. Diversa è la situazione per i Big Data, la cui maggioranza è *unstructured* e presenta uno schema dinamico; nel sotto capitolo successivo ne verranno analizzate le peculiarità.

Più generalmente, esiste un'ulteriore divisione riguardo i dati digitali: essi si distinguono in interni ed esterni. I **dati interni** sono generati internamente ad un'organizzazione, azienda o realtà attraverso sue operazioni e processi. Essi comprendono: documenti (ad esempio fatture o contratti), informazioni personali degli utenti, dispositivi *smart* che sfruttano l'IoT, informazioni di prodotto, eccetera. I dati interni sono i più monitorati, perché offrono una panoramica sull'andamento e sulle prestazioni aziendali, fornendo indirettamente indicazioni sulla strada decisionale migliore. Essi sono disponibili solo all'azienda e non accessibili da fonti esterne, se non sotto previa autorizzazione; per questo motivo, garantiscono un vantaggio competitivo. Vengono archiviati solitamente in *database* aziendali, sistemi CRM/ERP e sono

¹⁸ IT Impresa, *Differenza tra dati strutturati, semi strutturati e non strutturati*, <https://www.it-impresa.it/blog/dati-strutturati-e-non-strutturati/>

¹⁹ CRM: Customer Relationship Management, software progettato per tenere traccia di ogni interazione con clienti potenziali o già acquisiti, <https://www.salesforce.com/it/learning-centre/crm/what-is-crm/>

²⁰ ERP: Enterprise Resource Planning, software che gestisce le attività quotidiane di business, come ad esempio contabilità, procurement e project management, <https://www.oracle.com/it/erp/what-is-erp/>

essenziali per una migliore comprensione delle dinamiche interne e quelle relative alla propria clientela. I **dati esterni**, al contrario, sono informazioni prodotte da fonti esterne all'azienda. In questo caso, si tratta di dati che derivano sia dagli *stakeholder* che da ambiti di mercato, governativi, sociali e digitali. I dati esterni possono essere disponibili pubblicamente oppure essere acquistati da fornitori specifici; si tratta comunque di informazioni reperibili e non esclusive. Per contestualizzare, alcuni esempi da citare sono: dati provenienti dal web, di geo-localizzazione, provenienti da terze parti (carte di credito), *files* vari. Questi tipi di dati sono ugualmente rilevanti poiché forniscono una visione più generale del proprio settore operativo e del mercato, rivelando le tendenze nascenti e nuove possibilità. Nonostante i diversi utilizzi, il vero valore di queste due tipologie di dati si rivela sfruttandoli insieme, osservando la propria realtà aziendale da protagonisti e da spettatori.

1.3 I Big Data

Il Cambridge Dictionary definisce i **Big Data** come “insiemi di dati molto grandi prodotti da persone che utilizzano Internet e che possono essere archiviati, compresi e utilizzati solo con l'aiuto di strumenti e metodi speciali”²¹. Ampiamente dibattuto ed utilizzato ai giorni nostri, il termine viene menzionato per la prima volta nel 1997 in un articolo di due ricercatori della NASA, Michael Cox e David Ellsworth, relativo alle simulazioni del flusso d'aria intorno agli aerei. In questo documento si sottolineava il così definito “problema dei Big Data”, ovvero la ridotta capacità dei sistemi informatici di fronte alla generazione di enormi quantità di informazioni. Il primo vero progetto che ha coinvolto larghe quantità di dati risale, però, al 1937 con il *Social Security Act* (Legge sulla Sicurezza Sociale) promulgato dal presidente Franklin D. Roosevelt. Fu un piano di raccolta dati richiesto dal governo per monitorare i contributi di 26 milioni di americani e 3 milioni di datori di lavoro, che coinvolse IBM nella realizzazione di lettori di schede perforate per computer. Difatti, l'origine dei Big Data coincide con gli albori dell'informatica (anni '40 e '50 del XX secolo), scienza introduttiva delle logiche di gestione, archiviazione e analisi di grandi quantità di dati.

Il volume non è, però, la sola caratteristica che li distingue dai dati convenzionali. In uno studio del 2001, l'analista Douglas Laney, al tempo vicepresidente e *Service Director*

²¹ Cambridge Dictionary, *Big Data*, <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/big-data>

dell'azienda Meta Group, espose due ulteriori attributi essenziali dei Big Data. Egli aveva definito il modello di crescita di questi dati come “tridimensionale”, poiché essi si espandevano secondo le 3 variabili da lui studiate. Le 3V dei Big Data, teorizzate da Laney, sono: Volume, Velocità e Varietà.

1. **Volume:** si riferisce alla mole imponente di dati, in costante crescita. Si parla di “Big Data” e non più di “dati comuni” quando si ha un minimo di crescita del 50% annuo oppure quando si superano i 50 terabyte²². Oggigiorno questa dimensione viene misurata in zettabyte (10^{21} byte) o in yottabyte (10^{24} byte)²³, poiché gli strumenti e attrezzature tecnologiche disponibili generano una drastica crescita di dati. Essi non possono essere processati tramite database tradizionali, ma necessitano di nuovi strumenti, come piattaforme *cloud* o sistemi di *storage* distribuito. Principali fonti odierne di generazione dati sono: i **social media** (Instagram, Facebook e X), dove immagini, video, testi e contenuti audio originano molteplici informazioni; **e-commerce**, dove anche ogni semplice visualizzazione genera dati; i dispositivi intelligenti che sfruttano l'**IoT** (largamente usati anche in campo medico) e la **ricerca scientifica**.
2. **Velocità:** la generazione, acquisizione e analisi di dati, che avviene in modo molto rapido. Il valore e l'utilità dei dati risiedono nella rapidità con cui possono essere studiati e trasformati in informazioni utili a raggiungere gli obiettivi prefissati. Questa seconda variabile rispecchia alcune realtà comuni, come le attività giornaliere sui social media, in cui la condivisione è istantanea, o le transazioni digitali, sia per acquisti *online* che per trasferimenti fisici di denaro. La Velocità dei Big Data permette alle aziende di condurre analisi in *real-time* e prendere decisioni immediate in base all'orientamento dei dati.
3. **Varietà:** riguarda l'eterogeneità dei dati e delle fonti da gestire. Nonostante la maggioranza dei Big Data sia “non strutturata”, essi contengono generalmente anche dati strutturati e semi- strutturati. Ciò comporta un utilizzo di tecnologie diversificate e più flessibili rispetto agli strumenti tradizionali. In letteratura vengono distinte due categorie di fonti di origine dei dati:

²² BNova, *Cosa sono i Big Data e come vengono utilizzati?*, <https://www.bnova.it/data-science/cosa-sono-i-big-data/>

²³ National Library of Medicine, *Data by Data, Big Data*, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6563174/>

- *Human/User generated*: dati generati da azioni umane, dove l'individuo è protagonista della creazione dell'informazione. Dai contenuti testuali, ai post sui social network, ai movimenti sugli e-commerce, rimangono una risorsa essenziale per le aziende, che studiando i propri consumatori comprendono le loro esigenze e personalizzano le proposte. I volumi di dati in questo caso saranno limitati, ma si troverà un vasto assortimento di risposte e contenuti.
- *Machine generated*: informazioni generate dalle macchine, anche in automatico, senza che ci sia un intervento umano diretto. Al contrario dei precedenti, questi dati presenteranno minor varietà ma grandi volumi. Alcuni esempi possono essere i dati prodotti da dispositivi intelligenti, sensori GPS e dati generati da *smartphone*.

Questi i tre pilastri portanti e fondamentali impreteribili dei Big Data. Il modello originale proposto da Laney venne ulteriormente ampliato negli anni, integrando inizialmente due nuove variabili e, successivamente, numerose altre. Il modello a 5V aggiunge al precedente:

4. **Veridicità**: essenziali sono l'affidabilità, l'accuratezza e l'integrità dei dati, parametri imprescindibili nell'analisi. Qualora si incorra in informazioni non verificate, imprecise o incomplete (come spesso accade per i dati semi-strutturati), è necessario svolgere un lavoro di accertamento e pulizia. Si richiede, in questo caso, il supporto ad azioni di *Data Governance*, per una garanzia di esattezza, sicurezza e attendibilità dei dati.
5. **Valore**: la possibilità di ricavare informazioni valoriali in materia di analisi e nei processi aziendali. Questa caratteristica rimane strettamente legata al volume e alla varietà²⁴: nella raccolta di una grande mole di dati eterogenei è cruciale riuscire ad estrapolare informazioni di valore per il proprio obiettivo finale, studiando un metodo di azione e ponderando le scelte. Si rimanda, dunque, alla qualità dei dati; generalmente, per studiare questo aspetto, si attuano delle soluzioni di *Data Quality*.

²⁴ H. J. Hadi, A. H. Shnain, S. Hadishaheed, A. H. Ahmad, *Big Data And Five V's Characteristics*, 2015, pagina 7, file:///C:/Users/User/Downloads/12-105-142063747116-23.pdf

Il modello a 6V successivamente proposto riporta la caratteristica della **Variabilità**, che si riferisce alla mutevolezza di significato dei dati anche in base al contesto di analisi. Nonostante l'introduzione di sempre nuove variabili al modello originale, le peculiarità imprescindibili dei Big Data rimangono le cinque citate in precedenza, di cui le ultime due aggiunte sono declinazioni.

Uno studio del 2019 condotto da A. De Mauro, M. Greco e M. Grimaldi, *“Understanding Big Data Through a Systematic Literature Review: The ITMI Model”*, ha proposto un modello concettuale per la gestione e l'esame di grandi volumi di dati. Acronimo di Informazione, Tecnologia, Metodi e Impatto, il modello ITMI racchiude le quattro proprietà che inquadrano i Big Data e analizza i *dataset* secondo questi criteri. Ognuno di questi concetti è collegato ad alcuni argomenti (17 in totale) che possono aiutare i ricercatori ad ottenere una panoramica chiara delle conoscenze.

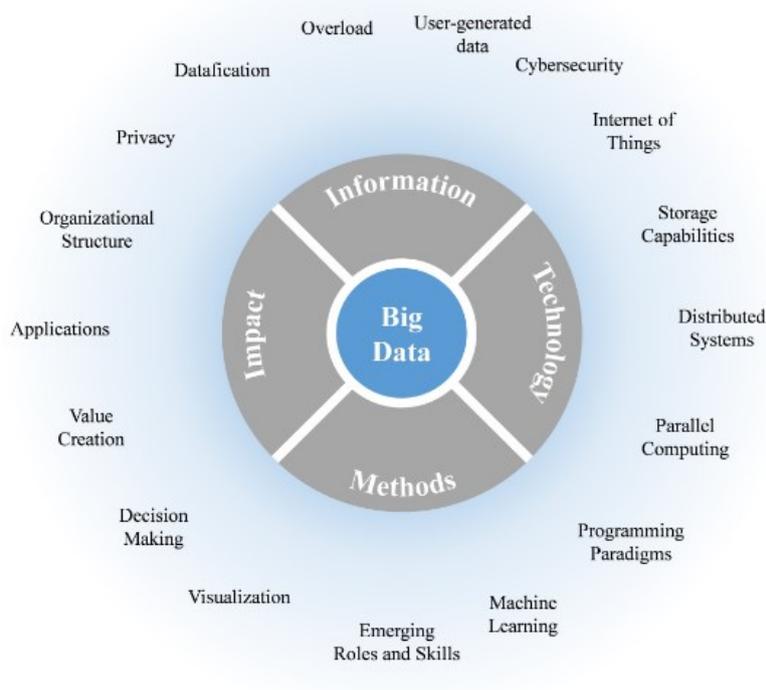


Figura 2: Modello ITMI, <https://www.apogeeonline.com/articoli/5-risposte-su-big-data-per-il-business-andrea-de-mauro/>

1. **Informazione:** come citato nello studio, “il fattore vitale dell'ascesa dei Big Data è stato la crescente disponibilità di informazioni e la loro relativa facilità di

trasferimento e archiviazione”²⁵. Questo criterio fa riferimento alle tre V dei Big Data, che riguardano le loro grandi dimensioni, la velocità con cui vengono generati e la loro disomogeneità.

2. **Tecnologia:** uno dei fattori più impattanti nel successo dei Big Data, grazie alla diffusione di strumenti sempre più prestanti ed economicamente accessibili. Senza questa espansione tecnologica, i Big Data sarebbero rimasti confinati ai centri di calcolo e non avrebbero mai avuto un ruolo all’interno della società e del mercato aziendale. La continua generazione di dati ha implicato la ricerca di nuove metodologie per semplificarne la gestione: una di queste è il *distributed computing* (o calcolo distribuito), una soluzione di divisione del lavoro tra computer. Un esempio noto è sicuramente Hadoop, un *framework open-source* che consente un’elaborazione distribuita dei dati sfruttando più computer connessi tramite rete (detti *cluster*) e speciali modelli di programmazione informatica. Un altro approccio di questo tipo è il *cloud*, che offre soluzioni poco dispendiose di archiviazione di grandi volumi di dati, sfruttando la connessione Internet.
3. **Metodi:** le due caratteristiche sopracitate non hanno valore se non vengono abbinate alla corretta metodologia in termini di analisi. Recente è lo sviluppo di un ambito scientifico multidisciplinare chiamato *data science* (scienza dei dati), una combinazione di statistica, programmazione, matematica, *analytics* avanzati, Intelligenza Artificiale e Machine Learning per ricavare *insight* utili alla propria azienda, oltre a sviluppare modelli di previsione e classificazione. All’interno di questa disciplina, dunque, sono compresi anche i Big Data Analytics, concentrati sulla mera raccolta e sullo studio di *dataset* per estrapolarvi informazioni utili.
4. **Impatto:** riguarda i diversi ambiti di utilizzo dei Big Data, che sono stati rivoluzionari per molteplici settori grazie alla loro flessibilità di applicazione. Dalla sanità alla manifattura, dalla finanza all’intrattenimento, sono risultati essere un valore aggiunto e un enorme vantaggio competitivo per le realtà che hanno scelto di investire e applicarsi in questo ambito.

²⁵ A. De Mauro, M. Greco e M. Grimaldi, *Understanding Big Data Through a Systematic Literature Review: The ITMI Model*, 2019, pagina 11, https://www.researchgate.net/publication/334262532_Understanding_Big_Data_Through_a_Systematic_Literature_Review_The_ITMI_Model

Nel 2024 il mercato globale dei Big Data e Analytics vale 274 miliardi di dollari, con un aumento del 62% rispetto al 2018 (in cui valeva 169 miliardi). Essi presentano un carattere di immediatezza: vengono infatti prodotti 2,5 quintilioni di byte di dati al giorno²⁶. Questo permette un'analisi tempestiva degli stessi, contemporanea alla loro raccolta. Al contrario, i dati tradizionali sono prodotti conseguentemente ad un evento e ciò comporta un'analisi successiva ad esso. La “mole imponente di dati” citata racchiude dettagli preziosi sul comportamento e sull'identità dei consumatori e permette alle aziende di svolgere esami approfonditi su persone, luoghi e cose. Il dato tradizionale, oggi ancora di larga presenza a livello globale, non sarà sostituito, ma esiste ed persisterà secondo alcune condizioni e limiti precedentemente esplicitati. Al contrario, i Big Data si stanno espandendo sempre più in diversi settori del mercato globale, che sta riconoscendo la loro portata rivoluzionaria.

Uno degli ambiti applicativi in cui i Big Data hanno dimostrato un impatto significativo è quello **sanitario**. La crescente domanda e le innumerevoli soluzioni intelligenti hanno portato questo settore a sfruttare enormemente questo tipo di dati; il mercato ha incassato nel 2021 circa 20 miliardi di dollari, con una previsione di crescita del 28,9% ogni anno²⁷. Si stima infatti che potrebbe raggiungere i 79,23 miliardi di dollari entro il 2028. Ciò è dovuto anche agli ingenti investimenti del nord America nelle nuove tecnologie di settore, come cartelle cliniche elettroniche, strumenti per la gestione del personale e delle pratiche. Parte preponderante dei Big Data prodotti in ambito sanitario derivano, appunto, dalle cartelle cliniche elettroniche, diari digitali della storia medica di ciascun individuo, costantemente modificate e aggiornate dal personale. Anche l'utilizzo dell'*Internet of Things* applicato ai dispositivi indossabili, come cerotti intelligenti o *smart watches*, è significativo nella generazione di Big Data e nella proposta al pubblico di nuove soluzioni, adeguate alle problematiche e richieste.

La combinazione tra dati tradizionali e dati più complessi è essenziale per avere un quadro più specifico e preciso di tutti i campi d'interesse. La Big Data Analysis, in questo

²⁶ Exploding Topics, *30+ Incredible Big Data Statistics (2024)*, <https://explodingtopics.com/blog/big-data-stats#top-big-data-stats>
https://www.researchgate.net/publication/334262532_Understanding_Big_Data_Through_a_Systematic_Literature_Review_The_ITMI_Model

²⁷ GlobeNewswire, *Big Data Analytics in Healthcare Market*, <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/02/03/2378153/0/en/Big-Data-Analytics-in-Healthcare-Market-to-Reach-USD-79-23-Billion-by-2028-Powered-by-to-Analyse-Massive-Volume-of-Data-Vantage-Market-Research.html>

ambito, può semplificare e anticipare la diagnosi, identificare le terapie più appropriate e fornire una migliore assistenza grazie ad approfondimenti clinici e una maggior chiarezza. Inoltre, argomento di interesse istituzionale e principale vantaggio dello sfruttamento di dati è la drastica riduzione dei costi: tramite l'analisi è infatti possibile gestire meglio le risorse (per esempio evitando alcuni servizi non necessari), ottimizzare la qualità delle cure e velocizzare sviluppo e produzione di farmaci e prodotti medici. L'utilizzo dei Big Data risulta essere un vantaggio per tutti gli stakeholder: per le istituzioni, per i singoli centri e lavoratori, per i pazienti e consumatori stessi.

La *digital transformation* interessa anche il **settore finanziario e del banking**, altro caso applicativo dei Big Data. Utili per analizzare il comportamento del consumatore e costruire delle proposte personalizzate, i Big Data determinano un punto di svolta anche nel rilevamento di frodi e rischi riguardo dati finanziari, nella costruzione di modelli predittivi (di grande supporto alle istituzioni e agli investitori) e nello studio di mercato, nonché dei relativi trend. Nel 2024 il mercato dei Big Data Analytics nel settore bancario vale 8,58 milioni di dollari, ma si stima il raggiungimento di 24,28 milioni entro il 2029, con un tasso di crescita annuale del 23,11%²⁸.

Il **retail** è uno dei settori in cui lo studio dei Big Data è diventato sempre più comune, per comprendere il consumatore e velocizzare i processi decisionali aziendali. Importante è la raccolta dati da tutti i dispositivi elettronici, in modo da tenere monitorati i movimenti dei clienti, capire le nuove esigenze e l'andamento della domanda. Ciò consentirà di proporre contenuti e offerte sempre più personalizzate, create su misura per ogni individuo in base alle sue preferenze. La comunicazione oggi, nella vendita al dettaglio, è diretta al singolo, che si sente protagonista e fortemente considerato dall'azienda grazie a suggerimenti, sconti e newsletter creati *ad hoc*. La raccolta dei Big Data è utile anche per svolgere una segmentazione della propria clientela e adottare strategie sempre più efficaci al mantenimento dei consumatori esistenti, conducendoli alla fidelizzazione, oltre che all'acquisizione di nuovi. Si agisce in maniera preventiva, anticipando le possibili richieste sulla base dei comportamenti studiati: ciò è vantaggioso in termini economici e di manutenzione. Infine, in questo settore, i dispositivi che utilizzano l'*Internet of Things*

²⁸ Mordor Intelligence, *Big Data Analytics in Banking Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024 - 2029)*, <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/big-data-in-banking-industry>

risultano particolarmente efficaci, dal punto di vista della produzione di una grande mole di dati ma anche del coinvolgimento e della partecipazione del pubblico. Dall'*eye tracking*, ai pagamenti automatici, agli specchi intelligenti, l'IoT ha e ha avuto grandissimo impatto nel miglioramento della *user experience* e della soddisfazione finale. Questo mercato, nel 2024, ha incassato 6,38 miliardi di dollari e si stima che raggiungerà i 16,68 miliardi entro il 2029 (con un tasso di crescita annuale del 21,20%)²⁹.

Il settore **manifatturiero**, come già appurato, ha investito ingenti somme nei Big Data Analytics. Solo in Italia nel 2023 il mercato è cresciuto del 25%³⁰, in linea con quello del *retail* e della Pubblica Amministrazione e Sanità. La raccolta e interpretazione di grandi quantità di dati, l'analisi di KPI e l'estrapolazione di informazioni utili ha permesso di ottimizzare i processi produttivi, migliorare la qualità dei prodotti e ridurre i tempi di fermo. In questo caso, nel 2024 il mercato vale 9,07 miliardi di dollari e si stima raggiungerà i 19,25 miliardi entro il 2029 (con una crescita del 16,24%)³¹.

Altri ambiti in cui l'impatto dei Big Data Analytics è notevole sono: il settore energetico (circa 9 miliardi nel 2024), media e intrattenimento, trasporti, governo e servizi pubblici.

I dati forniti in precedenza riguardo i diversi ambiti di applicazione sono rappresentativi dell'adozione e importanza dei Big Data negli stessi. Questi valori, però, sono influenzati anche da altri fattori, come la dimensione del settore in questione, le sue competenze analitiche e il livello di concorrenza con altri ambiti. Per questo motivo, il settore sanitario presenta valori più elevati rispetto agli altri citati, ma non risulta essere ai primi posti nella classifica dei maggiori ambiti di utilizzo dei Big Data (dove quello di finanza e *banking* rimane in testa). Bisogna tener conto, in questo caso, anche della varietà, specificità e quantità dei dati, oltre che delle tecnologie utilizzate per approfondire

²⁹ Mordor Intelligence, *Big Data Analytics in Retail Market Size*, <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/big-data-analytics-in-retail-marketing-market/market-size>

³⁰ Osservatori.net, *Il mercato italiano dei Big Data vale 2,85 miliardi di euro, +18%*, <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/big-data-italia-mercato>

³¹ Mordor Intelligence, *Big Data Analytics In Manufacturing Market Size*, www.mordorintelligence.com/industry-reports/big-data-analytics-in-retail-marketing-industry/market-size

le informazioni. Gli ambiti finanziario e del *retail* hanno la più alta competitività riguardo l'adottare i Big Data, mentre il settore pubblico e quello sanitario la più bassa³².

1.4 Data Value Chain

Come precedentemente introdotto e illustrato, i Big Data diventano una risorsa preziosa quando creano valore per tutti gli stakeholder coinvolti. Nel 1985, l'economista e ricercatore statunitense Michael Porter definì la *value chain*, nel campo della gestione aziendale, come “uno strumento di supporto alle decisioni per modellare la catena di attività che un'organizzazione svolge per fornire un prodotto o un servizio di valore al mercato”³³. Solo nel 1995, in un articolo intitolato “*Exploiting the Virtual Value Chain*”³⁴, Rayport e Sviokla della Harvard Business School hanno introdotto questo concetto in ambito digitale. La *Virtual Value Chain* rappresenta un'evoluzione della tradizionale catena di valore, in cui vengono incluse nuove tecnologie e attività online come parte integrante del valore aziendale. Rayport e Sviokla sono stati i primi, difatti, ad applicare le logiche della catena di valore ai sistemi informativi e alle attività digitali, riconoscendo l'importante potenza di queste nuove soluzioni nel futuro delle imprese. Nella *Data Value Chain*, concetto discusso da diversi ricercatori, i dati sono concepiti come materia prima per l'azienda e vengono estrapolati dai flussi informativi secondo quattro passaggi chiave (ognuno conseguente al precedente):

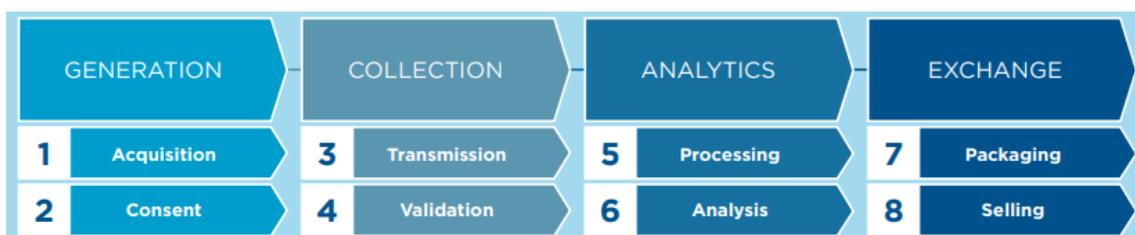


Figura 3: Struttura della Data Value Chain, https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/public-policy/wp-content/uploads/2018/06/GSMA_Data_Value_Chain_June_2018.pdf

³² DASCA, *Big Data Value Potential*, <https://www.dasca.org/world-of-data-science/article/big-data-value-potential>

³³ M. Porter, *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, 1985, pagina 30

³⁴ Harvard Business Review, *Exploiting the Virtual Value Chain*, <https://hbr.org/1995/11/exploiting-the-virtual-value-chain>

1. Generazione (*Generation*)

Punto di partenza della catena di valore dei dati, la fase della generazione consiste nell'acquisire informazioni in formato digitale. Essa comprende due sottocategorie: l'acquisizione e il consenso. Inizialmente, i dati vengono acquisiti sia da fonti interne che esterne all'azienda e possono essere generati da umani (attivamente o passivamente) oppure da sistemi/macchinari/sensori. Da una qualsiasi azione digitale dell'utente possono essere estrapolate molteplici informazioni: ad esempio, si possono ottenere molti dati sull'individuo che vanno oltre il semplice post, come la geo-localizzazione o le interazioni passate. Oltre ai dati prodotti dai social media, le transazioni, i sensori e dispositivi intelligenti, i macchinari di ricerca scientifica e molte altre fonti generano quotidianamente grandi quantità di Big Data in *real-time*. Ciò determina un enorme vantaggio competitivo, in quanto maggiori sono i dati generati e acquisiti, maggiori sono i dettagli che si reperiscono in un determinato ambito, necessari per direzionare adeguatamente le proprie strategie di marketing e comunicazione. Il consenso, invece, riguarda l'autorizzazione al trattamento dei dati che deve essere fornita al *provider* dei servizi. Questo può avvenire, ad esempio, tramite l'ottenimento del consenso esplicito dell'utente oppure tramite l'adempimento di doveri sanciti da un contratto tra le parti.

2. Raccolta (*Collection*)

In questa seconda fase, i dati vengono raccolti (in base alla rilevanza), validati (in base alla conformità con la richiesta) e archiviati (per la *data analysis*). È necessario un processo di scrematura, per verificare l'accuratezza dei dati prima di integrarli in un sistema accessibile. Anche in questo caso sono presenti due sottocategorie: la trasmissione e la validazione. La trasmissione dei dati si verifica dal punto di acquisizione a quello di archiviazione, tramite un'infrastruttura di rete³⁵. A tal proposito, vengono spesso utilizzate le reti di telecomunicazioni, i servizi Internet pubblici o le reti dedicate (come le reti WAN a bassa potenza per applicazioni che impiegano l'IoT). Il processo di validazione, invece, riguarda i dati primari, sottoposti periodicamente a una convalida per verificare che non contengano errori e che provengano da fonti certificate e funzionanti.

³⁵ GSMA, *The Data Value Chain*, 2018, pagina 19, https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/public-policy/wp-content/uploads/2018/06/GSMA_Data_Value_Chain_June_2018.pdf

Questi vengono successivamente associati a dati di natura simile o facenti parte della stessa categoria, in modo da estrapolare nuove informazioni e aumentare la portata di quelle esistenti. Infine, si parla anche di una fase di *storage*, ovvero di archiviazione dei dati, in cui si organizzano le informazioni ricevute secondo una logica conveniente per la successiva analisi. Nel concreto, ciò avviene utilizzando *hardware* collocati in *data center* in cui vengono messi a disposizione molti *software* che semplificano l'accesso e la crittografia dei dati. Come già menzionato, oggi l'archiviazione si serve del *cloud*, attraverso cui le informazioni vengono salvate sulla rete e non su dispositivi fisici.

3. Analisi (*Analytics*)

Fase più significativa della catena di valore, la Data Analytics è un processo di interpretazione e comunicazione di *pattern* di dati. In questa, si procede con l'effettivo utilizzo dei dati per ricavarne *insight* e informazioni utili ai propri obiettivi. Vi è un primo periodo di elaborazione (*processing*), che può rivelarsi continuo oppure frammentato in una serie di attività episodiche, in cui si adatta il formato dei dati al fine dell'analisi. Questo passaggio diventa fondamentale in vista delle operazioni di *data mining*, ovvero l'estrazione di informazioni utili da una grande mole di dati grezzi. L'unione di dati simili aiuta a costruire dei *pattern* specifici per periodi di tempo, a dedurre risultati e ad acquisire nuove conoscenze, diminuendo i ritardi di elaborazione. Il *data mining* si serve di algoritmi matematici avanzati per classificare i dati e trovare connessioni tra di essi, tramite previsioni dei risultati e individuazioni automatiche di particolari *pattern*. Questa attività è diffusa, ad esempio, nell'industria del fashion e più ampiamente nell'ambito del *retail*, dove si studiano in modo rapido ed efficiente i comportamenti del consumatore per comprenderne le scelte e direzionare la propria offerta.

Si arriva, poi, al cuore di questo terzo passaggio, ovvero i Big Data Analytics, che si servono di due tecnologie chiave: la Business Intelligence e i Business Analytics. Per Business Intelligence si intende "l'utilizzo dei dati per la gestione operativa quotidiana di un'azienda"³⁶, utile per prendere decisioni guidate. Essa si serve di diversi strumenti *software* e sistemi, come *software* di *data mining*, di *reporting* e fogli di calcolo, per studiare ciò che è accaduto. Infatti, la Business Intelligence comprende:

³⁶ Harvard Business Analytics Program, *Business Intelligence vs. Business Analytics*, <https://analytics.hbs.edu/blog/business-intelligence-vs-business-analytics/>

- **Analisi descrittiva:** rappresenta lo stadio preliminare nell'analisi dei dati; risponde alla domanda “cos'è successo?” e individua dati storici per studiare un evento.
- **Analisi diagnostica:** risponde alla domanda “perché è successo?” ed è conseguente all'analisi descrittiva. Utilizza tecniche di *data discovery* per indagare sull'origine delle cause di un evento³⁷.

I Business Analytics, di contro, sono un insieme di discipline e tecnologie che riguardano maggiormente l'area statistica e si basano sull'utilizzo di strumenti quantitativi per prevedere e anticipare le richieste. Questi comprendono:

- **Analisi predittiva:** risponde alla domanda “cosa potrebbe succedere in futuro?” e si basa su dati storici per svolgere delle previsioni a breve e lungo termine.
- **Analisi prescrittiva:** riguarda l'ambito quantitativo. È la tipologia di analisi più evoluta, che risponde ai quesiti “cosa accadrà?” e “cosa si dovrebbe fare?”. Essa non solo fornisce delle previsioni sul futuro (utilizzando algoritmi e tecnologie di Machine Learning), ma consiglia anche azioni e direzioni da prendere per migliorare la propria performance aziendale e incrementare i profitti.
- **Cyber Analytics:** questo tipo di analisi riguarda la *cybersecurity*, ovvero il controllo e la protezione dei sistemi informatici, la diminuzione dei rischi e minacce, le attività di *data cleaning*³⁸ e molto altro.

4. Scambio (*Exchange*)

Questa la fase conclusiva della *Data Value Chain*, in cui il risultato delle analisi svolte in precedenza viene scambiato con l'*end-user*. Si parla di “scambio” perché l'arrivo all'utilizzatore finale è un punto di partenza, per sfruttare gli stessi dati a tutto tondo, riutilizzarli e riproporli fino al momento in cui la loro utilità viene meno. Inoltre, gli stessi

³⁷ Big Data 4 Innovation, *Analytics big data: cosa sono e come sono usati*, <https://www.bigdata4innovation.it/data-analytics/analytics-big-data-cosa-sono-e-come-sono-usati/>

³⁸ *Data Cleaning*: processo di individuazione e rimozione di errori, incongruenze e duplicazioni dai dati per aumentarne la coerenza e la qualità. <https://www.tibco.com/glossary/what-is-data-cleansing#:~:text=Data%20cleansing%20is%20the%20process,as%20data%20scrubbing%20or%20cleaning.>

dati possono servire nuovamente anche a distanza di tempo, perciò vengono sempre conservati nel caso di utilità futura. In questa fase conclusiva vengono raccolte tutte le informazioni acquisite dalle precedenti analisi per formulare delle considerazioni sul valore generato.

I due stadi che caratterizzano l'ultimo anello della catena sono *packaging* e vendita. La prima è una fase di espansione delle potenzialità e dei risultati dell'analisi, in quanto si "impacchettano" delle informazioni da rendere accessibili all'*end-user*. Importante in questo passaggio è l'uso della tecnologia, che aiuta e migliora la comunicazione degli *insight* attraverso sempre nuove proposte (ad esempio modelli 3D e strumenti visivi). L'ultimo stadio di vendita, infine, riguarda la commercializzazione o l'effettivo utilizzo dei dati. Si tratta della fase conclusiva, in cui si realizza l'effettivo valore delle informazioni precedentemente raccolte e si utilizzano soluzioni tecnologiche per offrire una risposta alla domanda e per adattare le proprie offerte. La vendita comporta tre diversi scenari:

- Nel primo vi è un uso privato dei dati raccolti: l'azienda, infatti, non rende le informazioni fruibili dal pubblico, ma le sfrutta internamente a scopo di miglioramento e rafforzamento delle proprie strategie.
- Nel secondo vi è l'effettiva commercializzazione di dati e *insight*, continua o sporadica. Viene definito "*trading in*".
- Nel terzo, denominato "*trading on*", non avviene la vendita diretta dei dati, ma si ha una creazione di servizi ad hoc sulla base degli *insight* raccolti (ad esempio la pubblicità mirata).

Seguire la *Data Value Chain* è estremamente vantaggioso per i diversi segmenti industriali, che adottano sempre più modelli e approcci *data-driven*, con l'obiettivo di crescere, evolvere e migliorarsi.

1.5 Approccio operativo e decisioni *data-driven*

Oggi, uno dei fattori determinanti per il successo imprenditoriale di aziende, organizzazioni e piccoli business è avere le giuste competenze in ambito di analisi dei Big Data e saper utilizzare le informazioni raccolte a proprio vantaggio. Sfruttare i dati permette alle diverse realtà aziendali di stabilire orientamenti strategici basati su fatti

concreti e oggettivi. Il processo decisionale non è più guidato da superficiali studi sugli acquisti del consumatore, ma si fonda su dettagli rilevati dai più rapidi movimenti digitali, dallo studio dei focus di attenzione e del mutamento sociale, dai tempi di risposta e molto altro.

Un approccio aziendale che è “determinato o dipendente dalla raccolta o analisi dei dati”³⁹ è definito come “*data-driven*” (guidato dai dati). Un’azienda *data-driven* crede che una delle colonne portanti del proprio business sia lo studio e la gestione dei dati; essa non è infatti un’aggiunta marginale, ma un passo fondamentale nei processi di sviluppo interni. Un approccio fattuale, che supera le intuizioni soggettive e l’esperienza personale, concentrandosi su prove effettive e reali per prendere decisioni strategiche (*data-driven decision making*). Si parla, dunque, di *data-driven company* o *organisation*, realtà che svolgono diverse azioni per raccogliere dati da studiare, come presentare sondaggi ai clienti in modo da riconoscere le tendenze di mercato e le nuove necessità, lanciare un nuovo prodotto per osservare le risposte del pubblico o svolgere test sui consumatori per valutare l’andamento del prodotto e rilevare eventuali problematiche⁴⁰.

Un’indagine condotta da PwC nel 2016 (“*Big Decisions*” - *Global Data and Analytics Survey*) rivela che le aziende che sfruttano i dati per indirizzare le proprie decisioni strategiche hanno 3 volte più probabilità di arrivare ad un successo a lungo termine rispetto a quelle che non considerano le potenzialità dei Big Data. Inoltre, la prima tipologia di aziende tende ad avere aspettative di prestazioni finanziarie superiori, riuscendo a costruire un rapporto di fiducia con un ampio pubblico: ciò avviene perché esse si impegnano ad essere trasparenti nei processi, si mostrano altamente competenti e lo dimostrano con i risultati, si adattano e prendono a cuore la *customer satisfaction*. Infatti, secondo il McKinsey Global Institute, le aziende *data-driven* hanno 23 volte più probabilità di migliorare l’acquisizione dei clienti (in quanto essi vengono raggiunti con metodi più strategici), 19 volte più probabilità di raggiungere una redditività superiore alla media e 9 volte più probabilità di fidelizzare i consumatori (attraverso strategie di personalizzazione). È fondamentale, dunque, costruire e interiorizzare una strategia *data-driven*, per raggiungere un vantaggio competitivo internazionale. Come riportato da

³⁹ Oxford Languages

⁴⁰ Harvard Business School, *The advantages of data-driven decision making*, <https://online.hbs.edu/blog/post/data-driven-decision-making>

Statista, nel 2020 i principali Paesi che utilizzavano un approccio guidato dai dati erano gli Stati Uniti (77%), Germania e Regno Unito (entrambi 69%); gli ultimi posti erano riservati a India (34%), Spagna (30%) e Italia (26%) (Figura 4).

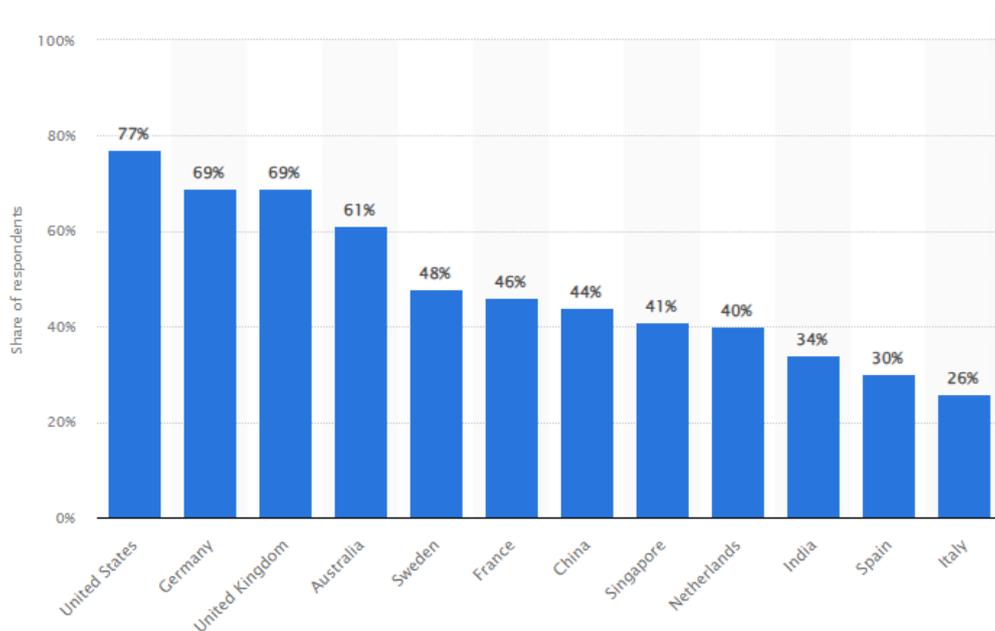


Figura 4: Data-driven decision-making nelle organizzazioni mondiali suddivise per paesi (2020), <https://www.statista.com/statistics/1235448/worldwide-data-driven-decision-making-organizations-by-country/>

A distanza di qualche anno, la situazione non si discosta di molto, con USA e Germania sempre ai primi posti come Paesi “*data leader*”. La posizione dell’Italia in merito, invece, deriva da una difficoltà a sviluppare le competenze informatiche necessarie a sostenere questo tipo di modello (secondo il 51% delle aziende italiane⁴¹) e a definire delle strategie d’uso dei dati (secondo il 46%). Le intenzioni verso il cambiamento sono presenti: nel 2023, infatti, quasi la totalità delle aziende sul territorio italiano ha espresso l’intenzione di investire circa un milione di euro in soluzioni *data-driven*. Ad oggi, però, nonostante la maggioranza abbia compreso quanti benefici possa portare un approccio simile, solo il 20% delle aziende ha completato il percorso. Il 40% è a percorso avviato, mentre il 25% si trova in una fase preliminare ma è orientata in quella direzione; vi è ancora un 15% che è scoraggiato dalle difficoltà e dalla portata

⁴¹ Corriere Comunicazioni, *Data-driven strategy, il 30% delle aziende italiane investirà fra i 3 e i 9 milioni*, <https://www.corrierecomunicazioni.it/digital-economy/data-driven-strategy-il-30-delle-aziende-italiane-investira-fra-i-3-e-i-9-milioni/>

innovativa delle nuove tecnologie oppure che non la considera coerente con il proprio business⁴². Lo studio di riferimento, “*Data Management Survey. La trasformazione data-driven delle aziende italiane*”, condotto da Denodo nel 2023 con IKN Italy, ha confrontato i risultati ottenuti con quelli di un altro esame del 2021. Da questa comparazione è emerso come in Italia le aziende che hanno effettivamente concluso il percorso verso il *data-driven approach* siano passate dal 17% al 20%, percentuale esigua in termini di sviluppo tecnologico industriale ma promettente.

In questo contesto, viene spesso nominato anche il *data-driven marketing*, ovvero “il processo di definizione, sviluppo e automazione delle iniziative verso il cliente, partendo dai dati raccolti (...) e veicolando contenuti *ad hoc* su specifici canali gestiti in maniera integrata”⁴³. Si tratta di una tipologia di marketing in cui ogni iniziativa è orientata verso i dati, in un percorso fluido e fortemente omnicanale. L’**omnicanalità** (o *omnichannel*), dal latino *omnis, omne*, “tutto”, è “l’insieme delle strategie di vendita basate sull’integrazione di esperienze digitali e fisiche”⁴⁴. Una vera e propria strategia aziendale che propone un *customer journey* senza soluzione di continuità, in cui ogni canale sfruttato risulta interconnesso agli altri in modo fluido e coerente. Tutti i *touchpoint* sono gestiti sinergicamente dall’azienda, per garantire un’interazione continua con il cliente e una conseguente soddisfazione. I Big Data sono nuovamente protagonisti di questo scenario e collegano l’online, i negozi fisici e i *devices* mobili con un continuo aggiornamento.

Il *data-driven marketing* ha preso piede negli anni grazie a molteplici cambiamenti, che riguardano principalmente l’*end-user*, il suo percorso d’acquisto e, ovviamente, le basi dati⁴⁵. Il consumatore, oggi, è estremamente informato, amante del confronto d’offerta, altamente esigente e consapevole. Desidera esperienze personalizzate

⁴² Impresa City, *Denodo: in Italia più consapevolezza sulla trasformazione Data Driven*, <https://www.impresacity.it/news/31254/denodo-in-italia-piu-consapevolezza-sulla-trasformazione-data-driven.html>

⁴³ Osservatori, *Cos’è il Data-Driven Marketing e perché abilita l’omnicanalità*, https://blog.osservatori.net/it_it/data-driven-marketing-significato

⁴⁴ Accademia della Crusca, *Omnicanalità*, <https://accademiadellacrusca.it/it/parole-nuove/omnicanalit/23542>

⁴⁵ Search Metrics, *Data-driven Marketing*, <https://blog.searchmetrics.com/us/data-driven-marketing-ultimate-guide/#why-did-ddm-evolve>

e connesse, perché scandisce meticolosamente il suo tempo e lo vuole ottimizzare. Per questo, il *data-driven marketing* si divide in tre fasi principali:

1. **Profilazione della *customer base*.** Conoscere i propri consumatori è importante per una buona riuscita aziendale; per questo è necessaria una raccolta costante di dati durante tutte le tappe del *customer journey*. La collezione di dati rimanda ad una strategia fortemente omnicanale, utilizzata in questo settore e già nominata in precedenza, ovvero il CRM (*Customer Relationship Management*). Treccani definisce il concetto come “un insieme di soluzioni gestionali, metodi organizzativi e strumenti informativi che favoriscono il sistema delle relazioni tra un’impresa e i suoi clienti”⁴⁶. Un database clienti utile per raccogliere, coordinare e interpretare informazioni sui consumatori, ottenute da canali eterogenei, con lo scopo di conquistarne la fiducia. Il CRM può comprendere diverse tipologie di dati, più o meno personali, tra cui: dati di contatto (nome, età anagrafica o luogo di residenza), dati commerciali (preferenze d’acquisto o interessi), dati finanziari (ad esempio insoluti), dati di marketing (indirizzo IP, percorso di navigazione o browser utilizzato per la ricerca)⁴⁷. Una volta individuati i dati utili, è necessario gestirli e sfruttarli secondo una *Data Strategy*, che anticipa i bisogni della clientela e offre soluzioni personalizzate in base alle stesse.
2. **Personalizzazione**, che si basa su software di *Content Management Systems*, i cui strumenti si occupano della gestione e sviluppo di contenuti digitali (creati ad hoc per il consumatore). Uno dei CSM più noti e maggiormente utilizzati è Wordpress, utile, ad esempio, per la creazione di siti web o e-commerce. Strumenti ulteriori come il *Product Information Management* aiutano in questa fase la distribuzione di informazioni di prodotto su diversi canali, aggiornandoli costantemente.
3. **Invio delle comunicazione personalizzate** ai destinatari durante tutte le fasi del *customer journey*. Ciò avviene anche tramite strumenti di automazione (*Marketing Automation*), come le piattaforme di invio automatico delle e-mail, in modo da snellire i processi di comunicazione ai diversi target.

⁴⁶ Treccani, *CRM*, https://www.treccani.it/enciclopedia/crm_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/

⁴⁷ Agenda Digitale, *I dati nella strategia CRM omnicanale, usarli bene fa bene al business: come fare*, <https://www.agendadigitale.eu/mercati-digitali/i-dati-nella-strategia-crm-omnicanale-usarli-bene-fa-bene-al-business-come-fare/>

In conclusione, l'approccio *data-driven* può essere di grande aiuto nel processo di miglioramento industriale, nel percorso di massimizzazione della produzione e nella ponderazione delle scelte. Sebbene i benefici di questo modello siano innegabili, la letteratura ha mostrato anche alcune criticità in merito, come la difficoltà di molte aziende a gestire l'enorme quantità di dati prodotta. Inoltre, anche la questione della *privacy* e della sicurezza informatica, che verrà approfondita nei successivi capitoli, è un tema ancora sensibile e controverso.

Numerosi sono gli ostacoli e le sfide che queste nuove frontiere tecnologiche pongono di fronte alle aziende, ma gli sforzi delle stesse per adattarsi agli sviluppi del mercato sono considerevoli e promettenti. Oggi, le realtà che investono nell'analisi dei Big Data e nell'approccio *data-driven* possiedono un valore aggiunto e un vantaggio competitivo notevole.

CAPITOLO 2 – INTELLIGENZA ARTIFICIALE, MACHINE LEARNING E DIGITAL INTERACTIVE ENGAGEMENT

2.1 Intelligenza Artificiale: cenni storici, categorie ed evoluzione

Come anticipato nel Capitolo 1, l'Industria 4.0 ha introdotto differenti tecnologie abilitanti per incrementare la produttività industriale e ottimizzare i processi di creazione e organizzazione. Una tra queste, di estrema rilevanza al giorno d'oggi e in rapida evoluzione, è l'**Intelligenza Artificiale** (anche detta "IA"). L'Intelligenza Artificiale è una branca dell'informatica che rappresenta la "simulazione dell'intelligenza umana da parte di un sistema o di una macchina"⁴⁸. Secondo lo studio "*Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research*", l'IA si pone come obiettivo l'imitazione dei comportamenti umani, dalla percezione all'apprendimento, dal ragionamento alla previsione. L'abilità di queste nuove macchine intelligenti, infatti, si estende al problem-solving, al ragionamento logico e alla comprensione del linguaggio naturale.

Al fine di comprendere interamente i concetti chiave e gli sviluppi odierni di questa tecnologia, è necessario esaminarne le origini e fasi evolutive. Nel 1943, il neurofisiologo Warren McCulloch e il matematico Walter Pitts, entrambi statunitensi, segnarono un primo approccio all'Intelligenza Artificiale, teorizzando un modello di neurone artificiale. Pubblicarono uno studio ("*A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*"⁴⁹) in cui dimostravano che un sistema di neuroni artificiali riuscisse a svolgere compiti e funzioni logiche basilari, fornendo una rappresentazione, sebbene semplificata, del funzionamento di un neurone umano. Come il cervello umano, questo sistema era in grado di apprendere attraverso l'esperienza, i tentativi e gli errori. Il termine "Intelligenza Artificiale" verrà però coniato più avanti da John McCarthy, informatico e matematico statunitense, durante un convegno presso il Dartmouth College nel 1956⁵⁰. In questa occasione, ruolo fondamentale venne ricoperto da Alan Turing, matematico e

⁴⁸ Y. Xu, X. Liu & altri, *Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research*, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8633405/>, pagina 3, Elsevier, 2021

⁴⁹ W. McCulloch e W. Pitts, *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, <https://www.cse.chalmers.se/~coquand/AUTOMATA/mcp.pdf>, Vordenken, 1943

⁵⁰ Internazionale, *La lunga strada dell'intelligenza artificiale*, <https://www.internazionale.it/opinione/annamaria-testa/2023/03/10/storia-intelligenza-artificiale>

logico definito “uno dei padri dell’informatica moderna”. Sebbene avesse già svolto alcuni studi sul concetto di computabilità e calcolabilità negli anni ‘30, fu nel 1950, con la pubblicazione dell’articolo “*Computing Machinery and Intelligence*”⁵¹, che diede una svolta al panorama scientifico e tecnologico. In questo lavoro, egli introdusse il “**Test di Turing**”, secondo cui l’intelligenza di una macchina era definita dall’indistinguibilità del suo comportamento da quello di un essere umano. Il test consisteva nel porre in una stanza un individuo, che iniziava ad interrogare una macchina con alcune domande da remoto; nel caso in cui l’interrogatore non fosse riuscito a dichiarare se stesse interagendo con una macchina o con un essere umano, il sistema veniva definito “intelligente”⁵². Turing aprì per la prima volta il dibattito scientifico sull’Intelligenza Artificiale, che condusse alla nascita di nuovi approcci, come le **reti neurali**. Esse sono un vero e proprio “tentativo di imitare il sistema nervoso biologico, sia per quanto riguarda l’architettura che le strategie di elaborazione delle informazioni”⁵³; come vedremo, porranno le basi per i più avanzati sistemi di IA esistenti.

Ulteriori sviluppi si verificheranno nel 1958, quando lo psicologo statunitense Frank Rosenblatt introdusse il Perceptron, una rete neurale artificiale che, sfruttando le teorie di McCulloch e Pitts, apprendeva autonomamente dai dati e riconosceva le immagini. Un progetto di enorme portata, la cui ricerca venne finanziata dalla marina militare statunitense. Nonostante l’inizio promettente, il Perceptron verrà ritenuto non idoneo a svolgere le attività logiche richieste e a risolvere problemi complessi, disponendo di una sola rete neurale; ciò porterà ad un rallentamento nella ricerca e ad uno scetticismo nei confronti dell’IA per gli anni successivi. Il rapporto ALPAC⁵⁴ del 1966 ne fu una prova: il comitato portò alla luce alcuni limiti dell’Intelligenza Artificiale nell’ambito della traduzione automatica, smorzando l’entusiasmo e le speranze riguardo la ricerca. Per gli Stati Uniti, intenti nella Guerra Fredda in opposizione all’Unione Sovietica, la traduzione automatica dal russo all’inglese sarebbe stata un grande vantaggio strategico, abbandonato a causa degli scarsi risultati. Questo periodo venne definito il

⁵¹ A. M. Turing, *Computing Machinery and Intelligence*, <https://courses.cs.umbc.edu/471/papers/turing.pdf>, Oxford University Press, 1950

⁵² UniverseIT, *Intelligenza artificiale forte e debole: differenze, esempi e vantaggi*, <https://universeit.blog/intelligenza-artificiale-forse-e-debole/>

⁵³ S.S. Udpa, L. Udpa, *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*, <https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/neural-network>, Elsevier, 2001

⁵⁴ ALPAC: Automatic Language Processing Advisory Committee

“Primo Inverno” dell’Intelligenza Artificiale (anni ’70), una fase di forte disillusione e perdita di interesse, ma anche di presa di consapevolezza riguardo le esigenze richieste da tale campo scientifico.

Negli anni ’80 si assistette ad una progressiva ripresa della ricerca: vennero prodotti alcuni **sistemi esperti** in grado di risolvere problematiche complesse con approcci *rule-based* (come la regola “*if-then*”, secondo cui, al verificarsi di una situazione, era necessario procedere con una soluzione preimpostata), come il programma SHRDLU sviluppato da Terry Winograd. Caratteristica peculiare di questo nuovo tipo di IA era la sua capacità di comprensione e utilizzo del linguaggio naturale nell’interazione con l’esterno, nonostante fosse basato su un approccio a regole. Questo decennio fu inoltre contraddistinto dallo studio di algoritmi importanti per lo sviluppo dell’Intelligenza Artificiale, come il “*back-propagation*” del 1986 introdotto da Geoffrey Hinton. Il processo di apprendimento di tale algoritmo si basa sulla retroazione dell’errore, che viene significativamente ridotto data la memorizzazione dei comportamenti sbagliati. Con questa nuova sperimentazione si è ripercorsa la strada delle reti neurali, rese molto più adattabili e flessibili nei confronti dei dati.

Dopo un ulteriore Inverno dell’IA, dettato da nuovi limiti e costi che hanno arrestato l’avanzamento della ricerca, il settore vivrà una rinascita con l’introduzione del Machine Learning e del Deep Learning (oggetto di questo Capitolo). Di seguito, uno schema grafico riassuntivo dei progressi nello studio dell’IA nel tempo.



Figura 5: Evoluzione dell'IA, <https://www.redhotcyber.com/post/storia-dell'intelligenza-artificiale-dagli-anni-50-ai-nostri-giorni/>

L'Intelligenza Artificiale è attualmente una tecnologia cardine nella società moderna, apprezzata e sfruttata per la sua capacità di previsione, di adattamento e di apprendimento costante, oltre che per la sua lungimiranza nel prendere decisioni. Nel 2018, Cognilytica, società di analisi e consulenza specializzata in IA, ha teorizzato 7 pattern⁵⁵ di applicazione dell'Intelligenza Artificiale:

1. **Iper-personalizzazione** (*Hyper-personalization*): il modello utilizza l'IA per celebrare l'unicità di ogni individuo, considerandolo come persona a sé stante e non come componente di una specifica categoria o gruppo. L'iper-personalizzazione riguarda, ad esempio, i consigli automatici di prodotti o servizi da parte di specifiche piattaforme o e-commerce e l'assistenza sanitaria personalizzata. L'IA studia e prende nota di comportamenti, movimenti e dati essenziali di ogni utente, al fine di creare percorsi digitali e ibridi vantaggiosi per ciascuno.
2. **Riconoscimento** (*Recognition*): la capacità dell'IA di identificare elementi all'interno di un contenuto non strutturato, come un testo, un'immagine o un video. Ci si riferisce, ad esempio, all'individuazione di oggetti/immagini, suoni, gesti, dettagli ecc. Questo carattere dell'IA ha rappresentato una svolta epocale in molteplici settori, in primo luogo quello medico-sanitario, di cui parleremo in seguito.
3. **Conversazione e interazione umana** (*Conversation and Human Interaction*): l'IA è capace di interagire con gli individui creando conversazioni naturali e verosimili. La simulazione del comportamento umano mira a migliorare lo scambio uomo-macchina, ridurre i costi e ottimizzare alcuni servizi, come l'assistenza clienti delle aziende che viene gestita o supportata dai chatbot.
4. **Sistemi autonomi** (*Autonomous Systems*): lo scopo di questo modello è di ridurre al minimo i compiti e il lavoro umano, lasciando agire l'IA in modo indipendente.
5. **Analisi predittiva e supporto decisionale** (*Predictive Analytics and Decisions*): uno dei maggiori vantaggi dell'IA è quello di riuscire ad analizzare grandi quantità di dati e aiutare gli individui a prendere delle

⁵⁵ Cognilytica, *The Seven Patterns of AI*, <https://www.cognilytica.com/the-seven-patterns-of-ai/>

decisioni valutate, oltre che a compiere delle analisi predittive. Al fine di migliorare le sue prestazioni in termini di previsioni e processi decisionali nel tempo, l'analisi predittiva richiede specificatamente il contributo dell'apprendimento automatico; si parla, in questo caso, di analisi predittiva "adattiva".

6. **Rilevamento di pattern e anomalie** (*Patterns and Anomalies*): importante per individuare somiglianze e differenze tra elementi e raggruppare i dati in pattern. Ciò permette anche di trovare anomalie e componenti rischiose. Si parla, ad esempio, della correzione di errori e del rilevamento di frodi.
7. **Sistemi basati sugli obiettivi** (*Goal-driven systems*): modello utile per trovare la migliore soluzione ad un problema riscontrato, poiché apprende dall'esperienza e dagli errori.

Questi i diversi pattern di utilizzo dell'IA, spesso utilizzati in combinazione per raggiungere prestazioni ottimali dai sistemi. Ad esempio, nella creazione di un chatbot per gestire l'assistenza clienti di un negozio sarà necessario addestrare l'Intelligenza Artificiale all'interazione umana e naturale, oltre che istruire il sistema a risolvere ogni problema e a personalizzare la conversazione.

Più ampiamente, l'Intelligenza Artificiale è suddivisa in due categorie. Nel 1980, infatti, il filosofo statunitense John Rogers Searle segnò una distinzione tra due paradigmi di IA, da lui stesso definiti Intelligenza Artificiale Forte (*Strong AI*) e Debole (*Weak AI*). L'**Intelligenza Artificiale Forte** o IA generale/profonda è una forma teorica di IA⁵⁶ che ha come obiettivo quello di creare un sistema informatico con un intelletto formato e completo, indistinguibile da quello umano. Per questo, esso dovrebbe funzionare come la mente di un bambino, che apprende dalle esperienze vissute e impara dai propri errori, evolvendo e crescendo la sua conoscenza e le sue capacità nel tempo. L'IA Forte permetterebbe, dunque, di creare un cervello umano digitale, dotato di creatività, logica e giudizio. Si parla di "forma teorica" in quanto, nonostante le numerose ricerche e risultati ottenuti, oggi è ancora un'idea non totalmente concretizzata. Infatti, si contrappongono due scuole di pensiero in merito: da un lato, vi sono studiosi convinti dell'irrealizzabilità di questi sistemi, mentre dall'altro si ha una visione più ottimistica.

⁵⁶ IBM, *What is Strong AI?*, <https://www.ibm.com/topics/strong-ai>

Una convenzione utilizzata per definire una macchina scientificamente “intelligente” è, appunto, il Test di Turing, utilizzato ancora ai giorni nostri.

L’**Intelligenza Artificiale Debole** o *weak AI* si contrappone alla prima poiché è un approccio consapevole delle possibilità e delle limitazioni dell’IA. È “un’intelligenza artificiale non senziente, tipicamente progettata per svolgere un compito ristretto”⁵⁷, come la capacità di riconoscimento facciale di un *device*. Infatti, la si ritiene una mera simulazione del cervello umano, senza coscienza, pensiero critico ed emozioni di alcun genere. Essa non supera le regole imposte dall’essere umano: rimane circoscritta ad un determinato ambito o dominio, essendo istruita solo per esso. Uno degli esempi più noti oggi è l’assistente virtuale Siri di Apple, che utilizza le informazioni ricavate dai database di Internet per rispondere a domande e intrattenere conversazioni, dimostrando apparente umorismo e sarcasmo. Questo avviene se si rispettano una serie di parametri entro cui l’assistente vocale è stata addestrata; al contrario, si incorre in risposte incorrette, fuori tema o non andate a buon fine nel momento in cui si esce dai confini delle sue impostazioni.

La distinzione tra IA Forte e Debole ha suscitato parecchie in ambito scientifico e filosofico, coinvolgendo in primo luogo lo stesso Searle. Quest’ultimo, nell’articolo scientifico “*Minds, Brains, and Programs*”⁵⁸ (1980), si oppose al concetto di Intelligenza Artificiale Forte, confutando l’asserzione secondo cui un computer opportunamente programmato pensa⁵⁹. Nell’articolo citato, Searle afferma che i computer si limitano a manipolare dei simboli a livello sintattico, senza produrre la semantica necessaria al pensiero; infatti, secondo il filosofo, è il cervello umano a detenere le proprietà e competenze che permettono di sviluppare pensiero critico, comprensione e cognizione. Per questo, Searle propose “l’esperimento della **stanza cinese**” per avvalorare la propria tesi e spiegare in modo semplice il funzionamento delle macchine di Intelligenza Artificiale Forte. Il filosofo ipotizzò l’esistenza di una stanza (che rappresenta il sistema di IA) all’interno della quale vi è un uomo che non conosce la lingua cinese e che davanti

⁵⁷ M. Ziyad, *Artificial Intelligence Definition, Ethics and Standards*, https://www.researchgate.net/publication/332548325_Artificial_Intelligence_Definition_Ethics_and_Standards, pagina 5, The British University in Egypt, 2019

⁵⁸ J. Searle, *Minds, brains, and programs*, <https://web-archive.southampton.ac.uk/cogprints.org/7150/1/10.1.1.83.5248.pdf>, Cambridge University Press, 1980

⁵⁹ G. O. Longo, *Nella stanza cinese*, https://mondodigitale.aicanet.net/2012-3/articoli/03_nella_stanza_cinese.pdf, pagina 1, Mimesis Edizioni, 2012

a sé trova due gruppi di fogli: sul primo vi sono degli ideogrammi cinesi, mentre sul secondo alcune indicazioni su come utilizzarli. Fuori dalla stanza vi è una persona che pone delle domande in cinese, a cui l'individuo all'interno deve rispondere utilizzando i caratteri, sulla base delle indicazioni fornite. A chi riceve le risposte sembrerà di interloquire con una persona che sa e comprende il cinese, quando in realtà l'individuo all'interno della stanza non fa che manipolare delle informazioni, per lui senza significato, seguendo le istruzioni ricevute. Dunque, l'individuo possiede la sintassi del cinese ma non la sua semantica; perciò, non la comprende effettivamente. Searle conclude affermando che “la sola manipolazione dei simboli non basta di per sé a garantire l'intelligenza, la percezione, la comprensione, il pensiero (...); poiché i calcolatori sono per loro natura dispositivi per operare sui simboli, la semplice operazione di far girare il programma non è garanzia sufficiente di attività cognitive”. Ciò rivela una contraddizione che si scontra con lo stesso Test di Turing: nel caso della stanza cinese, il test viene superato perché l'individuo esterno alla stanza non riesce a distinguere se le risposte ricevute siano opera di una macchina o di un umano; tuttavia, la persona che produce le risposte non capisce realmente la lingua. Da qui il paradosso espresso da Searle: per quanto l'IA riesca a produrre risposte corrette, non può essere definita “intelligente” a livello umano, poiché alla sintassi non riesce ad aggiungere la semantica, ovvero la profonda comprensione dei significati del linguaggio. Questa è solo una delle criticità sollevate da questa teoria, che ebbe comunque grande riscontro pubblico e diede nascita a obiezioni e repliche eterogenee.

A questa prima distinzione si aggiunse, in tempi più recenti, una seconda categorizzazione. Nel libro “*Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*”⁶⁰, pubblicato nel 2014 dal filosofo e teorico svedese di Oxford Nick Bostrom, vennero introdotte le tre categorie dell'Intelligenza Artificiale: ANI, AGI e ASI. L'**Intelligenza Artificiale Ristretta** o *Artificial Narrow Intelligence* si concentra su uno specifico compito ristretto, con un limitato repertorio di azioni e abilità. Si tratta di sistemi che eccellono nello svolgimento di compiti specifici, come l'IA specializzata nel gioco degli scacchi (DeepBlue di IBM), ma che non hanno la capacità di utilizzare le loro competenze in altri ambiti. Essa viene catalogata come IA debole, di cui abbiamo parlato in precedenza.

⁶⁰ N. Bostrom, *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*, Oxford University Press, 2014

L'**Intelligenza Artificiale Generale** o *Artificial General Intelligence* è, invece, la “rappresentazione delle capacità cognitive umane generalizzate nel software”⁶¹; il suo obiettivo è riuscire a eseguire un qualsiasi compito come un essere umano, cercando di trovare una soluzione anche di fronte a situazioni non familiari. In questo caso, la definizione di AGI è variabile, poiché studiosi di vari settori intendono l'intelligenza umana in modo diverso; ad esempio, gli psicologi la definiscono come capacità di adattarsi e sopravvivere, mentre gli informatici come abilità nel raggiungere i propri obiettivi. In generale, l'AGI viene considerata Intelligenza Artificiale Forte. Sebbene con alcune nuove tecnologie si stia procedendo in questa direzione, l'AGI non ha ancora raggiunto i livelli umani in termini di intelligenza, non tanto culturale, quanto emotiva e di comprensione dei significati impliciti. Un sistema AGI dovrebbe riportare alcune caratteristiche, come:

- Creatività e pensiero astratto: partendo da un codice dato dall'essere umano, l'AGI dovrebbe proporre nuove idee e innovazioni.
- Comprensione del linguaggio naturale (NLU o *Natural Language Understanding*): quest'intelligenza deve essere in grado di capire non solo il significato letterale del testo proposto, ma anche il contesto in cui viene detto, il sarcasmo latente, i giochi di parole ecc.
- Comprensione dei sistemi di credenze, per adattare la propria comunicazione nel rispetto delle diversità e delle tendenze culturali.
- Buon senso, per sviluppare giudizi pensati e prendere decisioni informate in base al contesto.

La terza tipologia introdotta da Bostrom è la **Super Intelligenza Artificiale** (*Artificial Super Intelligence*), sistema futuro ipotetico. Egli definisce l'ASI come “un intelletto che è molto più intelligente dei migliori cervelli umani in praticamente ogni campo, inclusa la creatività scientifica, la saggezza e le abilità sociali”⁶². Questo sistema di Intelligenza Artificiale utilizza un software che supera la portata intellettuale dell'essere umano e offre competenze cognitive più avanzate. Nonostante sia ancora un

⁶¹ TechTarget, *What is artificial general intelligence (AGI)?*, <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/artificial-general-intelligence-AGI>

⁶² Borsa e Finanza, *IA: quali sono i tipi di intelligenza artificiale?*, <https://borsaefinanza.it/tipi-di-intelligenza-artificiale-quali-sono/>

progetto ipotetico, gli sviluppi tecnologici odierni mettono a nostra disposizione alcuni elementi chiave che possono essere anticipazione di questa Super Intelligenza; i nuovi progressi nel campo dell'AGI sono sicuramente un primo passo. Un super computer di questo tipo presenterebbe vantaggi di grandissima portata per lo sviluppo dell'essere umano e della società: un sistema quasi perfetto, disponibile ogni giorno 24h su 24, capace di processare e rispondere a qualsiasi mole di dati in tempi velocissimi. Ciò garantirebbe un processo di *decision-making* completamente rivoluzionato, in cui le migliori soluzioni ai problemi pubblici (sanitari, finanziari, politici ecc.) verrebbero proposte in breve tempo dalle macchine stesse, eliminando ogni margine d'errore e riducendo rischi di ogni genere. L'ASI comporterebbe però anche svariate problematiche: un sistema di questo tipo sarebbe autoconsapevole e, dunque, totalmente in grado di prendere il controllo sociale e causare disordini.

Sviluppare una macchina “più intelligente del cervello umano” è un'idea che solleva diverse criticità e scetticismi da parte di scienziati e studiosi. L'intelligenza umana è il risultato di una serie di processi evolutivi e potrebbe non esserci una rappresentazione fedele o universale. Inoltre, gli studi attualmente a disposizione riguardo il cervello umano presentano ancora aree grigie, perciò, non è possibile riprodurre all'interno di un software dei meccanismi non ancora compresi nella loro interezza. Numerose, poi, sono le tecnologie che dovrebbero essere sviluppate o implementate per arrivare alla creazione di una Super Intelligenza Artificiale; alcune di queste sono⁶³:

- Set di dati e modelli linguistici di grandi dimensioni: l'ASI dovrebbe avere accesso ad enormi volumi di dati, in modo da avere un'ampia e dettagliata conoscenza di ogni settore e linguaggio.
- AI multisensoriale: dovrebbe essere poliedrica e prendere decisioni sulla base dell'analisi e dell'elaborazione di diversi *dataset*, come testi, video, audio e immagini.
- Reti neurali avanzate, che funzionino come il cervello umano.

⁶³ IBM, *Che cos'è la superintelligenza artificiale?*, <https://www.ibm.com/it-it/topics/artificial-superintelligence#:~:text=Che%20cos'%C3%A8%20la%20superintelligenza%20artificiale%3F&text=IBM&text=Mucci%2C%20Cole%20Stryker-,Che%20cos'%C3%A8%20la%20superintelligenza%20artificiale%3F,va%20oltre%20l'intelligenza%20umana>.

- Calcolo evolutivo, secondo cui il sistema utilizza dei metodi algoritmici ispirati ai processi evolutivi, imitando la selezione naturale.

Questi sviluppi tecnologici avanguardistici necessari alla concretizzazione di un'Intelligenza del genere sono, oggi, ancora ipotetici. Tuttavia, esiste attualmente un importante precursore della Super Intelligenza: l'**IA Generativa**, che dimostra quanto la tecnologia si stia raffinando nella comprensione e risposta al linguaggio naturale. Pur non possedendo sensibilità ed emozioni, la sua naturalezza di interazione è essenziale nella costruzione di un'intelligenza tipicamente umana. Nel sottocapitolo successivo entreremo nel merito di questa complessa tecnologia.

Al fine di sviluppare una simulazione dell'intelligenza umana, è necessario programmare una macchina secondo alcune macro aree tipiche del nostro cervello. L'Intelligenza Artificiale, infatti, presenta un *framework* generale (Figura 6) che include intelligenza percettiva, cognitiva e decisionale⁶⁴. L'intelligenza percettiva riguarda le capacità sensoriali del sistema, tipiche di ogni essere umano, come la vista e il tatto. L'intelligenza cognitiva riguarda le capacità legate al ragionamento, alla comprensione e acquisizione di conoscenze. Quella decisionale, infine, riguarda l'utilizzo della scienza dei dati per prendere decisioni ottimali, servendosi delle proprie capacità percettive e cognitive. Per raggiungere questi tre livelli di intelligenza, l'IA segue un preciso strato infrastrutturale, che viene supportato dai dati, da un processo di archiviazione, elaborazione e calcolo, dall'uso di algoritmi di Machine Learning e dalla creazione del *framework* di IA. Lo strato applicativo dell'Intelligenza Artificiale, invece, graficamente rappresentato nella Figura 6, si espande sempre di più e comprende le scienze fondamentali, la produzione industriale, molti aspetti della vita umana, la *governance* sociale e il *cyberspazio*. Ciò dimostra quanto l'IA stia impattando significativamente il nostro quotidiano. Nel 2024, infatti, le dimensioni del mercato dell'Intelligenza Artificiale raggiungono i 184 miliardi di dollari⁶⁵, con un aumento di quasi 50 miliardi rispetto al 2023 (circa 135 miliardi). Si prevede, inoltre, una drastica crescita negli anni a venire, in cui il mercato arriverà agli 826 miliardi di dollari nel 2030.

⁶⁴ Y. Xu, X. Liu & altri, *Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research*, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8633405/>, Elsevier, 2021

⁶⁵ Statista, *Artificial intelligence (AI) market size worldwide from 2020 to 2030*, <https://www.statista.com/forecasts/1474143/global-ai-market-size>

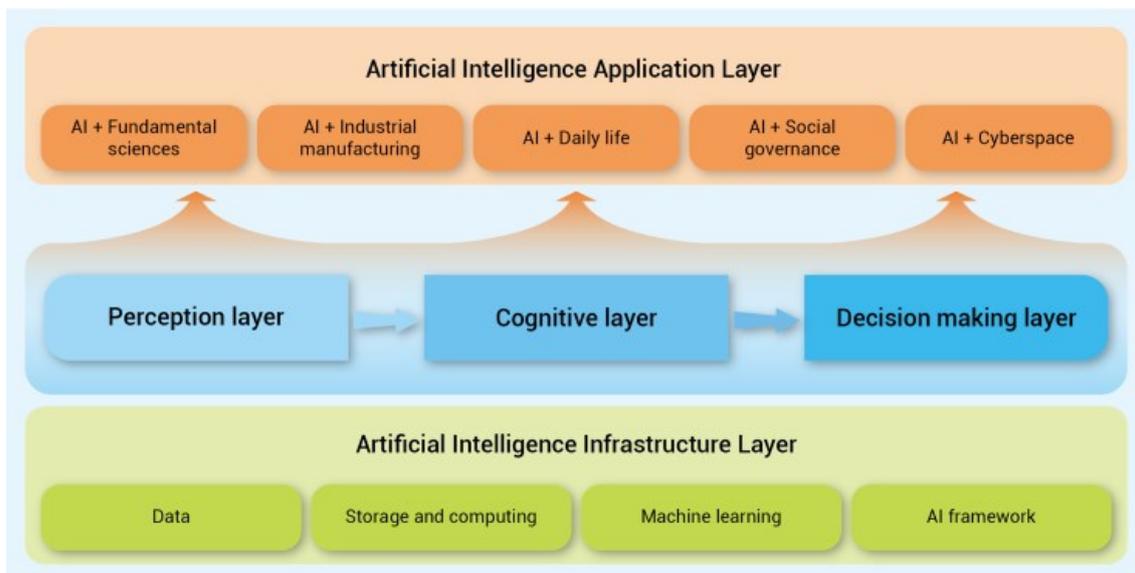


Figura 6: Framework generale dell'Intelligenza Artificiale, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8633405/>

Nei sottocapitoli successivi verranno approfondite le declinazioni, branche e sottocategorie dell'Intelligenza Artificiale, per comprendere appieno questa nuova tecnologia rivoluzionaria e le opportunità che offre.

2.2 Machine Learning e Deep Learning: fondamenti e applicazioni

Il **Machine Learning** (o apprendimento automatico) è una branca dell'Intelligenza Artificiale “basata sull'idea che i sistemi possano imparare dai dati, identificare modelli e prendere decisioni tramite un intervento umano minimo”⁶⁶. Il termine, spesso erroneamente utilizzato come sinonimo di Intelligenza Artificiale, definisce un sottoinsieme dell'IA, la quale comprende altri sistemi e *tools*. Mentre l'IA elabora i dati per fare previsioni e prendere decisioni, il Machine Learning sfrutta questi dati per migliorare la propria intelligenza, senza richiedere ulteriore programmazione⁶⁷. Più i sistemi di Machine Learning vengono utilizzati, migliori sono le loro prestazioni, e più dati gestiscono, maggiore accuratezza offrono nelle risposte; questa tecnologia, infatti, si potenzia tramite l'esperienza.

Il Machine Learning utilizza alcuni algoritmi, divisi in quattro modelli di apprendimento: supervisionato, non supervisionato, semi-supervisionato e per rinforzo.

⁶⁶ SAS, *Machine Learning*, https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/machine-learning.html

⁶⁷ SAP, *Che cos'è il Machine Learning?*, <https://www.sap.com/italy/products/artificial-intelligence/what-is-machine-learning.html>

Ognuno di questi può comprendere più soluzioni algoritmiche, sulla base dei risultati attesi e del *dataset* di riferimento.

1. **ML o apprendimento supervisionato:** oggi la tecnica più utilizzata, in cui un *data scientist* addestra la macchina fornendo specifiche istruzioni basate su esempi. Ogni esempio è associato a una coppia di dati di input e output, dove l'output viene etichettato con il corretto valore di riferimento. Per istruire la macchina sulla differenza tra una mela e una pera verrà inviata una coppia di input con le immagini dei due frutti; l'output sarà il riconoscimento della mela, che verrà preimpostata come risposta corretta. Tramite questi processi, il ML supervisionato inizia a captare differenze, somiglianze e correlazioni, per arrivare a prevedere le risposte in autonomia. È utile per svolgere attività di previsione, in quanto il suo scopo è la classificazione o, appunto, la previsione di un risultato specifico⁶⁸. Inoltre, l'algoritmo tende a regolarsi costantemente nel tempo, al fine di ridurre il più possibile gli errori. Alcuni esempi di ML supervisionato che troviamo e utilizziamo quotidianamente sono: i motori di suggerimento (come quelli di Amazon, che consigliano i prodotti da acquistare) o quelli per classificare le e-mail come “*spam*”; in questo ultimo caso, il sistema viene addestrato per rilevare una serie di parole ed elementi caratteristici delle mail “*spam*” (come la presenza del termine “*free*” o “vinto”, l'assenza di allegati, l'indirizzo del mittente ecc.).
2. **ML o apprendimento non supervisionato:** riflette il metodo di osservazione del mondo dell'essere umano, senza indicazioni e risposte preimpostate. In questo caso, infatti, il sistema non si serve della guida e delle indicazioni di un esperto, ma è autonomo. Non vi è una chiave di risposta e tutte le valutazioni sono in mano al computer, che studia i dati di input privi di etichette e mancanti di output preimpostato, creando collegamenti e schemi. La sua capacità di categorizzazione è simile a quella umana: si basa sull'intuito, sull'esperienza (i dati acquisiti) e si fa aiutare da esempi concreti. Un esempio da citare è sicuramente il riconoscimento facciale.

⁶⁸ T. Jiang, J. L. Gradus, A. J. Rosellini, *Supervised Machine Learning: A Brief Primer*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0005789420300678?via%3Dihub>, pagina 1, Elsevier, 2020

3. **ML o apprendimento semi-supervisionato:** unione dei due modelli precedenti, questo apprendimento utilizza e gestisce dati etichettati e non al fine di costruire sistemi di previsione. In questo modello si parte da quantità ridotte di dati di input etichettati, che devono essere inseriti in *dataset* non etichettati. Esso è una buona soluzione nel caso in cui si abbiano grandi volumi di dati grezzi non strutturati. L'unica istruzione che viene fornita in questo caso riguarda l'analisi dei dati etichettati, utile a rilevare elementi e proprietà correlative applicabili ai dati non etichettati⁶⁹. Un esempio di questo modello può essere l'analisi linguistica.
4. **ML o apprendimento per rinforzo:** in questo quarto modello, il sistema non apprende dai dati che gli vengono forniti, ma dall'interazione con l'ambiente circostante⁷⁰. Non si utilizza quindi una chiave di risposta, ma si fornisce un indizio di partenza. Anche in questo caso non vengono date indicazioni ed è la macchina che deve comprendere attraverso il “**rinforzo**”, una ricompensa costituita da segnale numerico che viene fornita al raggiungimento dell'obiettivo. Essa verrà inserita nell'algoritmo sprovvista di ulteriori indicazioni su come agire: è il sistema, infatti, a doverlo dedurre tramite continue prove ed errori. Secondo i suoi ideatori, Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, informatici canadese e americano, questo tipo di apprendimento è il primo che utilizza l'interazione con l'ambiente per raggiungere determinati obiettivi. Un esempio è lo sviluppo di videogiochi.

Quando si parla di apprendimento automatico, è importante citare una branca molto nota del Machine Learning, il **Deep Learning**. IBM definisce il termine come “un sottoinsieme del Machine Learning che utilizza reti neurali multistrato, chiamate reti neurali profonde, per simulare il complesso potere decisionale del cervello umano”⁷¹. Alcuni sistemi di Deep Learning alimentano molte applicazioni di Intelligenza Artificiale

⁶⁹ SAP, *Che cos'è il Machine Learning?*, <https://www.sap.com/italy/products/artificial-intelligence/what-is-machine-learning.html>

⁷⁰ Big Data 4 Innovation, *Reinforcement learning: cos'è, come funziona ed esempi dell'apprendimento per rinforzo*, <https://www.bigdata4innovation.it/intelligenza-artificiale/reinforcement-learning-cos-come-funziona-ed-esempi-dellapprendimento-per-rinforzo/>

⁷¹ IBM, *What is deep learning?*, <https://www.ibm.com/topics/deep-learning>

presenti nella nostra quotidianità; perciò, è utile comprenderne i meccanismi e le modalità di funzionamento.

Gli algoritmi di Deep Learning sono incentrati sulle reti neurali artificiali, anche denominate ANN (Artificial Neural Network) o SNN (Simulated Neural Network)⁷². Come già accennato in precedenza, la struttura e il funzionamento delle reti neurali mirano a imitare il cervello umano e i suoi neuroni biologici. Esse sono organizzate su diversi strati, dove ognuno di questi ha funzioni specifiche e calcola i valori per quello successivo⁷³. Le reti neurali sono costituite da una serie di nodi interconnessi, chiamati appunto “neuroni”, che collaborano per trarre informazioni dai dati e prendere decisioni. Ogni rete è costituita da un livello di input e uno di output, nel mezzo dei quali vi possono essere più o meno livelli nascosti: il numero di questi definisce una rete neurale come “profonda”⁷⁴, che si contrappone a quelle “semplici” in cui il livello nascosto è uno solo. L’elevato numero di livelli permette di apprendere le informazioni più dettagliatamente e comprendere i dati più complessi, consentendo previsioni e risposte più accurate. I dati grezzi e non strutturati dei livelli dell’input vengono trasferiti ai vari strati nascosti: man mano che si avanza di strato e si restringe la lente di osservazione, l’analisi diventa più complicata. Il livello di output, infine, sulla base delle informazioni ricavate dagli strati nascosti precedenti, sceglie l’etichetta più probabile da affibbiare al dato. Il termine “*deep*”, dunque, rimanda alla profondità delle reti neurali e identifica il Deep Learning come sistema risolutivo di problemi complessi.

L’apprendimento profondo può essere applicato ad ognuno dei quattro modelli di Machine Learning sopracitati. Nell’**apprendimento supervisionato**, il DL viene utilizzato per risolvere problemi complessi, come la classificazione del testo; esso si divide, infatti, in algoritmi di classificazione e regressione.

- **Classificazione:** divide il *dataset* in categorie in base alle caratteristiche dei dati stessi. I modelli di Deep Learning più diffusi in questo tipo di

⁷² BNova, *Reti neurali: cosa sono, come funzionano e le applicazioni*, <https://www.bnova.it/intelligenza-artificiale/reti-neurali/>

⁷³ Osservatori, *Cos'è il Deep Learning: esempi e applicazioni reali*, https://blog.osservatori.net/it_it/deep-learning-significato-esempi-applicazioni

⁷⁴ DataCamp, *What is Deep Learning?*, https://www.datacamp.com/tutorial/tutorial-deep-learning-tutorial?dc_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

apprendimento sono il modello linguistico BERT per classificare il testo e ResNet50 per classificare le immagini.

- **Regressione:** non divide in categorie, ma apprende dagli input e output per fare previsioni sui risultati. Questo algoritmo viene infatti utilizzato per svolgere analisi predittive, come quelle sulle performance del mercato azionario. Un esempio sono le LSTM o *Long Short-Term Memory*, un tipo di RNN capace di lavorare su dati sequenziali e memorizzare informazioni per lunghi periodi.

Nell'**apprendimento non supervisionato**, il Deep Learning riesce a captare alcuni pattern nascosti senza servirsi dell'aiuto umano. Esso viene utilizzato, in questo caso, nei motori di raccomandazione di cui si servono piattaforme come Netflix o Spotify, che sulla base dei movimenti e delle preferenze degli utenti consigliano nuovi contenuti. Questo tipo di apprendimento procede a raggruppamenti di dati in cluster (viene infatti anche definito *clustering*) in base a caratteristiche simili. L'algoritmo di Deep Learning più utilizzato in questo caso è il Clustering Deep Embedded.

Nell'**apprendimento semi-supervisionato**, invece, il DL utilizza i termini di perdita⁷⁵ (o *loss function*) per valutare quanto le previsioni si discostano dai dati etichettati utilizzati in questo modello. Inoltre, i dati non etichettati servono al sistema per migliorare l'apprendimento.

Infine, è doveroso soffermarsi sulla differenza tra apprendimento profondo (Deep Learning) e **apprendimento per rinforzo**, funzioni distinte ma che all'occorrenza possono coesistere. In generale si può dire che, mentre il Deep Learning utilizza dati forniti, il *Reinforcement Learning* agisce per tentativi ed errori⁷⁶. Il DL, inoltre, riguarda funzioni di riconoscimento, al contrario del secondo che, per apprendere, interagisce con l'ambiente circostante. Il Deep Learning, dunque, è uno dei vari metodi utilizzati dal Machine Learning; l'apprendimento per rinforzo è, di contro, uno dei suoi quattro paradigmi basilari. I due, però, non si escludono a vicenda: è possibile, infatti, utilizzare il Deep Learning all'interno di un sistema di *Reinforcement Learning*, creando quello che

⁷⁵ IBM, *Cosa è l'apprendimento supervisionato?*, <https://www.ibm.com/it-it/topics/semi-supervised-learning>

⁷⁶ Informatica e Ingegneria Online, *Differenza tra apprendimento profondo e apprendimento per rinforzo*, <https://vitolvechia.altervista.org/differenza-tra-apprendimento-profondo-e-apprendimento-per-rinforzo/>

viene definito *Deep Reinforcement Learning*⁷⁷. Segue una rappresentazione visiva delle categorie finora descritte.

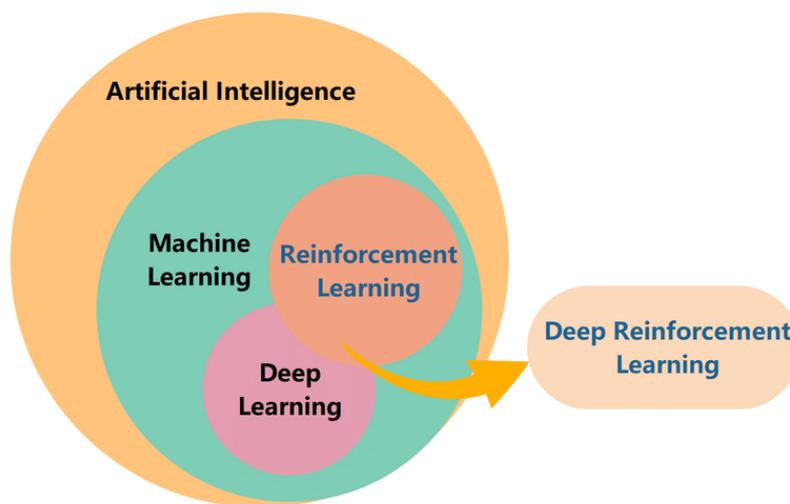


Figura 7: Relazione tra IA, ML, DL, RL e DRL,
https://www.researchgate.net/figure/The-relationship-between-AI-ML-RL-DL-and-DRL_fig3_340218250

Il Deep Learning è estremamente vantaggioso per le possibilità che offre: riesce infatti a gestire grandi quantità di dati non strutturati con notevole precisione. Per questo, il Machine Learning e i suoi algoritmi di DL sono utilizzati in svariati ambiti, uno dei quali è quello medico-sanitario. Importanti progressi dell'Intelligenza Artificiale e del Deep Learning sono stati raggiunti in diversi settori incentrati sull'analisi di immagini, come la dermatologia, la radiologia e l'oftalmologia (o oculistica)⁷⁸. Quest'ultima, in particolare, che si occupa dello studio, diagnosi e terapia dell'apparato visivo, è una branca della medicina in cui ML e DL hanno trovato grande sviluppo.

L'oftalmologia, come anticipato, ruota attorno all'utilizzo di metodi di *imaging*, ovvero la "produzione e documentazione di immagini di carattere scientifico, specialmente a scopo diagnostico"⁷⁹. In questo settore, l'analisi delle immagini è

⁷⁷ Forbes, *Artificial Intelligence: What's The Difference Between Deep Learning And Reinforcement Learning?*, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/10/22/artificial-intelligence-whats-the-difference-between-deep-learning-and-reinforcement-learning/>

⁷⁸ D. S.W. Tinga, L Peng e altri, *Deep learning in ophthalmology: The technical and clinical considerations*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350946218300909>, pagina 1, Elsevier, 2019

⁷⁹ Oxford Languages

solitamente appannaggio dell'oculista, ma gli sviluppi tecnologici odierni l'hanno resa possibile anche ai meccanismi di Deep Learning. L'articolo "*Prediction of cardiovascular risk factors from retinal fundus photographs via deep learning*"⁸⁰ del 2018, a cui hanno collaborato ricercatori dell'Università di Stanford e alcuni ingegneri di Google, ha valutato le potenzialità del Deep Learning in termini di analisi di un'immagine oculistica e di rilevazione di dettagli. Dalla retinografia a colori del fondo di un occhio, l'algoritmo di Intelligenza Artificiale utilizzato dagli studiosi ha individuato nuovi fattori di rischio cardiovascolare rispetto alla diagnosi dell'oculista: il genere, l'età, la pressione sanguigna, l'indice di massa corporea e l'abitudine al fumo. L'algoritmo, infatti, studiando alcune particolari caratteristiche anatomiche su cui è stato addestrato, riesce a fare previsioni e suggerire nuove piste di diagnosi. La ricerca ha anche affermato che esso sia stato capace di rilevare, solo dall'immagine retinica, l'incidenza di un ictus ischemico o infarto miocardico a 5 anni⁸¹. Ulteriori studi sull'utilizzo del Deep Learning in questo settore hanno dimostrato la sua accuratezza nel rilevare disturbi come glaucoma, malattie della retina (come la retinopatia diabetica), errori refrattivi e molti altri. La diagnostica strumentale sfrutta, infatti, algoritmi di ML e DL per individuare alcune differenze tra tessuti spesso impercettibili ad occhio nudo⁸²; ciò consente, come visto, di rilevare patologie e potenziali rischi per la salute. Questo supporto tecnologico è una risorsa preziosa, in un momento storico caratterizzato da un invecchiamento globale e da un rapido aumento di disturbi cronico-degenerativi anche legati alla vista. Nell'oftalmologia, come nell'ambito sanitario più ampiamente, sono sempre più richiesti sistemi di questo tipo, al fine di potenziare l'efficienza e la sicurezza delle cure.

Nel contesto della diagnostica per immagini, però, emerge il problema della "scatola nera" o "*black box*". Questa problematica interessa le reti neurali profonde e riguarda ciò che accade nel "cervello" del sistema di Deep Learning. Le reti, abituate a gestire grandi volumi di dati che ne migliorano costantemente il funzionamento e la resa, presentano strutture talmente complesse da comportare delle *black box*, rendendo

⁸⁰ Poplin, R., Varadarajan, A.V., Blumer, K. e altri, *Prediction of cardiovascular risk factors from retinal fundus photographs via deep learning*, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31015713/>, Nature Publishing Group, 2018

⁸¹ Occhiocapolavoro, *L'Intelligenza Artificiale in oftalmologia*, <https://www.occhiocapolavoro.it/lintelligenza-artificiale-in-oftalmologia/>

⁸² Tech4Future, *Explainable AI: cos'è, quali sono i principi e gli esempi*, <https://tech4future.info/explainable-ai-cose-principi-esempi/>

impossibile conoscere i precisi meccanismi che conducono a specifiche risposte. Queste ultime sono infatti risultato di continui miglioramenti di parametri, dati dalle interconnessioni tra i neuroni delle reti, e sono impossibili da sviscerare se non tramite analisi ultra specialistiche⁸³. In tutti i settori, ma in quello medico-sanitario in primis, è richiesta grande responsabilità (“*accountability*”) da parte dei professionisti, poiché le decisioni cliniche devono essere giustificabili e trasparenti. Per far fronte a questa problematica, si sta diffondendo il concetto di **Explainable AI** (XAI), di cui IBM dà una definizione: “l’Intelligenza Artificiale Spiegabile è un insieme di processi e metodi che consente agli utenti umani di comprendere e fidarsi dei risultati e degli output creati dagli algoritmi di apprendimento automatico”⁸⁴. Non è da sottovalutare, infatti, l’importanza di chiarire i passaggi e i processi sviluppati all’interno delle scatole nere di dati, al fine di poter comprendere il perché delle decisioni prese, riporre fiducia negli stessi e incrementare il loro utilizzo. L’IA spiegabile, oggetto di investimenti sempre più ingenti, è un fenomeno molto vantaggioso per i suoi utilizzatori fedeli: un report di Forrester del 2020 (“*Explaining Explainable AI*”) afferma che questo tipo di Intelligenza Artificiale riduca il tempo impiegato al monitoraggio del modello dal 35% al 50%, aumenti fino a 8 volte i modelli in produzione e una precisione del modello dal 15% al 30%; questo per un incremento dei profitti che può arrivare a triplicare⁸⁵.

L’Explainable AI è generalmente considerata un pilastro dell’Intelligenza Artificiale Responsabile (RAI): infatti, il bisogno di sviluppare dei sistemi di AI che portino beneficio e alleggeriscano i lavori e la quotidianità degli esseri umani ha condotto alla nascita di un’intelligenza responsabile. La RAI richiede lo sviluppo di un’Intelligenza che sia etica, corretta e trasparente, che rispetti valori aziendali, normative di privacy e culture. Essa si fonda su sei principi fondamentali, legati, come vedremo, alla XAI: Correttezza (*Fairness*), Robustezza (*Robustness*), Trasparenza e Spiegabilità (*Transparency and Explainability*), Responsabilità (*Accountability*), Privacy e Sicurezza

⁸³ Agenda Digitale, *Deep learning e Sanità, tutte le incognite della “scatola nera” della AI*, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/deep-learning-e-sanita-tutte-le-incognite-della-scatola-nera-della-ai/>

⁸⁴ IBM, *What is explainable AI?*, [https://www.ibm.com/topics/explainable-ai#:~:text=Explainable%20artificial%20intelligence%20\(XAI\)%20is,expected%20impact%20and%20potential%20biases.](https://www.ibm.com/topics/explainable-ai#:~:text=Explainable%20artificial%20intelligence%20(XAI)%20is,expected%20impact%20and%20potential%20biases.)

⁸⁵ Tech4Future, *Explainable AI: cos’è, quali sono i principi e gli esempi*, <https://tech4future.info/explainable-ai-cose-principi-esempi/>

(Safety). L'Explainable AI, secondo lo studio “*Explainable AI is Responsible AI: How Explainability Creates Trustworthy and Socially Responsible Artificial Intelligence*”⁸⁶, non può essere considerata un pilastro della RAI, poiché la spiegabilità ha un fortissimo peso e impatto sulla sua stessa identità. Lo studio afferma, infatti, come la XAI dovrebbe essere considerata il fondamento della RAI, il perno su cui si fondano i sei pilastri precedentemente elencati. La spiegabilità abilita, dunque, la responsabilità dell'Intelligenza Artificiale; di seguito ne vengono espresse le modalità:

- Per raggiungere la correttezza dei sistemi AI, gli sviluppatori dovranno identificare eventuali bias e discriminazioni. Le tecniche della XAI sono particolarmente adatte a rilevare pregiudizi, sia a livello locale che globale.
- Per raggiungere la robustezza, la spiegabilità è essenziale, al fine di comprendere la coerenza o la mancanza di essa tra il comportamento di un modello ed input simili. Inoltre, la XAI permette una solida protezione contro eventuali attacchi avversari.
- La trasparenza è una delle caratteristiche essenziali della XAI e, dunque, della RAI. L'Explainable AI si impegna a svelare i contenuti delle *black boxes* e ad operare in completa onestà e chiarezza. Per fare ciò, è necessario che i meccanismi delle scatole nere vengano resi comprensibili e interpretabili dagli utilizzatori del sistema; questo può riguardare, ad esempio, i passaggi che hanno portato la macchina a prendere una specifica decisione.
- Per quanto riguarda la responsabilità, principio strettamente legato alla trasparenza, è importante che ogni decisione presa dall'IA venga giustificata e sia, appunto, spiegabile. Ciò permette di svolgere i controlli adeguati.
- La privacy è un pilastro fondamentale nello sviluppo e nelle azioni dei sistemi di IA e, più in particolare, di DL. È spesso in contrasto con il dovere di trasparenza e risulta essere un aspetto controverso, oltre che una sfida a cui questi sistemi devono far fronte. I metodi di Intelligenza

⁸⁶ S. Baker, W. Xiang, *Explainable AI is Responsible AI: How Explainability Creates Trustworthy and Socially Responsible Artificial Intelligence*, https://www.researchgate.net/publication/376412417_Explainable_AI_is_Responsible_AI_How_Explainability_Creates_Trustworthy_and_Socially_Responsible_Artificial_Intelligence, pagina 2-3, ACM, 2023

Artificiale classici sono adeguatamente rispettosi della privacy e non rivelano dati sensibili; al contrario, numerosi studi hanno evidenziato come gli attacchi ai modelli di Explainable AI siano più efficaci nel violare la privacy, ricostruendo e duplicando più facilmente i modelli. Tuttavia, oggi, i metodi utilizzati garantiscono chiarezza e spiegabilità pur tutelando la privacy e senza compromettere gli altri cinque pilastri RAI.

- Infine, la sicurezza è uno dei principi maggiormente pesati quando si parla di Intelligenza Artificiale, dall'assistenza sanitaria sino alla guida automatica. La trasparenza sui processi di funzionamento aiuta l'Explainable AI a rilevare anche potenziali rischi per la sicurezza e l'incolumità degli individui.

L'Intelligenza Artificiale e le sue declinazioni, dunque, stanno offrendo sempre più supporto e sicurezza al lavoro umano, ampliandone le possibilità e migliorandone i processi. Il suo metodo di analisi dei dati e di apprendimento autonomo, capace di elaborare nuove risposte, sta cambiando le carte in tavola in molteplici settori.

2.3 Natural Language Processing e IA Generativa

Si è in precedenza menzionata l'intenzione e la capacità dell'Intelligenza Artificiale di riprodurre il linguaggio naturale dell'essere umano. È necessario, quindi, introdurre l'NLP, il *Natural Language Processing* o elaborazione del linguaggio naturale. Si tratta di un'ulteriore sottocategoria dell'Intelligenza Artificiale che riguarda “come i computer comprendono, elaborano e manipolano i linguaggi umani”⁸⁷. L'NLP si occupa, ad esempio, di tradurre testi in altre lingue, individuare e correggere errori, comprendere e interpretare il significato letterale e intrinseco del discorso, riconoscere specifici modelli e pattern nel linguaggio umano. Esso si serve di tecniche specifiche come il *text mining*, il Machine Learning e le reti neurali.

L'NLP differisce dal ML per il tipo di dati che gestisce: mentre il primo processa dati testuali non strutturati, il secondo necessita set di dati ben strutturati. Questa tecnologia permette svariate attività, come:

⁸⁷ National Library of Medicine, *Natural Language Processing*, <https://www.nlm.gov/guides/data-glossary/natural-language-processing>

- **Text analysis/mining**, analisi del testo in cui l’NLP riesce a identificare alcuni elementi e parole chiave;
- **Text classification**, classificazione del testo successiva alla sua interpretazione (ad esempio per lo *spam*);
- **Language translation**, traduzione del testo tramite comprensione letterale e figurata;
- **Sentiment analysis**, analisi del tono emotivo e delle opinioni all’interno di un testo (spesso utilizzata dalle aziende per comprendere la tipologia di recensioni e pensieri degli utenti nei suoi confronti);
- **Intent monitoring**, comprensione dell’intento implicito o esplicito nel testo, utile per prevedere comportamenti di acquisto del consumatore;
- **Smart search**: ricerca intelligente di testi e documenti che rispondano coerentemente alla domanda posta con il linguaggio naturale;
- **Text generation**, automatica generazione di testi.

Poiché oggi è continua la nostra interazione con le macchine, è vantaggioso adattare la loro mente al nostro linguaggio quotidiano e naturale, creando dei sistemi in grado di interpretarlo e rispondergli in modo coerente. Questa tecnologia, fortemente innovativa, permette all’essere umano di mantenere nella conversazione il proprio modo di parlare, la grammatica, sintassi e il dialetto che userebbe nella vita quotidiana. L’NLP, infatti, consente di tradurre questi elementi in dati elaborabili dalle macchine⁸⁸. Esso genera degli output in risposta agli input immessi: si parla di NLU (*Natural Language Understanding*), ovvero la comprensione del linguaggio naturale, e di NLG (*Natural Language Generation*), la generazione del linguaggio naturale.

La produzione autonoma e originale di testi e conversazioni, oltre che di altri contenuti (come le immagini o la musica), è appannaggio dell’**IA Generativa** (o *Generative AI*). Essa utilizza algoritmi di Machine Learning e Deep Learning per generare risposte ai *prompt* o richieste degli utenti. Considerata oggi come l’ultimo grande traguardo dell’Intelligenza Artificiale⁸⁹, l’IA Generativa ha una portata innovativa senza

⁸⁸ Skilla, *Cos’è il Natural Language Processing. Applicazioni e sviluppi*, <https://www.skilla.com/blog/cose-il-natural-language-processing-applicazioni-e-sviluppi/>

⁸⁹ Osservatori, *Come funziona l’AI Generativa: significato e applicazioni*, https://blog.osservatori.net/it_it/come-funziona-ai-generativa-significato-applicazioni

precedenti; è in grado di rispondere agli input con output creativi, originali e talvolta complessi, proprio come un essere umano. La tecnologia ha conosciuto un largo successo e una rapida diffusione nel 2022, con l'avvento di ChatGPT, uno degli esempi più noti di IA Generativa, e la tecnologia **GPT** (Generative Pre-trained Transformer) sviluppata da OpenAI⁹⁰. Quest'ultima, famosa organizzazione americana di ricerca sull'Intelligenza Artificiale, venne fondata nel 2015 da scienziati, imprenditori e ricercatori (tra cui Elon Musk e Sam Altman) come società no-profit con scopi benefici; tuttavia, è rimasta tale per un breve periodo, divenendo presto un'organizzazione a scopo di lucro. Uno dei prodotti più innovativi di OpenAI è, appunto, la tecnologia GPT, un modello linguistico fondato sull'IA Generativa in grado di creare testi elaborati e ben formulati, utilizzando un linguaggio naturale e plausibile.

Specifiche caratteristiche di questa tecnologia sono:

- Architettura “transformer”, un tipo di rete neurale specializzata nell'elaborazione di dati sequenziali (come i testi). Questo tipo di architettura è composta da una serie di blocchi transformer muniti di un meccanismo di auto attenzione. Esso permette di dare più o meno rilevanza alle parole e alle loro relazioni, permettendo di creare un testo fluido e coeso.
- Processi di formazione basati sulla **modellazione linguistica**: si tratta di un metodo di addestramento della macchina a prevedere le parole successive e generare un testo conseguentemente. È una tecnica di apprendimento non supervisionato; nel caso di apprendimento supervisionato, invece, la macchina viene addestrata a specifici compiti, come la traduzione linguistica.
- Metriche di valutazione: come quelle umane, utilizzate per esaminare la qualità generale e specifica di un testo.

⁹⁰ N. Jagdishbhai1 e K. Y. Thakkar, *Exploring the capabilities and limitations of GPT and Chat GPT in natural language processing*, https://www.researchgate.net/publication/370048062_Exploring_the_capabilities_and_limitations_of_GPT_and_Chat_GPT_in_natural_language_processing, pagina 18-19, Innovative Publication, 2023

Questa tecnologia, estremamente rivoluzionaria ai giorni nostri, presenta svariati vantaggi, come la costante disponibilità di risposta, il multilinguismo e l'efficienza; nonostante ciò, esistono ancora numerose criticità che non la rendono equiparabile ad un cervello umano. Innanzitutto, la sua conoscenza è limitata agli ambiti e ai dati per e con cui è stata addestrata; manca di sensibilità, emozioni ed empatia e, non per ultimo, può riportare informazioni inesatte. Bias ed errori sono un limite anche per la GenIA non relativa ai testi: ad esempio, la creazione di immagini può riportare forme o proporzioni sbagliate o stereotipate. Inoltre, anche l'originalità delle creazioni potrebbe essere compromessa da alcuni dati presenti nel sistema.

Il successo di ChatGPT, tuttavia, è innegabile e i dati parlano chiaro: secondo il capo di OpenAI, Sam Altman, ChatGPT nel 2024 attira 100 milioni di utenti a settimana. A marzo 2024 contava circa 180,5 milioni di utenti; nel mese di gennaio 2024, il sito ha attirato 1,6 miliardi di visite. Il fatturato annuo dell'organizzazione ha infatti superato gli 1,3 miliardi di dollari e le recenti offerte di azioni interne ne suggeriscono una valutazione di mercato di 86 miliardi di dollari⁹¹. L'IA generativa ha, dunque, conquistato il panorama globale: secondo una ricerca della McKinsey & Company, un terzo delle organizzazioni usa regolarmente la GenIA in almeno un ambito aziendale⁹². Inoltre, la società di consulenza e ricerche di mercato Gartner afferma che entro il 2026 oltre l'80% delle imprese utilizzerà l'IA Generativa o implementerà le applicazioni abilitate ad essa⁹³.

Intelligenza Artificiale Generativa e Natural Language Processing sono oggi largamente impiegate in molteplici settori, sia ad uso pubblico che privato. Se la prima riguarda la creazione di contenuti nuovi e originali sulla base di modelli appresi dai dati, la seconda si occupa della comprensione e analisi del linguaggio finalizzata all'interazione e ad applicazioni pratiche nel mondo reale.

Natural Language Processing, Machine Learning e Deep Learning rientrano sotto l'ampio concetto dell'Intelligenza Artificiale e sono strettamente legati l'uno con l'altro.

⁹¹ SEO.AI, *How Many Users Does ChatGPT Have? Statistics & Facts (2024)*, <https://seo.ai/blog/how-many-users-does-chatgpt-have#:~:text=How%20Many%20Users%20on%20ChatGPT,users%20on%20a%20weekly%20basis>.

⁹² IBM, *Che cos'è l'AI generativa?*, <https://www.ibm.com/it-it/topics/generative-ai>

⁹³ Gartner, *Press Release on Generative AI*, <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2023-10-11-gartner-says-more-than-80-percent-of-enterprises-will-have-used-generative-ai-apis-or-deployed-generative-ai-enabled-applications-by-2026>

Spesso, come visto, le capacità di una specifica tecnologia vengono applicate ad un'altra per migliorarne le prestazioni. Di seguito uno schema esplicativo della suddivisione in categorie (Figura 8).

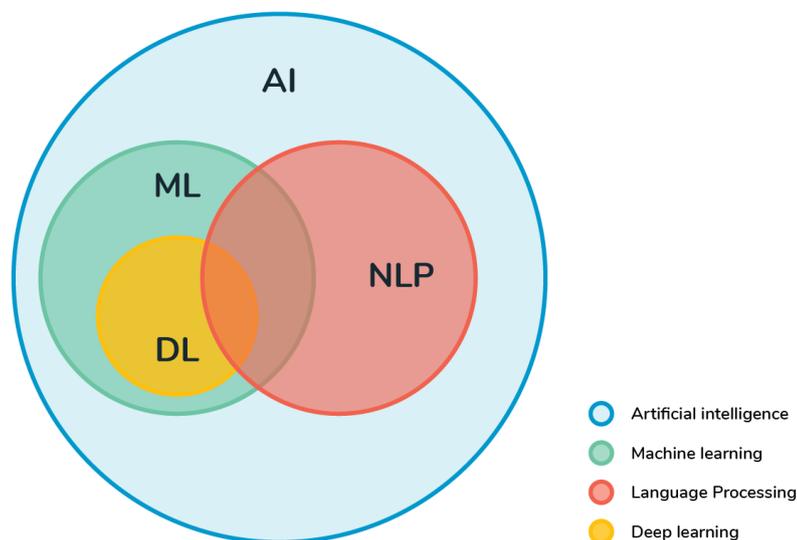


Figura 8: Schema Intelligenza Artificiale e sottocategorie, <https://www.sentisum.com/library/nlp-and-text-mining>

2.4 AI Marketing e Digital Interactive Engagement

I Big Data Analytics sono alla base delle più complesse attività svolte dall'Intelligenza Artificiale e dai suoi meccanismi di Machine Learning e Deep Learning. Partendo dai Big Data, scienziati e ricercatori sono riusciti a sviluppare sistemi e tecnologie altamente avanzati come l'Intelligenza Artificiale, a totale supporto di privati e pubblici. L'IA ha permesso la creazione di esperienze omnicanali, personalizzate e avanguardistiche, stabilendo nuovi metodi di *engagement*, individuando tendenze emergenti e definendo nuovi standard di verifica e sicurezza.

A tal proposito, è doveroso introdurre l'*Artificial Intelligence Marketing*⁹⁴, una tipologia di marketing che si serve dell'IA per comprendere i consumatori e il mercato di riferimento, interagire con i clienti, proporre strategie d'azione e molto altro. Machine

⁹⁴ Network Digital 360, *Intelligenza Artificiale nel Marketing, quello che i CMO devono sapere*, <https://www.digital4.biz/marketing/big-data-e-analytics/intelligenza-artificiale-nel-marketing-quello-che-i-cmo-devono-sapere/>

Learning, Deep Learning e Natural Language Processing aiutano le aziende anche in questo settore, studiando a fondo dettagli di movimento, preferenze, ricerche e testi al fine di indirizzare le offerte e generare valore per il consumatore. L'Intelligenza Artificiale applicata al marketing riserva alcuni vantaggi competitivi: integrata al CRM nella fase di raccolta dati, permette di estrapolare precisamente alcuni pattern e tendenze; consente di creare dei modelli predittivi, servendosi di algoritmi di Machine e Deep Learning; massimizza il ROI⁹⁵ grazie alle analisi in tempo reale. La *customer experience*, di conseguenza, è ottimizzata: un esempio lampante sono i *chatbot*⁹⁶, che alleggeriscono il carico di lavoro degli addetti all'assistenza umani e permettono loro di dedicarsi alla risoluzione di problemi più complessi. Dall'analisi delle maggiori richieste e delle problematiche più riscontrate, le aziende possono direzionare meglio le offerte e migliorare i processi interni. Oltre a questi, i motori di raccomandazione utilizzati da piattaforme come Netflix, Amazon e Spotify aumentano la personalizzazione della *customer experience* e generano profitti: in Amazon, questo sistema basato interamente sul Machine Learning produce il 35% del suo fatturato totale. Esperienze di Realtà Aumentata potenziate da meccanismi di AI e ML permettono agli utenti di “rendere visibile l'immaginabile”: un esempio sono gli *smart mirrors* introdotti in alcuni negozi di fashion e beauty per visualizzare addosso capi e trucchi, come quello messo a disposizione nel 2023 da Maybelline New York per far provare virtualmente il suo mascara⁹⁷. Anche le tecniche di *gamification* marketing, ovvero l'utilizzo di elementi provenienti dal mondo del *gaming* in contesti non ludici, combinate con l'Intelligenza Artificiale riescono a migliorare notevolmente l'esperienza del consumatore, incentivare la sua partecipazione e mantenere alto l'engagement attraverso attività e premi.

Quelle elencate sono alcune tipologie note di **Digital Interactive Engagement**, un coinvolgimento avanzato degli utenti che sfrutta il digitale e le sue piattaforme, servendosi di tecnologie all'avanguardia per garantire un'esperienza personalizzata e interattiva. Secondo He e Zhang, due studiosi e professori della *East China Normal*

⁹⁵ ROI: Return On Investment, il rapporto tra capitale investito e profitto realizzato, <https://www.headvisor.it/roi-return-on-investment>

⁹⁶ Vision Factory, *The Evolution of AI in Digital Marketing: How Machine Learning Has Transformed Customer Engagement Over the Last Decade*, <https://www.visionfactory.org/post/the-evolution-of-ai-in-digital-marketing-how-machine-learning-has-transformed-customer-engagement-o>

⁹⁷ Econsultancy, *14 examples of augmented reality brand experiences*, <https://econsultancy.com/14-examples-augmented-reality-brand-marketing-experiences/>

University, i *retailers* stanno direzionando l'offerta e i processi verso la creazione di piattaforme interattive digitalizzate, al fine di generare valore attraverso le interazioni⁹⁸. Le offerte *in-store*, ad esempio, si fondano sempre più su quattro dimensioni: Artefatto, Persone, Processi e Interfacce (APPI); ciò consente la realizzazione di ambienti incentrati sull'interazione e sulla creazione di esperienze di valore. Un esempio significativo di questo modello è Apple: il marchio ha infatti costruito i suoi *retail stores* attorno alle logiche del modello APPI, per creare una vera e propria piattaforma interattiva digitalizzata. Infatti, i *devices* e prodotti esposti all'interno dei negozi fisici sono posti come “**artefatti**” al fine di generare divertimento tra i consumatori e consentire un'interazione di gioco (ad esempio, è accattivante avere la possibilità di testare gratuitamente i nuovi prodotti Apple direttamente nello *store*). Il negozio è pensato per le “**persone**” comuni, in quanto il suo obiettivo principale è quello di offrire un'esperienza coinvolgente, lasciando a margine i puri scopi informativi e di vendita tipici della maggior parte delle aziende di tecnologia. Negli *Apple stores* è anche presente un concierge digitale (approcciabile tramite *self-service* o supporto da parte dei dipendenti), che facilita i “**processi**” fornendo un supporto per direzionare i consumatori all'interno delle aree del negozio, mostrare specifiche e recensioni dei prodotti e pagare autonomamente tramite l'applicazione Apple Pay. Le “**interfacce**”, infine, riguardano i punti di contatto tra l'azienda e il consumatore. Tramite queste e ulteriori innovazioni, Apple offre un'esperienza unica, innovativa ed estremamente personalizzata, che il pubblico percepisce come attrattiva.

Il mantenimento del *Customer Engagement* è essenziale per generare nuovi dati, rilevare esigenze nascenti ed esaminarne il flusso tramite tecnologie di IA e ML. Secondo la letteratura a nostra disposizione, il CE legato ai marchi proviene da diversi contesti digitali (i social media, il marketing digitale, le proposte di Realtà Aumentata, la *gamification* e le applicazioni specificatamente basate sull'Intelligenza Artificiale), ma anche da contesti ibridi, come gli *smart mirrors* o i sistemi di *Digital Signage*⁹⁹. L'*engagement*, inoltre, non si limita a suscitare una curiosità sporadica, ma mira a

⁹⁸ S. K. Roy, G. Singh, S. Sadeque, P. Harrigan, K. Coussement, *Customer engagement with digitalized interactive platforms in retailing*,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296323003594#b0175>, pagina 1, Elsevier, 2023

⁹⁹ I *Digital Signage* (o segnaletica digitale) sono strumenti di comunicazione e marketing che permettono di visualizzare contenuti multimediali, come foto o video, su display posti in luoghi pubblici,

<https://www.ninja.it/digital-signage-cosa-e-come-funziona/>

mantenere un rapporto e un'interazione senza soluzione di continuità, in cui il consumatore senta le sue esigenze comprese e ascoltate. Il coinvolgimento digitale, infatti, “deriva dai pensieri, dalla connessione emotiva e dalla motivazione intrinseca di un consumatore a interagire e collaborare con un marchio o con i membri della sua comunità”¹⁰⁰. Mantenere una relazione affettiva e di valore con il cliente, fidelizzandolo, è la chiave del successo aziendale: infatti, i consumatori fedeli spendono in media il 67% in più rispetto ai nuovi arrivati¹⁰¹. Inoltre, la garanzia di un'esperienza di qualità è uno dei fattori principali che determinano la fedeltà del cliente: il 66% dei consumatori chiude il rapporto con un marchio se questo non propone un'esperienza personalizzata e l'86% è disposto a pagare di più in cambio di una *experience* coinvolgente.

In conclusione, l'adozione di soluzioni interattive e diversificate che sfruttino anche i meccanismi di Intelligenza Artificiale e Machine Learning aumenta la competitività delle aziende e l'attrattiva dei marchi. Investire in soluzioni tecnologiche avanguardistiche come quelle citate in questo Capitolo consente di evolvere insieme al mercato e di avere accesso a nuovi strumenti per migliorare giornalmente il proprio operato.

¹⁰⁰ A. C. Scheinbaum, *Digital Engagement: Opportunities and Risks for Sponsors: Consumer-Viewpoint and Practical Considerations For Marketing via Mobile and Digital Platforms*, https://www.researchgate.net/publication/311443948_Digital_Engagement_Opportunities_and_Risks_for_Sponsors_Consumer-Viewpoint_and_Practical_Considerations_For_Marketing_via_Mobile_and_Digital_Platforms, pagina 3, IGI Global, 2016

¹⁰¹ Emarsys, *24 Customer Engagement Statistics Your Brand Can't Ignore in 2024*, <https://emarsys.com/learn/blog/customer-engagement-statistics/>

CAPITOLO 3 - IL CASO STUDIO ESSILORLUXOTTICA E LE NUOVE PROSPETTIVE TECNOLOGICHE

3.1 Leonardo Del Vecchio e la nascita di Luxottica

Umili origini e infanzia travagliata, **Leonardo Del Vecchio** è stato uno dei più potenti imprenditori italiani. Ultimo di quattro fratelli, nacque nel 1935 a Milano e, a causa della morte prematura del padre, venne affidato all'orfanotrofio Martinitt dove visse fino all'inizio dell'età adolescenziale. Il suo percorso da lavoratore iniziò presto: a 14 anni divenne garzone in un'azienda di medaglie e coppe, la Johnson. Parallelamente, cominciò a frequentare alcuni corsi all'Accademia di Brera per studiare design e incisione¹⁰², dimostrando sin da subito grande determinazione. A 22 anni si trasferì da Milano a Pieve Tesino in Trentino, per lavorare come operaio in fabbrica. Nel 1958 si spostò ulteriormente in un paesino in provincia di Belluno, Agordo, luogo di nascita dell'azienda che lo rese un gigante del settore ottico. La comunità agordina, in quegli anni, donava un terreno agli imprenditori disposti ad aprire un'azienda sul territorio: ciò spinse Del Vecchio ad avviare la sua bottega di montature per occhiali.

Nel 1961, Del Vecchio fondò Luxottica S.a.s., che all'epoca contava 14 dipendenti. La sua intenzione, però, non era di produrre componenti per aziende terze, bensì di creare un prodotto proprio e seguirne tutto il processo produttivo. Nel 1969, infatti, introdusse sul mercato alcuni occhiali firmati Luxottica; due anni dopo, nel 1971, l'azienda abbandonò definitivamente la produzione per terzi, dedicandosi pienamente alla creazione e commercializzazione dei suoi prodotti. La sua prima collezione venne presentata al MIDO di Milano, un'importante fiera del mondo dell'ottica. Con il consolidarsi dell'azienda, crebbero le ambizioni del suo fondatore, il quale si pose un obiettivo che diventerà un pilastro della storia e del successo aziendale: portare il Made in Italy all'estero.

Nel 1981 venne aperta la prima consociata estera in Germania e, nello stesso anno, l'azienda realizzò la sua prima acquisizione: il marchio *Avant-Garde Optics*, uno dei

¹⁰² Blog Gimme 5, *Leonardo Del Vecchio e il successo di Luxottica*, <https://blog.gimme5.app/leonardo-del-vecchio-e-il-successo-di-luxottica/>

maggiori distributori nel mercato nordamericano. Nel frattempo, l'azienda si espanse anche sul territorio italiano, arrivando ad un totale di sei filiali nel nord Italia. Nel 1988 firmò il primo accordo di licenza con Giorgio Armani, introducendo l'occhiale nel mondo della moda. Il 1990 fu segnato dalla quotazione in borsa a New York di Luxottica, divenuta la prima azienda italiana a quotarsi nel mercato statunitense. Nello stesso anno acquisì anche Vogue Eyewear e nel '92 firmò una licenza con Brooks Brothers. Successivamente, acquistò il marchio Persol, noto per essere indossato anche nel privato da personaggi di alto calibro come Mastroianni.

Nel 1995, Luxottica era già il più grande produttore e distributore a dominare il settore ottico globale; diventerà leader anche nel *retail* con l'acquisizione di LensCrafter, grande catena nordamericana. Dopo la conquista degli Stati Uniti, Del Vecchio si spostò in Asia, precisamente in Cina: nel 1997 sorse il primo stabilimento a Guangdong. Nonostante ciò, la priorità dell'imprenditore rimase il mercato statunitense; infatti, nel 1999, Luxottica fece una delle acquisizioni più promettenti: il marchio **Ray-Ban**. Poi fu la volta di altri grandi marchi, come Chanel e Baush&Lomb. Nel 2000 Luxottica si quotò a Piazza Affari a Milano, crescendo sempre di più. Si introdusse nel settore degli occhiali da sole, conquistando l'Australia con OPSM e Sunglass Hut. In un'espansione aziendale senza sosta, firmò degli accordi di licenza anche con Prada e Versace, poi Burberry, Dolce&Gabbana, Tiffany e Ralph Lauren.

Nel primo decennio degli anni 2000, Luxottica rilevò il marchio californiano Oakley, notoriamente diffuso tra gli sportivi, con un contratto di 2,1 miliardi di dollari¹⁰³. Nel secondo decennio, invece, si introdusse anche in Sud America nel settore del *retail*, dove acquisì Gmo, uno dei maggiori negozi di ottica in Cile, Perù e Colombia. In Brasile, invece, acquisterà Tecnol. Ritornando in Europa, la sua espansione proseguì in Portogallo e Spagna, dove introdusse il marchio Sunglass Hut precedentemente acquisito; arriverà, successivamente, anche in Francia. Alla lista dei grandi marchi si aggiunse, poi, Michael Kors, seguito da Salmoiraghi & Viganò nel 2017. Ed è proprio nel 2017 che si ebbe una svolta epocale nel destino dell'azienda: l'unione con **Essilor**.

¹⁰³ Dealflower, *Dalle Dolomiti bellunesi alla conquista del mondo: la storia di Luxottica*, <https://dealflower.it/dalle-dolomiti-bellunesi-alla-conquista-del-mondo-storia-di-luxottica/>

3.2 La Société des Lunetiers ed Essilor

Nel XIX secolo, a Parigi, nacque l'*Association Fraternelle des Ouvriers Lunetiers*. Fondata nel 1849 come cooperativa di artigiani, si evolse nel tempo per diventare un laboratorio di montature per occhiali, ribattezzato poi "*Société des Lunetiers*" (SL). La società si specializzò col tempo anche nella produzione di lenti, che la renderanno memorabile e rivoluzionaria nel settore. Infatti, con l'introduzione della lavorazione del vetro in azienda, aumentò l'ambizione di diventare "uno dei maggiori produttori di lenti graduate a Parigi"¹⁰⁴. Grazie all'acquisto della fabbrica Battants, la *Société* si sviluppò rapidamente nell'est della Francia, precisamente nel dipartimento della *Meuse*. Nel 1868, anno di apertura del primo ufficio a Londra, l'azienda si aprì alle esportazioni internazionali, raggiungendo il resto dell'Europa, il Medio Oriente e l'America.

A fine '800, la *Société* disponeva di tre fabbriche specializzate nella produzione di lenti e quattro nella produzione di montature. Era diventata un marchio riconosciuto globalmente e ciò la condusse a diversificare la produzione: oltre ai classici occhiali, cominciò a proporre bussole, binocoli, lorgnette e *pince-nez*. Nel 1927 si assistette ad un'invenzione totalmente avanguardistica per quei tempi: gli ingegneri *Nectoux* progettaronò le lenti *Stigmal*, lenti graduate aventi un vetro di alta qualità e una superficie correttiva per offrire completa nitidezza di visione. Inoltre, sulla scia della moda della Seconda Guerra Mondiale, in cui i soldati americani indossavano gli occhiali a lenti grandi e montatura sottile (chiamati "*Numont*"), la SL lanciò le montature "*Icare*". La vera innovazione fu però rappresentata dall'occhiale *Nylor* del 1955, in cui le lenti erano attaccate da un nasello di nylon alla parte superiore della montatura. Ancora oggi, questa montatura viene prodotta e acquistata quotidianamente per il suo stile raffinato e semplice.

Personalità di spicco nello sviluppo aziendale fu l'ingegnere **Bernard Maintenaz**, il quale inventò nel 1948, un secolo dopo la nascita dell'azienda, le lenti varifocali¹⁰⁵ Varilux, considerate una delle maggiori invenzioni in oftalmologia. Egli

¹⁰⁴ EssilorLuxottica, *La Nostra Storia*, <https://www.essilorluxottica.com/it/gruppo/storia/>

¹⁰⁵ Le lenti varifocali/progressive/multifocali presentano tre aree di visione: da vicino, da lontano e intermedia, <https://www.optometriagiorgini.it/consigli-utili/occhiali-multifocali-cosa-sono-e-come-abituarsi/>

brevettò una “lente con focale variabile in modo continuo”, la quale avrebbe consentito una correzione più naturale della presbiopia rispetto alle lenti bifocali ideate da Benjamin Franklin. Numerose sono state negli anni le sue evoluzioni, che la rendono oggi la lente progressiva più venduta al mondo.

Nel 1962 la *Société des Lunetiers* venne ribattezzata “Essel” e, dieci anni dopo, si unì ad un’altra azienda operante nel settore delle lenti oftalmiche (Silor), creando la nota Essilor. Gli anni ’70 furono, infatti, periodo di estrema evoluzione aziendale: a inizio decennio, Essilor si specializzò nella creazione e distribuzione di lenti in plastica e intraprese un processo di espansione all’estero. Venne quotata in Borsa e si tramutò in una società internazionale, distaccandosi dal ruolo di esportatrice di prodotti; arrivò negli USA, nelle Filippine e in Irlanda¹⁰⁶. In seguito, acquisì alcuni impianti produttivi in Asia e in Sud America e diventò, a cavallo tra fine anni ’80 e inizio anni ’90, leader indiscusso nel settore ottico-oftalmico. Sperimentò a lungo nell’ambito delle lenti correttive e potenziò le ricerche, giungendo ad alcuni prodotti altamente innovativi che hanno segnato la storia di questo campo¹⁰⁷:

- Lenti fotocromatiche **Transitions**, una tecnologia che permette alle lenti di scurirsi o schiarirsi in base all’intensità della luce naturale o artificiale;
- Trattamento **Crizal**, che propone lenti molto resistenti al riflesso, ai graffi, all’acqua e alle impurità;
- **Airwear**, una lente molto leggera in policarbonato, resistente agli urti.

Dal 2000 aumentarono, invece, le acquisizioni e *joint venture*. La prima collaborazione del decennio fu stretta con Nikon, mentre nel 2008 ci fu l’acquisizione di Satisloh, un’azienda svizzera specializzata in prescrizione ottica. L’anno seguente Essilor acquisì la FGX International Holdings e, a fine decennio, il gruppo americano Signet Armorlite. Inoltre, nel 2013 firmò un contratto con Safilo che autorizzava l’azienda all’utilizzo del marchio Polaroid per le lenti correttive degli atleti. Negli anni a venire si succedettero ulteriori acquisizioni, che aumentarono la portata e il successo di Essilor.

¹⁰⁶ Investire, *EssilorLuxottica: origine, storia e sviluppo del gruppo*, <https://investire.biz/analisi-previsioni-ricerche/azioni/essilorluxottica-nascita-origine-sviluppo-sviluppo-curiosita-storia-leader-mondiale-occhiali-lenti-ottiche>

¹⁰⁷ Market Vision, *Essel, Silor e Essilor*, <https://www.marketvision.it/essel-silor-essilor-occhiali-vintage/>

3.3 L'impero di EssilorLuxottica

La Commissione Antitrust di Europa, Stati Uniti, Canada, Brasile e Cina autorizzò l'unione di Essilor e Luxottica il 16 gennaio 2017. Quasi due anni dopo, la capitalizzazione dell'azienda ammontava a 57 miliardi di euro e il suo fatturato a 16 miliardi (9,2 per Luxottica e 7,5 per Essilor)¹⁰⁸.

Il matrimonio tra le due aziende ha dato vita ad un gigante che è stato in grado di rivoluzionare il settore ottico-oftalmico. Leonardo Del Vecchio, nel 2017, affermò: *“Con questa operazione si concretizza il mio sogno di dare vita a un player globale nel settore dell'ottica totalmente integrato ed eccellente in ogni sua componente. Finalmente, dopo cinquant'anni di attesa, due parti naturalmente complementari, montature e lenti, verranno progettate, realizzate e distribuite sotto lo stesso tetto”*. Infatti, mentre Luxottica si occupava della produzione di montature per i più prestigiosi marchi di occhiali, Essilor investiva nella ricerca e nello sviluppo di lenti oftalmiche nei suoi 481 laboratori di prescrizione e 34 siti di produzione. Continuarono, perciò, i progressi in entrambe le direzioni. Nel 2018, Luxottica Group acquisì il 67% di Fukui Megane Industry Co. Ltd, società di spicco nella produzione di occhiali realizzati con materiali pregiati come oro massiccio e titanio; nel 2023 EssilorLuxottica ne acquisirà la quota maggioritaria. Sempre nel 2018, inoltre, Essilor introdusse le lenti oftalmiche Stellest per combattere la miopia. Create dopo oltre 30 anni di ricerca sul controllo della miopia, utilizzavano una tecnologia valutata come potente strumento per rallentare l'avanzamento di questo difetto della vista nei bambini. Questa invenzione rimarca l'impegno e la cura dell'azienda nel proporre soluzioni specifiche per ogni categoria e fascia d'età, considerando le diverse sfaccettature di ogni problema visivo. Nel 2019 Luxottica Group acquisì Barberini S.p.A, noto e importante produttore di lenti da sole realizzate con vetro ottico. Grazie a questa operazione, l'azienda poté potenziare la produzione Made in Italy delle lenti in vetro, sia da sole che da vista, elemento di successo delle montature Ray-Ban e Persol. Nel 2021, EssilorLuxottica fece ingresso nel Gruppo di GrandVision, leader nel *retail* per i prodotti e servizi ottici diffuso in 40 Paesi. Del Vecchio si esprime con entusiasmo su questa acquisizione: *“Con GrandVision saremo in grado di completare la nostra rete retail,*

¹⁰⁸ Investire, *EssilorLuxottica: origine, storia e sviluppo del gruppo*, <https://investire.biz/analisi-previsioni-ricerche/azioni/essilorluxottica-nascita-origine-sviluppo-sviluppo-curiosita-storia-leader-mondiale-occhiali-lenti-ottiche>

finalmente estesa in tutte le aree geografiche, e di rendere le nostre piattaforme multicanali e digitali pienamente efficaci. Aumenteremo la qualità dell'esperienza in negozio per prodotti, marchi e servizi a beneficio di tutti i consumatori e dei nostri clienti wholesale". Dal 2020 ad oggi, inoltre, EssilorLuxottica si è affacciata al mondo dell'innovazione digitale e delle tecnologie di Intelligenza Artificiale per ottimizzare la ricerca e lo sviluppo di nuovi prodotti da portare sul mercato; questi verranno adeguatamente approfonditi nel prossimo sottocapitolo.

Oggi la società ha sede a Parigi e risulta quotata, oltre che nella capitale francese, anche a Milano, Francoforte e Londra. A settembre 2024, EssilorLuxottica ha una capitalizzazione di mercato (*market cap*) di 106,26 miliardi di dollari, che la rende la centoquarantottesima azienda più preziosa al mondo¹⁰⁹. Possiede *stakeholders* in oltre 150 Paesi e ha raggiunto notevoli performance in Nord America e nell'EMEA¹¹⁰ (*Europe, Middle East, Africa*). L'azienda si definisce "il leader globale nella progettazione, produzione e distribuzione di lenti oftalmiche, montature e occhiali da sole", con l'importante *mission* di "aiutare le persone di tutto il mondo a vedere meglio e vivere meglio¹¹¹". Essa promuove la trasformazione del settore dell'*eyewear* ma anche dell'*eyecare*: non solo distribuisce prodotti ottici di alta qualità, ma si impegna anche a fornire servizi e soluzioni avanguardistiche per la cura della vista. Per questo motivo, è divenuta un "laboratorio per la tecnologia medica, l'innovazione e la crescita¹¹²", che investe annualmente nella ricerca.

Molteplici sono gli elementi che differenziano EssilorLuxottica sul mercato, mantenendone il vantaggio competitivo: l'organizzazione interna, gli approcci digitali e *phygital*, la propensione all'evoluzione tecnologica e aziendale, l'impegno verso tutti gli *stakeholders*, l'estrema trasparenza, le azioni sostenibili e la cura nei confronti dei propri consumatori sono solo alcuni dei pilastri fondanti di questa realtà imprenditoriale. Di seguito, un approfondimento delle strutture e dei progetti attuali dell'azienda:

¹⁰⁹ Companies Market Cap, *Market capitalization of EssilorLuxottica*, <https://companiesmarketcap.com/essilor-luxottica/marketcap/>

¹¹⁰ Comunicato stampa EssilorLuxottica, *Risultati del secondo trimestre e del primo semestre 2024*, <https://www.essilorluxottica.com/cap/content/203050/>, pagine 1-3, 2024

¹¹¹ EssilorLuxottica, *La nostra mission*, <https://www.essilorluxottica.com/it/gruppo/mission/>

¹¹² EssilorLuxottica, *Chi siamo*, <https://www.essilorluxottica.com/it/gruppo/>

- **Integrazione verticale:** EssilorLuxottica opera con un modello di business verticalmente integrato. Dallo sviluppo del prototipo ai servizi post vendita, infatti, l'azienda segue ogni fase del processo di creazione del valore. Questo modello consente il raggiungimento di elevati standard di qualità e di un servizio completamente ottimizzato; inoltre, permette un maggiore controllo su costi, tempistiche e processi. Da ciò si evince l'attenzione e la cura verso il prodotto e i propri consumatori.

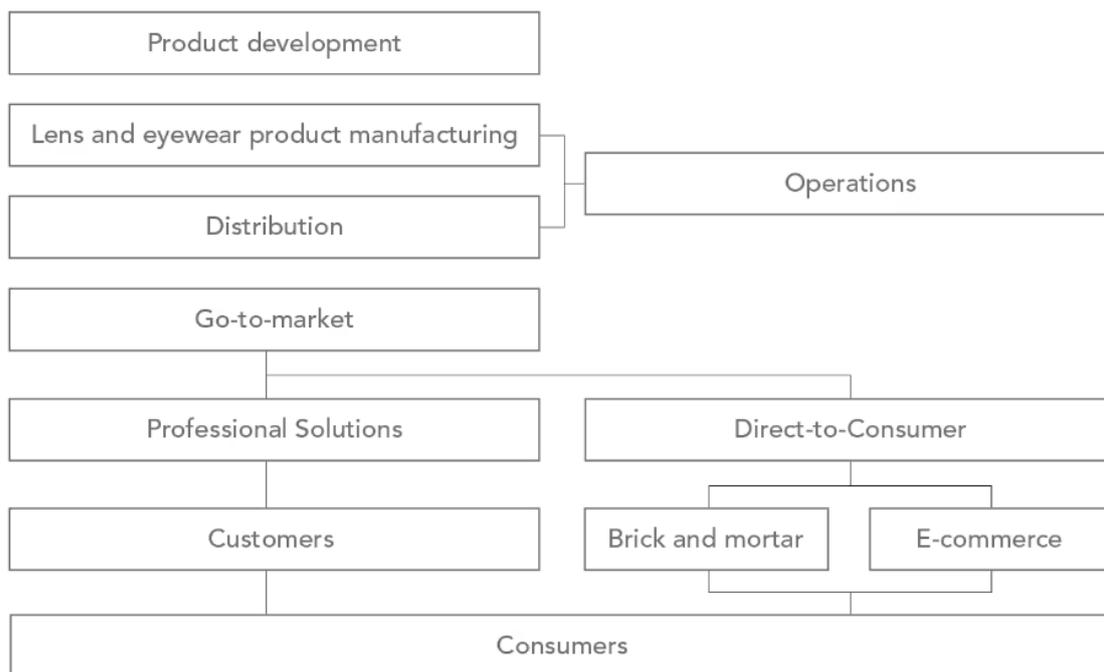


Figura 9: Modello di business di EssilorLuxottica, <https://www.essilorluxottica.com/it/gruppo/modello-di-business/>

- **Azienda a rete aperta:** seguendo questa logica, EssilorLuxottica è in grado di collaborare con fornitori e partner commerciali esterni per consentire un'innovazione continua e un adattamento ai nuovi sviluppi di mercato. Ciò genera valore per tutti gli *stakeholders*, dai consumatori, ai dipendenti, agli azionisti, alle comunità. Il modello a rete aperta ha carattere di flessibilità e adattabilità ai cambiamenti, mentre l'integrazione verticale permette un ampio controllo sui processi produttivi; l'unione tra questi approcci aziendali definisce un bilanciato connubio tra apertura e attenzione ai dettagli. Il vasto network di cui dispone l'azienda, inoltre, abilita una conoscenza approfondita delle tendenze

locali e internazionali, utile a mantenere una relazione di fiducia con i propri consumatori.

- **Impegno sostenibile:** con il programma di sostenibilità *Eyes on the Planet*¹¹³, l'azienda esplicita una forte premura e un impegno verso la circolarità, la neutralità carbonica, l'etica, la visione del mondo e l'inclusione. Ad ognuno dei cinque temi, infatti, EssilorLuxottica ha dedicato una sezione specifica sul proprio sito web ufficiale, corredata di comunicati stampa, foto e specifiche sull'operato. *Eyes on Carbon* è la sezione del programma che riguarda lo sforzo aziendale nel preservare l'ambiente e contrastare il cambiamento climatico, promettendo la Carbon Neutrality entro il 2025. La pagina, infatti, riporta con trasparenza i risultati ottenuti in questo ambito, dimostrando come nel 2021 l'azienda abbia raggiunto l'obiettivo nelle sue attività dirette in Francia e Italia. *Eyes on Circularity*, invece, rimanda all'impegno dimostrato per raggiungere un'economia circolare, passando dall'utilizzo di materiali derivati da fonti fossili a materiali a base biologica e riciclati. *Eyes on Ethics*, ancora, ribadisce la solidità dell'etica aziendale e l'importanza dei rapporti di fiducia con gli *stakeholders* interni ed esterni.
- **Impegno umano:** *Eyes on World Sight* e *Eyes on Inclusion* riguardano invece l'attenzione dell'azienda verso le persone. La prima sezione approfondisce l'obiettivo umanitario di eliminare i difetti visivi non corretti entro il 2050; EssilorLuxottica ha infatti lanciato la *OneSight EssilorLuxottica Foundation* nel 2022, la più grande fondazione mondiale a sostegno di un accesso inclusivo alla cura dei difetti visivi. In aggiunta a ciò, la Fondazione comprende anche le azioni filantropiche e di *advocacy* svolte globalmente dall'azienda. EssilorLuxottica considera anche le aree e comunità svantaggiate dei paesi in via di sviluppo, dove vuole garantire cure oculistiche accessibili a tutti: dal 2013 ad oggi, infatti, più di 700 milioni di individui hanno potuto essere curati adeguatamente¹¹⁴.
Diversamente, *Eyes on Inclusion* si rifà ai *core values* aziendali: la cura verso i dipendenti, la sicurezza, l'equità e il rispetto per la diversità. Nel 2021, EL ha lanciato la piattaforma di formazione "Leonardo" a supporto della crescita

¹¹³ EssilorLuxottica, *Sostenibilità*, <https://www.essilorluxottica.com/it/sostenibilita/>

¹¹⁴ EssilorLuxottica, *Eyes on World Sight*, <https://www.essilorluxottica.com/it/sostenibilita/eyes-on-world-sight/>

professionale dei propri dipendenti e del settore di appartenenza. Si tratta di un insieme di corsi molto elaborati riguardanti molteplici temi e disponibili in 30 lingue diverse. Nel 2023 è stata anche firmata una partnership con la *Harvard Business Publishing*, che ha arricchito il catalogo dei corsi con lezioni sulla *leadership* e sul *management*.

- **Centralità del consumatore:** che si parli dell'innovazione del prodotto, del suo design, del rinnovamento dell'esperienza d'acquisto o delle nuove proposte, il punto di partenza è sempre il consumatore. L'azienda tiene conto di fattori sociali come il cambiamento degli stili di vita, l'aumento della longevità, le nuove esigenze visive causate da fattori tipici dell'era digitale (come la sovraesposizione a schermi digitali) e propone nuove soluzioni.
- **Approccio omnichannel:** con la rete Direct to Consumer¹¹⁵, EssilorLuxottica mette a disposizione del pubblico oltre 18.000 negozi fisici dove poter accedere a cure oculistiche professionali e vivere un'esperienza d'acquisto particolare. Questi negozi offrono soluzioni *phygital*, tecnologiche e di Digital Interactive Engagement che personalizzano e rendono unico il *customer journey*. Si tratta di un approccio senza soluzione di continuità, dove tutti i *touchpoint* sono interconnessi.

Questi i principali metodi e fattori di successo dell'azienda. Nel prossimo sottocapitolo verrà approfondito, invece, come EssilorLuxottica abbia sfruttato e stia sfruttando le tecnologie e sfaccettature dell'Intelligenza Artificiale per rivoluzionare il mercato ottico-oftalmico e non solo. Ciò risulta essere, attualmente, uno dei suoi maggiori vantaggi competitivi.

3.4 Big Data, Intelligenza Artificiale e Machine Learning nelle innovazioni aziendali

Dal 2019, EssilorLuxottica ha investito ingenti somme nelle tecnologie di Intelligenza Artificiale e Machine Learning, ottenendo risultati sbalorditivi.

Innanzitutto, è doveroso introdurre un'innovazione tecnologica che riguarda la *Managed Vision Care*. La MVC o Cura Oculistica Gestita è "un'assicurazione integrativa

¹¹⁵ EssilorLuxottica, *Direct to Consumer*, <https://www.essilorluxottica.com/it/marchi/canali-di-vendita-al-consumatore/>

specializzata, solitamente fornita dai datori di lavoro o dai piani sanitari commerciali”¹¹⁶, ma acquistabile anche privatamente. Essa offre una copertura per i servizi oculistici di routine, ad esempio gli esami e correzione della vista. Come per la *Managed Medical Care* (Cura Medica Gestita), la MVC dispone anche di un servizio di cura preventiva, utile ad individuare qualsiasi problematica agli occhi nella fase precoce. È un servizio estremamente vantaggioso, perché fornisce servizi e cure di alta qualità a prezzi ridotti e permette un controllo dei costi. Inoltre, facilita l’accesso a numerosi benefit che coprono, oltre le visite oculistiche, anche l’acquisto di occhiali e lenti a contatto. EssilorLuxottica fornisce questo servizio collaborando con alcune società partner, come *EyeMed Vision Care*, al fine di supportare i pazienti tra prevenzione, diagnosi e cura.

Per digitalizzare il settore dell’*eyecare*, EssilorLuxottica ha lanciato la divisione **HELIX**, utilizzabile negli Stati Uniti dal 2024 e “dedicata agli ottici indipendenti, per aiutarli a ottimizzare la gestione del proprio business con soluzioni tecnologiche di ultima generazione”¹¹⁷. Si tratta di una piattaforma *smart*, omnicanale e interconnessa utile per assistere sinergicamente a tutte le attività e le procedure dello studio. Essa consentirà di sveltire alcune pratiche e lascerà ai professionisti maggior tempo da dedicare ai pazienti. Come si legge nel comunicato stampa di EssilorLuxottica del 25 settembre 2023, la prima proposta di HELIX è la piattaforma Vision(X), disponibile per gli ottici e professionisti statunitensi dal secondo trimestre del 2024. Questa nuova divisione integra diverse soluzioni digitali di EssilorLuxottica (come *VisionWeb*, *4PatientCare* e *Revenue Cycle Management*) ed è costruita su una continua *Data Analysis*. HELIX è, dunque, definito un “ecosistema *data-driven*”¹¹⁸ che combina le competenze mediche dei professionisti e le maggiori tecnologie di Intelligenza Artificiale per fornire un’assistenza oculistica completa e di qualità.

HELIX ingloba ogni attività tipica di uno studio oculistico e la rende perfettamente integrata alle altre, superando la frammentazione dei processi; si parla di attività semplici, come la gestione delle prenotazioni di appuntamenti, ma soprattutto

¹¹⁶ CDC, *About the Data: Managed Vision Care*, <https://www.cdc.gov/vision-health-data/data-sources/managed-vision-care.html>

¹¹⁷ Comunicato stampa EssilorLuxottica, *EssilorLuxottica introduce la sua piattaforma digitale innovativa per la gestione dei negozi di ottica*, <https://www.essilorluxottica.com/cap/content/143542/>, pagina 1, 2023

¹¹⁸ EssilorLuxottica, *Universal Registration Document*, <https://www.essilorluxottica.com/it/cap/content/171052/>, pagina 12, 2023

complesse, come la teleoptometria (assistenza optometrica¹¹⁹ a distanza). Inoltre, una parte fondamentale della diagnosi è il processo di *imaging* caratteristico dell'oftalmologia, approfondito nel Capitolo 2. Per tutte queste attività, l'utilizzo dei Big Data, dell'Intelligenza Artificiale e del Machine Learning è cruciale: le ricerche in questi settori sono completamente guidate dai dati e non basate sul tradizionale approccio “*observation-to-hypothesis*”¹²⁰ (“dall'osservazione all'ipotesi”). Il metodo *data-driven*, infatti, consente alcune scoperte che superano i confini dei metodi di ricerca classici.

Quando si impiegano tecnologie avanzate per la prevenzione, la diagnosi e la cura delle malattie oculari si parla di *Advanced Vision Care* o Cura Oculistica Avanzata. EssilorLuxottica sta muovendo dei passi nella direzione del *med-tech*, proponendo tecniche di *imaging* avanzato come la Tomografia Oculare Computerizzata a Coerenza Ottica o OCT, strumento di indagine per immagini di ultima generazione non invasivo e indolore¹²¹. A luglio 2024, infatti, l'azienda ha firmato un accordo per l'acquisizione di una partecipazione dell'80% in Heidelberg Engineering¹²², un'azienda tedesca leader nel settore dell'oftalmologia clinica e specializzata in tecnologie chirurgiche digitali. La competenza scientifica e tecnologica di HE, unita alle innumerevoli risorse possedute da EssilorLuxottica nel campo ottico, ottimizzerà l'esperienza di clienti e professionisti.

In ambito di inclusione, invece, EssilorLuxottica si impegna a promuovere e sostenere la diversità non solo all'interno dei suoi uffici. A inizio 2023, ha acquisito la *Nuance Hearing*, inserendosi così nel mercato delle soluzioni acustiche, e ha successivamente lanciato **Nuance Audio**, “il primo paio di occhiali che integra un dispositivo acustico invisibile per perdite uditive da lievi a moderate”¹²³. Con un team di

¹¹⁹ Optometria: unione tra ottica, fisiologia e psicologia, questa scienza si occupa della cura delle disfunzioni visive (come la miopia) ma non delle patologie gravi, <https://www.sopti.it/chisiamo/optometria-in-sintesi/>

¹²⁰ C. S. Lee, J. D. Brandt, A. Y. Lee, *Big Data and Artificial Intelligence in Ophthalmology: Where Are We Now?*, [https://www.ophtalmologyscience.org/article/S2666-9145\(21\)00034-8/fulltext](https://www.ophtalmologyscience.org/article/S2666-9145(21)00034-8/fulltext), pagina 1, 2021

¹²¹ GVM, *OCT*, <https://www.gvmnet.it/esami/oct#:~:text=L'OCT%20o%20Tomografia%20Oculare,generazione%20non%20invasivo%20e%20indolore.&text=L'esame%20dell'OCT%20permette,superficiali%20e%20profondi%20dell'occhio.>

¹²² Comunicato stampa EssilorLuxottica, *EssilorLuxottica firma un accordo per l'acquisizione di una quota di maggioranza in Heidelberg Engineering e cresce nel med-tech*, <https://www.essilorluxottica.com/cap/content/202358/>, pagine 1-2, 2024

¹²³ Nuance Audio, *Nuance Audio*, <https://www.nuanceaudio.com/it-it>

ricercatori e tramite diverse risorse R&D (Research&Development) di EssilorLuxottica, è stato elaborato un prodotto rivoluzionario a sostegno dei consumatori con disturbi uditivi modesti, che oggi ammontano a circa 1,25 miliardi. Con Nuance Audio è possibile correggere la propria vista e disporre contemporaneamente di un apparecchio acustico invisibile, oppure, in assenza di problemi visivi, indossare occhiali da sole o non graduati che camuffino il dispositivo per l'udito. Integrata nella classica montatura dell'occhiale, infatti, vi è una tecnologia *open-ear*, capace di enfatizzare le voci delle persone che stanno parlando all'interno di un ristretto raggio d'azione, dando l'impressione che il resto dei rumori siano più sommessi. Come riporta la rivista statunitense *Wired*, "l'audio viene processato digitalmente e restituito alle orecchie dai piccoli speaker posizionati nelle asticelle, senza che le persone vicine percepiscano il suono"¹²⁴. Nella montatura sono inseriti 6 microfoni, un chip, una batteria ed elettronica per la gestione dell'audio; la componente software e alcune caratteristiche del prototipo sono ancora in fase correttiva, ma il prodotto è già estremamente promettente. Il ritardo dei suoni è impercettibile (pochi millisecondi) e l'autonomia dell'occhiale è pari a 8 ore, dopo le quali necessita di essere ricaricato appoggiandolo alla sua custodia, dotata di tecnologia wireless. Come si legge nel Documento di Registrazione Universale 2023 pubblicato da EssilorLuxottica, "Nuance Audio eliminerà la barriera psicologica che ha ostacolato l'adozione degli apparecchi acustici tradizionali"; l'azienda, dunque, mette a disposizione delle soluzioni a disagi non solo fisici, ma anche psicologici, dimostrando sensibilità e attenzione. L'interconnessione è caratteristica anche di questo prodotto: è necessario un rapido *set-up* iniziale che richiede l'utilizzo di un'applicazione, scaricabile su qualsiasi smartphone o *device*, al fine di calibrare l'occhiale alle necessità di udito dell'individuo. Questo permette una considerevole raccolta dati sul target, sulle abitudini e periodi di utilizzo, sulle preferenze audio e molto altro, aiutando l'azienda a perfezionare il prodotto e rilevarne le criticità. Sono occhiali estremamente *smart*, in quanto riescono ad adattarsi al contesto e alla situazione, permettendo alla persona che li indossa di non doversi necessariamente direzionare verso la persona parlante per ascoltarla. Una nuova frontiera che unisce tecnologia, fashion e salute e che ha un approccio totalmente *consumer-focused*.

¹²⁴ *Wired*, *Abbiamo provato Nuance Audio, i nuovi occhiali di EssilorLuxottica per "sentire"*, <https://www.wired.it/article/nuance-audio-occhiali-essilorluxottica-problemi-udito/>

A proposito di occhiali, introduciamo anche due delle innovazioni più discusse degli ultimi anni, di cui EssilorLuxottica è protagonista insieme a Meta: i Ray-Ban Stories e i Ray-Ban Meta. Rivoluzionarie ma in modo diverso rispetto a quella precedente, entrambe le proposte Ray-Ban sono prodotti futuristici. I **Ray-Ban Stories** sono la prima tipologia di *smart glasses* lanciata da Ray-Ban e Meta Platforms nel 2021, dopo l'annuncio dell'anno precedente in cui EL e Facebook dichiaravano una collaborazione pluriennale al fine di sviluppare una nuova generazione di occhiali intelligenti. A comunicarne l'uscita furono Mark Zuckerberg, co-fondatore e CEO di Facebook, e Rocco Basilico, Group Chief Wearables Officer¹²⁵, tramite un annuncio video in cui rivelavano le potenzialità del prodotto. L'intramontabile montatura *Wayfarer* di Ray-Ban è stata integrata con una *dual camera* da 5MP in grado di scattare foto e girare video, proprio dalla prospettiva dei nostri occhi. Oltre a ciò, essi dispongono di auricolari *open-ear* e di un sistema audio che consente di riprodurre la propria voce e i vari suoni in modo nitido durante video e telefonate. Anche in questo caso, è l'esperienza interconnessa e *seamless* ad essere la chiave del successo degli occhiali: infatti, essi sono stati lanciati insieme ad un'applicazione integrativa, Facebook View (disponibile sia per iOS che Android), attraverso la quale i video e le foto sono facilmente importabili, modificabili e, soprattutto, condivisibili sui canali social. Inizialmente sono stati lanciati negli Stati Uniti, Regno Unito, Australia, Irlanda, Canada e Italia, portando anche nel nostro Paese una grande ondata tecnologica; successivamente, sono stati diffusi anche in molti altri Paesi europei e non.

Ulteriore passo avanti viene fatto con i **Ray-Ban Meta**, lanciati nel 2023 e rappresentanti un nuovo scalino nella partnership tra EL e l'impresa statunitense. Il progetto guarda ad un futuro *phygital*, dove il fisico e il digitale sono sempre più legati. Evoluzione dei precedenti e ugualmente dotati di fotocamera (di migliore qualità), gli occhiali dispongono di un sistema audio, un microfono e sono connessi ad un'applicazione ottimizzata. Hanno un'importante funzione *live streaming* e sono, infatti, utilizzati da molti *influencer* e *content creator* per documentare alcuni eventi ed esperienze, facendoli vivere agli utenti "tramite i loro occhi". Si tratta di uno strumento comodo, integrato ad un accessorio d'uso comune, con cui riprendere scene quotidiane

¹²⁵ EssilorLuxottica, *Arrivano i Ray-Ban Stories: l'incontro fra tecnologia innovativa e stile all'avanguardia*, <https://www.essilorluxottica.com/it/area-stampa/storie/introducing-ray-ban-stories/>

senza tenere in mano uno smartphone. Collegati al proprio telefono, gli occhiali consentono di filmare tramite fotocamera oppure di attivare una diretta su Instagram e Facebook per massimo 30 minuti. Rispetto ai Ray-Ban Stories, la qualità è nettamente migliorata: la camera passa da 5 MP a 12 MP¹²⁶ e permette di girare video immersivi; la tecnologia *open-ear* risponde meglio ai bassi e la funzione *noise cancelling* è maggiore. Nonostante quest'ultima funzionalità, con i Ray-Ban Meta non si è completamente isolati dall'ambiente circostante e si riesce a rimanere vigili, anche quando si ascolta la musica o si fanno chiamate tramite essi.

Sono i primi occhiali esistenti dotati di Intelligenza Artificiale: Meta AI permette, infatti, di porre domande generiche e ricevere risposte audio, scattare foto e fare domande sul contenuto delle stesse o ancora chiedere dell'ambiente che si sta osservando¹²⁷. Meta AI è capace di tradurre in un'altra lingua delle scritte che si stanno guardando, inventare una didascalia per la foto appena scattata, identificare il tipo di pianta o fiore davanti ai propri occhi e molto altro. Chiaro è, dunque, l'utilizzo dell'NLP nel riconoscimento della voce, nella comprensione del linguaggio naturale utilizzato e nella risposta fornita. Da ogni interazione con la tecnologia degli occhiali, Intelligenza Artificiale e Machine Learning studiano i dati raccolti e propongono risposte e contenuti maggiormente personalizzati, migliorando quotidianamente la propria performance. È un prodotto ancora in fase di sviluppo e miglioramento, ma che riserva grandi potenzialità.

Una delle più grandi rivoluzioni nel settore ottico-oftamico che coinvolge l'Intelligenza Artificiale sono, però, le lenti **Varilux XR Series** del 2023, "lenti progressive che comprendono come si muovono gli occhi, garantendo nitidezza istantanea anche in movimento"¹²⁸. Dopo più di 60 anni di ricerca e sviluppo e oltre 70 brevetti, si è arrivati ad un risultato strabiliante, premiato con il Silmo d'Or durante l'edizione di una delle maggiori fiere dell'ottica in Europa, il Silmo 2023. Queste lenti sono studiate per combattere la presbiopia, un difetto oculare che crea difficoltà nella

¹²⁶ EssilorLuxottica, *Ecco la nuova generazione degli smart glasses Ray-Ban | Meta*, <https://www.essilorluxottica.com/it/area-stampa/comunicati-stampa/nuova-generazione-degli-smart-glasses-ray-ban-meta/>

¹²⁷ Meta, *Smart Glasses*, <https://www.meta.com/it-it/help/smart-glasses/articles/voice-controls/learn-more-meta-ai-ray-ban-meta-smart-glasses/>

¹²⁸ EssilorLuxottica, *Varilux XR series: la rivoluzionaria lente progressiva di EssilorLuxottica vince il Silmo d'Or*, <https://www.essilorluxottica.com/it/2023highlights/varilux-xr-series-silmo/>

messa a fuoco di oggetti vicini, sempre più frequente nella fascia tra i 40 e i 45 anni in quanto caratteristica dell'invecchiamento. Per arrivare a questo prodotto, sono state analizzate le abitudini e gli stili di vita di oltre 6.500 consumatori, al fine di comprendere dettagliatamente le loro esigenze in termini visivi. Si è constatato che, se normalmente i nostri occhi compiono oltre 100.000 movimenti al giorno, permettendoci di captare ogni dettaglio e informazione visiva, con l'introduzione dei *devices* digitali la situazione è diventata più complessa. Infatti, utilizzandoli quotidianamente, si è sempre più abituati a mettere a fuoco oggetti vicini e lontani più frequentemente di quanto si faceva in passato. Ciò, per i presbiteri, alimenta il disagio visivo, poiché il loro occhio richiede più sforzo nel mantenere costante nitidezza. Da questo problema nascono le lenti Varilux XR Series.

Al fine di utilizzare questo prodotto, il paziente deve svolgere un esame ottico, nel quale gli viene richiesto di eseguire una serie di attività e movimenti visivi realistici. Da questi, l'Intelligenza Artificiale raccoglie oltre 1 milione di dati esclusivi, creando un "gemello digitale" dell'individuo e prevedendo il suo comportamento visivo. Ciò consente di realizzare un paio di lenti completamente personalizzate, dalle quali la visione risulta sempre nitida, a qualsiasi distanza. Le Varilux XR Series, dunque, riducono eventuali distorsioni visive e facilitano il cambio di messa a fuoco tra oggetti vicini, lontani e intermedi.

Nel 2022, in Francia, è stato condotto da un istituto indipendente uno studio *in-life* su 73 persone, con lo scopo di verificare gli eventuali benefici delle lenti progressive Varilux XR Series nella quotidianità degli individui (già portatori di lenti multifocali). Dopo due settimane di test, si erano raggiunti considerevoli risultati: 9/10 individui avevano riscontrato una maggiore e istantanea nitidezza da ogni distanza, anche in movimento, e il 95% aveva dichiarato di essersi adattato a questo tipo di lenti dal primo giorno¹²⁹. Oggi è considerata la più recente innovazione nel segmento di alta gamma¹³⁰ e il marchio Varilux uno dei più raccomandati dagli esperti di settore. L'Italia è stato uno dei primi Paesi al mondo a lanciare questa innovazione sul mercato; ciò pone nuovamente la Nazione in una posizione di sviluppo e progresso senza precedenti.

¹²⁹ EssilorLuxottica, *Varilux XR Series: la rivoluzionaria lente progressiva di EssilorLuxottica vince il Silmo d'Or*, <https://www.essilorluxottica.com/it/2023highlights/varilux-xr-series-silmo/>

¹³⁰ EssilorLuxottica, *Varilux XR series vince il Silmo d'Or*, <https://www.essilorluxottica.com/it/area-stampa/storie/varilux-xr-series-vince-il-silmo-d-or/>

Le differenti tecnologie integrate in questo prodotto sono:

1. **Nanoptix**, che include un “assorbitore di distorsione dinamico”¹³¹ essenziale per ridurre lo *swim effect* tipico delle lenti progressive standard. Questo particolare effetto è una distorsione della vista che mostra gli oggetti leggermente in movimento quando si cambia la direzione del proprio sguardo oppure si ruota la testa.
2. **XTEND**, che permette una visione nitida completa, senza richiedere al portatore di muoversi al fine di trovare una prospettiva da cui veda meglio. Questa seconda tecnologia consente a chi indossa l’occhiale di potersi focalizzare su più punti (a differenza delle lenti progressive standard), anche in movimento.
3. **XR Motion**, basata sull’IA comportamentale¹³². Questa tecnologia permette l’ottimizzazione binoculare grazie alla definizione del profilo di comportamento visivo approfondito in precedenza; le lenti, quindi, vengono create sulla base del funzionamento corretto e coordinato di entrambi gli occhi, in qualsiasi direzione si rivolga lo sguardo. Ciò serve a migliorare la modalità con cui i due occhi lavorano insieme e aiuta a ridurre le disparità.

Alessandra Barzagli, *Marketing Director Lenses Wholesale* presso l’azienda, ha dichiarato che la reale potenza dell’Intelligenza Artificiale “parte dalla qualità, quantità e varietà dei dati che si analizzano, oltre che dal modo in cui avviene questa analisi”¹³³. Intelligenza Artificiale e tecniche di Machine Learning utilizzano un modello predittivo molto avanzato, che considera gli sforzi posturali, la perdita dell’acuità visiva, la coordinazione mano-occhio, i movimenti della testa e, appunto, il comportamento visivo. Ad oggi, Varilux XR Series è uno dei prodotti più di successo di EssilorLuxottica e Varilux è “il brand che ha contribuito maggiormente alla crescita della categoria lenti”¹³⁴.

¹³¹ Eyes on Eyecare, *What ODs Should Know About the AI-Powered Varilux XR Lens*, <https://eyesoneyecare.com/resources/ai-powered-varilux-xr-lens/>

¹³² Ottica Bianchi, *Essilor Varilux XR: le nuove lenti progressive intelligenti*, <https://www.otticabianchi.com/essilor-varilux-xr-le-nuove-lenti-progressive-intelligenti/>

¹³³ B2Eyes, *Essilor: con Varilux XR Series la progressiva incontra l’intelligenza artificiale*, <https://www.b2eyes.com/news/essilor-con-varilux-xr-series-la-progressiva-incontra-lintelligenza-artificiale>

¹³⁴ Comunicato stampa EssilorLuxottica, *Fatturato del primo trimestre 2024*, <https://www.essilorluxottica.com/cap/content/175730/>, pagina 3, 2024

Oltre ai programmi e prodotti innovativi precedentemente elencati, EssilorLuxottica ha implementato nuove strategie di Digital Interactive Engagement negli *store* fisici e digitali, per migliorare la relazione con il consumatore e conoscerlo più a fondo. Innanzitutto, nel 2023, EssilorLuxottica ha lanciato una versione aggiornata della sua piattaforma di e-commerce B2B¹³⁵, [my.EssilorLuxottica.com](https://my.essilorluxottica.com). Sul sito web è stato aggiunto un *tool* di Digital Interactive Engagement chiamato *Lens Simulator*: si tratta di uno strumento immersivo e interattivo che consente agli utenti di simulare la prova di diverse montature, compararle con altre e accedere a informazioni su caratteristiche e benefici dei prodotti selezionati.

Nei punti vendita, invece, è possibile provare lo *Smart Shopper*, un “catalogo digitale infinito” che supporta la ricerca della montatura di occhiali perfetta per il proprio viso grazie all’Intelligenza Artificiale. Analizzati i dettagli delle caratteristiche facciali del consumatore tramite l’IA, lo *Smart Shopper* consiglia i modelli più adatti, attraverso un’esperienza totalmente personalizzata e accattivante. Algoritmi di Machine Learning e Deep Learning, inoltre, imparano costantemente dai dati e dalle preferenze espresse dai consumatori per migliorare le proprie risposte e suggerimenti. È un vero e proprio *Virtual Mirror* che permette di specchiarsi e muoversi “indossando” la montatura, la quale riproduce fedelmente il design e i materiali utilizzati. Semplice e intuitivo da utilizzare, questo strumento diverte e incuriosisce, aumentando il coinvolgimento dei consumatori e l’affluenza in negozio. Esso dà anche la possibilità di simulare la prova di una montatura sulla foto di persone terze, ad esempio per fare un regalo.

Meccanismi di IA sono, infine, utilizzati anche nella piattaforma Red Carpet, servizio esclusivo dove i clienti premium dell’azienda possono accedere a consulenze e raccomandazioni. L’IA, in questo contesto, tramite una continua Data Analysis, classifica i prodotti in base alle nuove esigenze, tendenze di mercato e dati demografici, per offrire una maggiore personalizzazione.

Le soluzioni innovative elencate, dunque, sottolineano quanto un’integrazione tecnologica avanzata possa portare prodotti e servizi nuovi sul mercato, adatti a migliorare la quotidianità delle persone. EssilorLuxottica, come visto, è un’azienda in continuo

¹³⁵ EssilorLuxottica, *Essere leader nella trasformazione digitale del settore*, <https://www.essilorluxottica.com/it/2023highlights/trasformazione-digitale/>

sviluppo e aggiornamento, costantemente al passo dei progressi scientifici; tuttavia, non è la sola ad operare in questa direzione. La divisione HELIX con Vision(X), ad esempio, non è l'unica soluzione di questo tipo presente nel settore: *Topcon Harmony* è, infatti, una piattaforma molto simile a quella proposta da EssilorLuxottica. La *Topcon Healthcare* è, innanzitutto, una divisione del produttore giapponese *Topcon Corporation* ed è un fornitore mondiale di soluzioni software e dispositivi medici specifici per il settore oftalmico¹³⁶. Nel 2024, l'azienda ha annunciato una collaborazione con Microsoft Corporation al fine di creare *Harmony*, una piattaforma *web-based* di gestione dati che collega strumenti oftalmici, professionisti e tecnologie innovative per favorire l'efficienza e l'accuratezza dei flussi di lavoro clinici¹³⁷. È una soluzione digitale basata sull'Intelligenza Artificiale e sul *Cloud*, che vuole migliorare accesso, qualità e costi dell'assistenza sanitaria. Per fare ciò, il progetto propone la possibilità di svolgere un rapido screening preliminare *AI-based* tramite l'oculomica¹³⁸, scienza che aiuta ad ottenere informazioni anche sulla salute neurologica e sistemica dei pazienti. In questo caso, si è mosso un passo avanti verso i nuovi sviluppi e possibilità dell'Intelligenza Artificiale nell'oftalmologia, che verranno approfonditi in seguito. Estremamente simili nelle intenzioni e negli approcci, queste piattaforme dimostrano l'impegno delle due aziende nell'investire nei Big Data e nelle tecnologie di IA per garantire migliori servizi ai pazienti e crescere nel *med-tech*.

Gli occhiali Nuance Audio, invece, sono gli unici attualmente in circolazione ad offrire un supporto uditivo oltre a quello visivo, posizionando EssilorLuxottica come pioniere di un prodotto che unisce due settori strettamente legati alla salute. In questo caso, è evidente come l'Intelligenza Artificiale sia rivoluzionaria anche per l'ambito dell'udito, adattandosi in *real-time* alle necessità d'ascolto del portatore permettendogli un'esperienza ottimizzata in qualsiasi circostanza e contesto. Non si può dire lo stesso, invece, dei Ray-Ban Meta: in commercio, oggi, vi sono molteplici tipologie di *smart glasses* che integrano tecnologie avanzate per diverse funzioni. Nonostante ciò, oggi, i

¹³⁶ Eyes on Glance, *Topcon and Microsoft partner on AI-based healthcare platform*, <https://glance.eyesoneyecare.com/stories/2024-05-10/topcon-and-microsoft-partner-on-ai-based-healthcare-platform/>

¹³⁷ Topcon Healthcare, *Harmony*, https://topconhealthcare.eu/en_EU/products/harmony

¹³⁸ Topcon, *Topcon Healthcare Inc. partners with Microsoft to deliver AI-powered 'Healthcare from the Eye' through a connected healthcare platform*, <https://global.topcon.com/news/12014/>

Ray-Ban Meta risultano essere gli unici *smart glasses* che combinano montatura standard e leggera, funzionalità adattabili al contesto, implementazione dell'IA per numerosi scopi, auricolari con *noise cancelling*, fotocamera di alta qualità e molto altro, mantenendo un prezzo competitivo. Infatti, ad esempio, gli *XREAL Air 2*, considerati tra i migliori *smart glasses* in circolazione, presentano una montatura più pesante ed elaborata, permettono di proiettare uno schermo virtuale “a distanza” davanti agli occhi del portatore ma solo tramite collegamento ad un *device esterno* e non presentano memoria o capacità di elaborazione proprie¹³⁹. Altre soluzioni promettenti sfruttano maggiormente la Realtà Aumentata (come quelli appena descritti), sono limitati a specifiche funzioni e contesti e hanno costi decisamente più alti.

Per quanto concerne le lenti progressive Varilux XR Series, invece, l'unica pari soluzione avanguardistica è rappresentata dalle lenti progressive Zeiss SmartLife Individual 3. Le lenti Zeiss SmartLife, a differenza delle Varilux, sfruttano la tecnologia *Intelligence Augmented Design*, “utilizzata per ottimizzare la lente in base al comportamento visivo e alle esigenze personali del portatore”¹⁴⁰. Si tratta di un tipo di Intelligenza Artificiale che adopera algoritmi di apprendimento automatico e diversi *tools* di analisi dei dati supportando la performance e l'operato umano, senza sostituirli. Per questo, si parla di “Intelligenza Aumentata”. Ugualmente progettate per i presbiti, queste lenti si basano sulla raccolta di oltre 12 milioni di punti di dati¹⁴¹, garantendo massima personalizzazione anche in base all'età dell'individuo. Esse considerano il comportamento visivo, l'anatomia, la fisiologia, lo stato optometrico e le abitudini della persona¹⁴². Per il loro sviluppo, l'algoritmo di IAD raccoglie vari parametri dall'ordine effettuato e, utilizzando il *database* a disposizione, fornisce al cliente la migliore soluzione finale. Nonostante l'approccio leggermente diverso, entrambi i prodotti sfruttano IA e Machine Learning per creare lenti personalizzate, con garanzia di nitidezza visiva a qualsiasi distanza e in movimento. L'intervento umano, in ogni caso, è presente

¹³⁹ Ninja Business School, *I migliori Smart Glasses del 2023*, <https://www.ninja.it/migliori-smart-glasses/>

¹⁴⁰ ZEISS, *ZEISS SmartLife lenses*, [https://www.zeiss.com/vision-care/en/eye-care-professionals/lenses/lenses-for-every-need/lenses-for-a-connected-and-on-the-move-lifestyle.html#:~:text=ZEISS%20Intelligence%20Augmented%20Design%20\(IAD,%2C%20digital%20and%20progressive%20lenses\).](https://www.zeiss.com/vision-care/en/eye-care-professionals/lenses/lenses-for-every-need/lenses-for-a-connected-and-on-the-move-lifestyle.html#:~:text=ZEISS%20Intelligence%20Augmented%20Design%20(IAD,%2C%20digital%20and%20progressive%20lenses).)

¹⁴¹ Viggì Ottici, *Come funziona l'Intelligenza Aumentata nelle Lenti Zeiss Individual 3*, <https://viggioptici.com/lenti-zeiss-individual-3/>

¹⁴² ZEISS Vision USA, *ZEISS SmartLife: The Glasses That Understand How YOU See*, <https://www.youtube.com/watch?v=SUL9HEAHUwg>

anche nella creazione delle lenti Varilux XR Series, in quanto la progettazione è seguita da professionisti che hanno assistito all'esame preliminare.

EssilorLuxottica, dunque, si dimostra essere in una posizione avanzata in aree anche molto diverse tra loro, dall'*eyecare* al *retail*, investendo continuamente nella ricerca scientifica per portare il settore ottico-oftalmico verso nuove opportunità.

3.5 Sviluppi futuri delle tecnologie e dei prodotti avanguardistici

La ricerca riguardo l'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale nel settore ottico-oftalmico è accelerata negli ultimi anni, portando a previsioni interessanti.

Sistemi di Machine Learning e Deep Learning sono, dunque, in grado di analizzare con estrema accuratezza le immagini dell'occhio per la diagnosi e la prognosi¹⁴³. L'esame da parte di queste tecnologie permette di individuare eventuali anomalie e forme sospette, sottoposte successivamente al giudizio del medico oculista. Questo processo permette una doppia verifica e un'analisi attenta dei particolari, alleggerendo il carico di lavoro dei professionisti. Ad oggi, con i recenti studi e sviluppi, l'IA sembra essere in grado di constatare la salute generale di un individuo semplicemente dall'osservazione dello stato del suo occhio. A settembre 2023, i ricercatori del *Moorfields Eye Hospital* e dell'*UCL Institute of Ophthalmology (IoO)*¹⁴⁴ hanno dichiarato, tramite Comunicato stampa, lo sviluppo di un sistema di Intelligenza Artificiale capace di identificare le malattie oculari e non solo: esso riesce anche a riconoscere e prevedere, dallo studio dell'occhio, altre condizioni di salute dell'individuo, come ictus, infarti e morbo di Parkinson. Il sistema, chiamato *RETFound*, è un modello di IA istruito su milioni di scansioni oculari del *National Health Service* del Regno Unito. Questo sistema, altamente complesso, è stato dunque addestrato sui Big Data in modo da conoscere milioni di variabili ed essere un passo avanti rispetto agli attuali sistemi di IA, riconoscendo anche le malattie più rare e rendendo le proprie diagnosi accurate su tutti i tipi di popolazioni. Il Professor Pearse Keane, nel Comunicato stampa precedentemente menzionato, afferma: “*Questo è un altro*

¹⁴³ DottNet, *Congresso nazionale SISO: Intelligenza Artificiale, le nuove frontiere dell'oftalmologia e le promesse dell'oculomica*, <https://www.dottnet.it/articolo/32536282/congresso-nazionale-siso-intelligenza-artificiale-le-nuove-frontiere-dell-oftalmologia-e-le-promesse-dell-oculomica>

¹⁴⁴ Moorfields Eye Hospital, *Moorfields launch AI model to boost global research into reducing blindness*, <https://www.moorfields.nhs.uk/about-us/news-and-blogs/news/moorfields-launch-ai-model-to-boost-global-research-into-reducing-blindness>

grande passo verso l'uso dell'Intelligenza Artificiale per reinventare l'esame della vista del ventunesimo secolo, sia nel Regno Unito che a livello globale”¹⁴⁵. Infatti, l’obiettivo esposto dai ricercatori sarà quello di rendere il sistema *open-source* e disponibile per le istituzioni mondiali, al fine di ottimizzare le diagnosi e cure. Continua: “*Mostriamo diverse condizioni esemplari in cui RETFound può essere utilizzato, ma ha il potenziale per essere ulteriormente sviluppato per centinaia di altre malattie oculari pericolose per la vista che non abbiamo ancora esplorato*”, alludendo alle ulteriori potenzialità di queste tecnologie. Il modello è stato sviluppato tramite apprendimento *self-supervised* su 1,6 milioni di immagini retiniche non etichettate¹⁴⁶ dal *Moorfields Eye Hospital*. L’addestramento è simile a quello usato con ChatGPT, che apprende grandi quantità di dati testuali e sviluppa un *tool* linguistico molto versatile; ugualmente viene fatto tramite le scansioni retiniche, su cui si sviluppa e adatta il modello con potenzialità illimitate. Questo nuovo progetto, che sfrutta e perfeziona le prestazioni dell’Intelligenza Artificiale e del Machine Learning, non solo migliorerà la diagnosi di patologie oculari (come il glaucoma o la retinopatia diabetica), ma aiuterà a prevedere malattie sistemiche, tra cui l’insufficienza cardiaca. Il campo di ricerca di riferimento è la precedentemente menzionata **oculomica**, disciplina sviluppatasi di recente che, grazie alle tecniche di *imaging* con l’IA, definisce lo stato di salute generale dell’individuo partendo dall’analisi oftalmica. Si tratta di un’innovazione straordinaria nel *med-tech*, ambito in cui EssilorLuxottica ha intenzione di crescere e nel quale è già entrata a contatto con simili tecnologie. EL ha infatti acquisito una quota di maggioranza della Heidelberg Engineering, leader mondiale nell’*imaging* ad alta tecnologia. L’azienda tedesca, a maggio 2024, ha annunciato una partnership in collaborazione con Eye2Gene, progetto pionieristico di Intelligenza Artificiale finanziato dal *National Institute for Health and Care Research* (NIHR)¹⁴⁷ con sede proprio al *Moorfields Eye Hospital* e *UCL Institute of Ophthalmology* menzionati riguardo al *RETFound*. Il progetto mira a rivoluzionare la

¹⁴⁵ Moorfields Eye Hospital, *Moorfields launch AI model to boost global research into reducing blindness*, <https://www.moorfields.nhs.uk/about-us/news-and-blogs/news/moorfields-launch-ai-model-to-boost-global-research-into-reducing-blindness>

¹⁴⁶ DottNet, *Congresso nazionale SISO: Intelligenza Artificiale, le nuove frontiere dell’oftalmologia e le promesse dell’oculomica*, <https://www.dottnet.it/articolo/32536282/congresso-nazionale-siso-intelligenza-artificiale-le-nuove-frontiere-dell-oftalmologia-e-le-promesse-dell-oculomica>

¹⁴⁷ Heidelberg Engineering, *Eye2Gene and Heidelberg Engineering Announce Collaborative Partnership at ARVO 2024*, <https://www.heidelbergengineering.com/us/press-releases/eye2gene-and-heidelberg-engineering-announce-collaborative-partnership-at-arvo-2024/>

diagnostica oftalmica e la cura dei pazienti con malattie ereditarie della retina, grazie all'algoritmo di IA che predice i geni di queste specifiche patologie. HE e EL stanno investendo sempre più nell'integrazione di IA e Machine Learning in oftalmologia e non si esclude, dunque, che i loro servizi di *Advanced Vision Care* possano incontrare in futuro le innovazioni e discipline approfondite nel paragrafo.

Anche l'ottica, negli ultimi anni, si è affacciata a nuovi progressi e prospettive. La cura e correzione della vista, oggi, non sono più strettamente legate alla mera prescrizione medica: l'occhiale è diventato un oggetto di stile, che sdogana alcuni disagi legati ai disturbi ottici (e non solo). La nuova era degli *smart glasses* deve parte della sua portata rivoluzionaria a EssilorLuxottica, grazie ai suoi prodotti, precedentemente menzionati, Nuance Audio e Ray-Ban Stories e Meta. Nuance Audio è un occhiale senza precedenti né attuali competitors, essendo stato lanciato sul mercato nel 2024: estremamente rivoluzionario per la *hearing care*, è un prodotto non ancora testato globalmente e su cui si stanno sviluppando nuovi studi. Con la sua funzionalità intelligente e la sua doppia utilità, ha tutte le caratteristiche per diventare un prodotto d'uso comune, educando la popolazione sull'importanza di curare la propria vista e il proprio udito senza vergogna e paura. La stessa situazione si affronta per le lenti progressive Varilux XR Series, recentemente lanciate sul mercato e oggi tra le prime soluzioni avanguardistiche nel campo della presbiopia. È un prodotto estremamente personalizzabile e adattabile alle diverse esigenze ottiche e di vita, su cui sono ancora in corso studi riguardo i possibili sviluppi futuri.

I tradizionali *smart glasses*, invece, in circolazione da diversi anni, presentano ampio margine di sviluppo e offrono nuove direzioni percorribili. Innanzitutto, sarà maggiore l'integrazione tra Intelligenza Artificiale e Realtà Aumentata, che ne ridefinirà l'esperienza¹⁴⁸. Dalla Realtà Aumentata ci si aspetta un miglior integrazione degli elementi digitali nella realtà, dove le informazioni verranno sovrapposte con fluidità all'ambiente naturale. L'Intelligenza Artificiale, invece, darà supporto e ottimizzerà questi aspetti tramite previsioni sulle necessità dell'utente in base all'ambiente, al contesto, al comportamento e allo stato emotivo. Ad esempio, gli *smart glasses* del futuro

¹⁴⁸ ORCAM, *The Future is Now: Unveiling the Next Gen of Smart Glasses*, <https://www.orcam.com/en-us/blog/future-of-smart-glasses>

consentiranno di visualizzare in tempo reale delle informazioni su ciò che stiamo guardando, come le valutazioni di un ristorante o dettagli su un sito storico che si sta visitando. Si prospettano degli occhiali *phygital* totalmente integrati al mondo naturale, dove le informazioni non solo saranno immediatamente accessibili ma anticiperanno la ricerca manuale o auricolare, permettendoci un'interazione profonda con il mondo circostante. Sono previste nuove soluzioni per aumentare la durata della batteria, come l'utilizzo di tecnologie che trasformano l'energia solare o il calore corporeo in elettricità; ciò permetterà di vivere un'esperienza immersiva pratica e senza preoccupazioni. Sicurezza dei dati e privacy dei cittadini verranno potenziate, anche nella realizzazione di video: si addestrerà l'Intelligenza Artificiale a sfocare volti, targhe delle auto o informazioni sensibili durante le riprese.

Gli occhiali intelligenti saranno introdotti in svariati settori, beneficiando gli utilizzatori con le loro potenzialità e opportunità. Non si parla solo di contesti ludici o educativi, nei quali le esperienze immersive potranno aiutare la comprensione e l'apprendimento: gli *smart glasses* diventeranno sempre più utili anche in ambito sanitario. Grazie alle diverse funzioni permesse da RA e IA, questi occhiali consentiranno agli studenti di praticare procedure complesse in contesti controllati e in sicurezza¹⁴⁹. Così facendo, gli allievi potrebbero acquisire competenze specifiche in modo più rapido, riducendo i costi di formazione. Le tecnologie indossabili, inoltre, monitoreranno continuamente i segni vitali dei pazienti, fornendo dati utili, e in tempo reale, sul loro stato di salute; ciò sarà essenziale soprattutto nella cura di pazienti con patologie croniche, poiché gli occhiali potranno aiutare nella rilevazione precoce di problematiche e consentire un intervento professionale immediato. Attraverso gli *smart glasses*, inoltre, sarà possibile visualizzare specifici dati sanitari, a supporto del lavoro dei medici e dell'assistenza ai pazienti.

A riprova del suo impegno e della sua volontà di crescita anche nella categoria *smart eyewear*, il 17 settembre 2024 EssilorLuxottica ha comunicato al pubblico una collaborazione a lungo termine con Meta per lavorare sugli *smart glasses* del futuro. Nel

¹⁴⁹ Markets&Markets, *The Future of Smart Glasses: Predictions and Emerging Technologies*, <https://www.marketsandmarkets.com/blog/SE/future-smart-glasses#:~:text=Healthcare%20and%20Accessibility,procedures%20in%20safe%2C%20controlled%20settings>.

Comunicato stampa¹⁵⁰ si leggono le parole di Mark Zuckerberg, il quale esprime l'intenzione delle due aziende di “trasformare un paio di occhiali nella principale piattaforma tecnologica del futuro”. L'azienda, dunque, è pronta a nuovi progressi anche in questo settore, con l'obiettivo di continuare a migliorare la qualità della vita delle persone.

3.6 Privacy e sicurezza dei dati

I Big Data sono, dunque, alla base dei più intricati algoritmi di Intelligenza Artificiale, Machine Learning, Deep Learning e delle loro ulteriori declinazioni. Essi alimentano costantemente i servizi e i prodotti precedentemente approfonditi e non solo, garantendo all'IA e al ML un aggiornamento e apprendimento costante. È però da considerare anche la questione della sicurezza di utilizzo dei propri dati personali da parte di queste tecnologie, soprattutto in settori sensibili come quello medico. All'aumentare delle promesse e delle aspettative legate alle applicazioni dell'IA, crescono, infatti, anche molte considerazioni e preoccupazioni etiche per pazienti e operatori sanitari.

Il 13 marzo 2024, il Parlamento Europeo ha approvato l'*AI Act*, un regolamento che mira a creare un quadro normativo armonizzato e proporzionato per l'Intelligenza Artificiale (IA) nell'Unione Europea¹⁵¹. Lo scopo primario dell'*Act* è quello di garantire un utilizzo dell'IA etico, sicuro e rispettoso dei diritti fondamentali e valori europei. La disciplina della protezione e sicurezza dei dati personali spetta però principalmente al **GDPR**. Entrata in vigore nel 2016, la *General Data Protection Regulation* è la principale normativa europea riguardo la protezione dei dati personali¹⁵². Con questo regolamento si raggiunge una dimensione di “controllo del dato”, secondo cui i propri dati personali hanno libera circolazione nel rispetto dei diritti dell'individuo. Ogni persona, infatti, deve poter essere a conoscenza degli scopi e modalità di utilizzo delle sue informazioni, per la tutela personale ma anche pubblica. Inoltre, il titolare e/o responsabile del trattamento dei dati personali ha un dovere di *accountability* (o responsabilità) nei confronti del pubblico

¹⁵⁰ Comunicato stampa EssilorLuxottica, *EssilorLuxottica e Meta annunciano una collaborazione a lungo termine per la categoria degli smart eyewear del futuro*, <https://www.essilorluxottica.com/cap/content/205690/>

¹⁵¹ Agenda Digitale, *Ai act: cos'è e come plasma l'intelligenza artificiale in Europa*, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/ai-act-ci-siamo-ecco-come-plasmera-il-futuro-dellintelligenza-artificiale-in-europa/>

¹⁵² Protezione Dati Personali, *Regolamento generale per la protezione dei dati*, <https://protezionedatipersonali.it/regolamento-generale-protezione-dati>

e del singolo; deve infatti dimostrare con trasparenza, costanza e disponibilità le proprie azioni nel rispetto del regolamento. Il GDPR, inoltre, è un approccio *risk based*, ovvero “basato sulla valutazione del rischio”: grazie a questa, si definisce il grado di responsabilità del titolare/responsabile. Ciò deve considerare alcuni fattori, come il contesto, la portata, la natura e finalità del trattamento e i diritti degli utenti. In riferimento al GDPR, l’*AI Act* richiede che, nei sistemi che utilizzano dati sensibili (definiti “ad alto rischio”), si integrino adeguate misure di sicurezza e *privacy by design*. Il concetto di “*privacy by design*” riguarda l’inclusione dei limiti di *privacy* durante la progettazione, per un processo di prevenzione e non di correzione¹⁵³.

Nell’ambito della *cybersecurity*, EssilorLuxottica dimostra onestà e trasparenza, corredando il proprio sito web di un Codice Etico e svariati Comunicati stampa sulla questione della *privacy* e sicurezza dei dati, soprattutto a seguito del *data breach* da cui è stata colpita nel 2021. In quell’anno, infatti, uno dei suoi partner (rimasto anonimo) subì una violazione dei dati e vennero esposte le informazioni sensibili di oltre 70 milioni di clienti. L’anno successivo, inoltre, questo *database* venne messo in vendita sul forum *Breached*, successivamente chiuso grazie all’intervento dell’FBI e delle forze di Polizia¹⁵⁴; venne poi arrestato anche l’*hacker*. Oggi l’azienda ha rafforzato i propri sistemi di sicurezza istituendo il *Computer Security Incident Response Team* (EL-CSIRT), che si occupa di identificare e anticipare le minacce informatiche attraverso un costante monitoraggio, proteggendo le informazioni tramite strumenti e servizi di *cybersecurity*¹⁵⁵. Nel 2024, inoltre, EssilorLuxottica IT EyeCare ha ottenuto le certificazioni ISO27001 e ISO27701, alti standard globali in termini di “*information security, cybersecurity and privacy protection*” e “*privacy information management*”¹⁵⁶. Collaborando con TÜV Italia srl, accreditato ente di certificazione, EssilorLuxottica ha migliorato i processi

¹⁵³ Protezione Dati Personali, *Privacy by design e by default*, <https://protezionedatipersonali.it/privacy-by-design-e-by-default>

¹⁵⁴ CybersecurityItalia, *Luxottica conferma il data breach del 2021 ai danni di un fornitore terzo*, <https://www.cybersecitalia.it/luxottica-conferma-il-data-breach-del-2021-ai-danni-di-un-fornitore-terzo-70-milioni-di-dati-personali-di-clienti-finiti-nel-dark-web/24810/>

¹⁵⁵ Comunicato stampa EssilorLuxottica, *EL-CSIRT*, <https://www.essilorluxottica.com/it/cap/content/154322/>

¹⁵⁶ EssilorLuxottica, *EssilorLuxottica IT EyeCare ottiene le prestigiose certificazioni ISO27001 e ISO27701 per i suoi alti standard nel trattamento dati nella telemedicina*, <https://www.essilorluxottica.com/it/area-stampa/storie/certificazioni-iso27001-iso27701/>

interni rientrando nei criteri del *Clinical Data Management* e ha portato un'offerta protetta ed estremamente innovativa nel mercato della telemedicina.

Gli algoritmi di Intelligenza Artificiale e Machine Learning risultano essere spesso vulnerabili a violazioni di dati, i quali possono essere usati impropriamente. Ad esempio, nel caso di una malattia cronica, la diffusione dei dati sanitari privati potrebbe compromettere le coperture sanitarie di un individuo (come quelle assicurative) o le opportunità di lavoro dello stesso. Inoltre, devono essere considerate anche le criticità legate alla strutturazione degli algoritmi: alcuni sistemi di Intelligenza Artificiale, infatti, mancano di trasparenza, non esplicitando le logiche che hanno portato ad una determinata decisione o risposta. A settembre 2023 è stato rilasciato il “**Decalogo del Garante della Privacy sull'Utilizzo dell'Intelligenza Artificiale in Sanità**”¹⁵⁷, un elenco di dieci principi, coerenti con il GDPR, sull'uso responsabile dell'IA nell'ambito sanitario. Tra questi, figurano: l'adozione dei principi di *accountability* e di *privacy by design* menzionati in precedenza, la definizione di ruoli specifici di ogni parte coinvolta, la non discriminazione algoritmica, l'integrità e la riservatezza. Dunque, alcune soluzioni per sviluppare dei sistemi affidabili di AI e ML sono:

- L'implementazione di sistemi di controllo supervisionati, a garanzia dell'affidabilità dell'operato delle tecnologie;
- L'anonimizzazione e pseudonimizzazione avanzate, per deidentificare i dati sanitari¹⁵⁸. In questo modo, i dati rimangono utili ai fini delle analisi ma non possono essere usati per l'identificazione individuale. Soluzioni come la *Differential Privacy* consentono, infatti, di rendere anonimi i dati tramite la randomizzazione, ovvero l'aggiunta di un elemento casuale;
- Gli investimenti nella *cybersecurity* e nei suoi strumenti;
- La trasparenza verso il consumatore e l'educazione dello stesso riguardo opportunità e rischi in materia.

¹⁵⁷ GPDP, *Decalogo per la realizzazione di servizi sanitari nazionali attraverso sistemi di Intelligenza Artificiale*, <https://www.garanteprivacy.it/documents/10160/0/Decalogo+per+la+realizzazione+di+servizi+sanitari+nazionali+attraverso+sistemi+di+Intelligenza+Artificiale.pdf/a5c4a24d-4823-e014-93bf-1543f1331670?version=2.0, 2023>

¹⁵⁸ PRINEOS, *L'intelligenza artificiale e i dati sanitari: una combinazione ricca di promesse ma con diverse insidie nell'ambito privacy*, <https://prineos.com/it/blog/1-intelligenza-artificiale-e-i-dati-sanitari/>

Procedendo nel rispetto della privacy e della sicurezza del cittadino, i nuovi sviluppi tecnologici nell'ambito della Big Data Analysis, dell'IA e del ML possono davvero trasformare i meccanismi sociali, migliorando la quotidianità di tutti. EssilorLuxottica, in questo senso, costituisce una prova di innovazione, progresso e crescita aziendale, che investe nella ricerca e crede nel cambiamento. Una realtà italiana avanguardistica che si sta spingendo oltre i confini del suo settore, per estendere la tecnologia alla cura dell'individuo in toto, partendo dagli occhi.

CONCLUSIONI

Il presente elaborato si è proposto di indagare il peso e le potenzialità che Big Data, Intelligenza Artificiale e Machine Learning hanno nel settore ottico-oftalmico, conducendo uno studio sul caso EssilorLuxottica. L'azienda rappresenta attualmente uno dei principali attori mondiali nel settore dell'*eyecare* e il suo costante impegno verso l'innovazione e la trasformazione l'ha resa esempio della potenza di queste tecnologie. Dalla ricerca è emersa una forte crescita dell'oftalmologia nel settore del *med-tech*, caratterizzato da un'incessante sperimentazione di nuovi strumenti e metodi a garanzia di proposte di prevenzione, diagnosi e cura dell'occhio senza precedenti. Intelligenza Artificiale ma soprattutto Machine Learning e Deep Learning stanno definendo un nuovo approccio all'oftalmologia, utilizzando l'occhio come portale d'accesso alle specifiche di salute generale degli individui. È grazie a questi sistemi tecnologici all'avanguardia che il panorama medico si sta affacciando alla nuova disciplina dell'oculomica, che consentirà una previsione di malattie neurologiche, neurodegenerative e sistemiche largamente anticipata rispetto ai metodi odierni esistenti. L'elaborato ha, dunque, sottolineato il progresso a cui i Big Data e l'Intelligenza Artificiale stanno conducendo un settore così sensibile, connettendolo ad altri ambiti riguardanti la salute degli individui. A tal riguardo, con gli occhiali per la *hearing care* di cui EssilorLuxottica è pioniera, l'Intelligenza Artificiale ha creato una nuova connessione tra il settore ottico e quello uditivo, valicando nuove barriere dell'innovazione. I Big Data Analytics nell'IA stanno permettendo la progettazione di prodotti estremamente personalizzati, adattati e adattabili alle più lievi sfaccettature nel comportamento e delle esigenze visive e non del paziente. Prodotti intelligenti come gli *smart glasses*, per cui l'azienda è in prima posizione sul mercato insieme a Meta, rappresentano un'ulteriore applicazione dell'Intelligenza Artificiale nel settore ottico e una possibile promessa negli sviluppi oculomici. La direzione presa è un'interconnessione tra settori in un contesto globale *phygital*, in cui prodotti sempre più intelligenti e metodi sempre meno invasivi risulteranno essere i fondamenti di una quotidianità migliorata e più serena. In conclusione, i Big Data, sfruttati adeguatamente da IA e Machine Learning nel rispetto delle considerazioni etiche e della privacy, sono e saranno essenziali nello sviluppo di nuovi strumenti per garantire la salute oftalmica e, da essa, della persona.

RINGRAZIAMENTI

Questo elaborato deve molto alla collaborazione del mio Relatore, il Professor Sassi, per la disponibilità dimostrata e i preziosi suggerimenti forniti durante tutto il percorso di impostazione, stesura e sviluppo.

Un ringraziamento speciale va a mamma Nadia e papà Andrea, per avermi dato la possibilità di studiare in un'altra città. Grazie per avermi regalato una delle esperienze più belle, liberatorie e di crescita della mia vita, per avermi permesso di ritrovare un po' di pace interiore e per aver sostenuto ogni mia scelta, senza mai limitarla. A tutti i vostri sacrifici, economici ma soprattutto morali, che mi hanno permesso di intraprendere questo percorso con serenità, consapevole che il vostro appoggio non sarebbe mai mancato. A tutto il tempo che avete dedicato a capirmi oltre che ascoltarmi.

A nonna Pia, per il supporto costante, che si percepisce anche quando è silenzioso, anche quando si manifesta in un pasto caldo, in una preghiera o in un abbraccio. Grazie per aver fatto il tifo per me.

A Sara, per essere diventata un'amica oltre che sorella. Per avermi capito nel profondo e aver accolto a braccia aperte il mio carattere a volte scomodo e ingombrante, tendendomi sempre la mano. Grazie per avermi dato spazio e tempo come nessun altro sa fare. Sono grata di averti con me.

Ad Alessandro, per essere il mio posto sicuro da sei anni. L'unico a credere così tanto in me da non mettere mai in conto nessun fallimento, perché sai che ce la farò a prescindere. L'unica persona che in questi anni, universitari e personali, è riuscita a farmi mettere in dubbio e smussare alcuni dei lati più spigolosi del mio carattere, mostrandomi ogni cosa da una nuova prospettiva. Grazie per avermi insegnato a cogliere il bello e a spingermi sempre oltre i miei limiti. Alla cura che hai nei miei confronti, all'impegno e al tempo che ogni giorno mi dedichi, allo spazio di tranquillità che mi riservi ogni volta che l'ansia mi assale. Sei la mia casa.

Alle "Postine", per il gruppo che abbiamo creato in questi due anni. Senza di voi questo viaggio non sarebbe stato lo stesso.

Un ringraziamento speciale va a Francesca, per essere stata un punto di riferimento, tra uscite, (poco) studio matto e disperatissimo, sfoghi e confidenze. A tutti quei momenti nella nostra Pavia che porteremo nel cuore.

A Jennifer, unica costante della mia vita. Se nei momenti felici siamo unite, è nello sconforto e nel buio che diventiamo fortissime insieme, risollevandoci a vicenda. Grazie per aver cercato di comprendere questo percorso in un momento così diverso delle nostre vite, per avermi sostenuta e fatta distrarre quando sapevi ne avevo bisogno, per riuscire a trovare sempre un “come” e mai un “ma”. Alle amicizie che durano una vita e diventano legami indissolubili.

SITOGRAFIA

IBM, *Cos'è l'Industria 4.0?*, <https://www.ibm.com/it-it/topics/industry-4-0>,

Osservatori Digital Innovation del Politecnico di Milano, *Industria 4.0, guida alla quarta rivoluzione industriale*, https://blog.osservatori.net/it_it/industria-4-0-quarta-rivoluzione-industriale

Borsa Italiana, *Industria 4.0: la Quarta Rivoluzione Industriale*, <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/rivoluzione-252.htm>

Internet4Things, *Smart factory: cos'è, caratteristiche e vantaggi*, <https://www.internet4things.it/smart-manufacturing/smart-factory-cose-caratteristiche-e-vantaggi/#:~:text=La%20fabbrica%20intelligente%2C%20o%20'smart,attrezzature%20o%20pezzi%20di%20ricambio.>,

Osservatori Digital Innovation del Politecnico di Milano, *Internet of Things (IoT): significato, esempi e applicazioni*, https://blog.osservatori.net/it_it/cos-e-internet-of-things,

Open Mind Tech, *Industry 4.0: La Rivoluzione Digitale In Ogni Azienda*, <https://www.openmindtech.it/industry-4-0-la-rivoluzione-digitale-in-ogni-azienda/>.

ACS, *Cloud Computing: Definizione*, <https://www.acs.it/it/blog/digitalizzazione-aziendale/cloud-computing-definizione/>.

Microsoft Azure, *What is Edge Computing*, <https://azure.microsoft.com/it-it/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-edge-computing>

PMI.it, *Bonus Industria 4.0: Proroga e Nuove Regole Fino al 2025*, <https://www.pmi.it/economia/finanziamenti/375888/bonus-industria-4-0-proroga-e-nuove-regole-fino-al-2025.html>

Headvisor, *Integrazione Verticale*, <https://www.headvisor.it/integrazione-verticale>

Ministero delle Imprese e del Made in Italy, *Piano Transizione 5.0*, <https://www.mimit.gov.it/it/incentivi/piano-transizione-5-0>

Osservatori, *Transizione 5.0, incentivi e Data Act per l'Industria 5.0*,
<https://www.osservatori.net/it/prodotti/formato/insight/transizione-50-incentivi-data-act-industria-50-insight>

Enel, *Transizione 5.0: cos'è e cosa prevede*,
<https://www.enelx.com/it/it/faq/transizione-5-0-cosa-e-cosa-prevede>

Epicor, *What is Industry 4.0 – The Industrial Internet of Things (IIoT)?*,
<https://www.epicor.com/en/blog/what-is-industry-4-0/>

TechTarget, *Digital Economy*, <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/digital-economy#:~:text=The%20digital%20economy%20refers%20to,and%20operations%20through%20digital%20technology.>

Industry4Business, *Industria 5.0: cos'è la quinta rivoluzione industriale, vantaggi e rischi e quale ruolo ha l'Europa*, <https://www.industry4business.it/connected-enterprise/industria-5-0-cose-e-come-cambia-modo-di-fare-impresa/>

DEVx, *Digital Data*, <https://www.devx.com/terms/digital-data/>

IT Impresa, *Differenza tra dati strutturati, semi strutturati e non strutturati*,
<https://www.it-impresa.it/blog/dati-strutturati-e-non-strutturati/>

IBM, *Structured vs unstructured data*, <https://www.ibm.com/blog/structured-vs-unstructured-data/>

Lights on Data, *The History of Big Data*, <https://www.lightsondata.com/the-history-of-big-data/>

BNova, *Cosa sono i Big Data e come vengono utilizzati?*, <https://www.bnova.it/data-science/cosa-sono-i-big-data/>

Pure Storage, *Big Data e dati tradizionali a confronto*,
<https://www.purestorage.com/it/knowledge/big-data/big-data-vs-traditional-data.html#:~:text=I%20set%20di%20dati%20tradizionali,ma%20anche%20per%20il%20volume.>

Oracle, *Cosa sono i Big Data?*, <https://www.oracle.com/it/big-data/what-is-big-data/>

Foreign Policy, *Big Data: A Short History*, <https://foreignpolicy.com/2012/10/08/big-data-a-short-history/>

The Knowledge Academy, *History of Big Data: Exploring its Roots*, <https://www.theknowledgeacademy.com/blog/history-of-big-data/>

The Knowledge Academy, *A comprehensive guide on Big Data 3V*, <https://www.theknowledgeacademy.com/blog/big-data-3v/>

AssoKnowledge, *Big Data*, <https://www.assoknowledge.org/knowledge-tank/big-data>

AIMultiple, *Human Generated Data Importance in 2024: Barriers & Methods*, <https://research.aimultiple.com/human-generated-data/>

Keplero, *Big Data e IoT: le applicazioni nelle aziende*, <https://www.keplerotech.com/manutenzione-predittiva/big-data-nelle-aziende/>

Sadas DB, *Big Data: cosa sono e quali vantaggi portano alle aziende?*, <https://www.sadasdb.com/cosa-sono-big-data-quali-vantaggi-per-aziende/#origine>

Osservatori Digital Innovation, *Le 5V dei Big Data: dal Volume al Valore*, https://blog.osservatori.net/it_it/le-5v-dei-big-data

Medium, *Big Data Explained: The 5Vs of Data*, https://medium.com/@get_excelsior/big-data-explained-the-5v-s-of-data-ae80cbe8ded1

IBM, *Cos'è la Data Science?*, <https://www.ibm.com/it-it/topics/data-science>

EPAM, *Retail and Big Data*, <https://startups.epam.com/blog/big-data-analytics-in-retail>

Forloop, *Internal and External Data: What's the Difference and Why It Matters*, <https://www.forloop.ai/blog/internal-and-external-data>

European Parliament, *Big data: definition, benefits, challenges*, <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20210211STO97614/big-data-definition-benefits-challenges-infographics>

Exploding Topics, *30+ Incredible Big Data Statistics (2024)*, <https://explodingtopics.com/blog/big-data-stats#top-big-data-stats>

https://www.researchgate.net/publication/334262532_Understanding_Big_Data_Through_a_Systematic_Literature_Review_The_ITMI_Model

GlobeNewswire, *Big Data Analytics in Healthcare Market*,
<https://www.globenewswire.com/news-release/2022/02/03/2378153/0/en/Big-Data-Analytics-in-Healthcare-Market-to-Reach-USD-79-23-Billion-by-2028-Powered-by-to-Analyse-Massive-Volume-of-Data-Vantage-Market-Research.html>

Mordor Intelligence, *Big Data Analytics in Banking Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024 - 2029)*,
<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/big-data-in-banking-industry>

Alma Laboris Business School, *Big data nella finanza: cosa sono, a che servono, perché sono importanti*, <https://www.almalaboris.com/organismo/blog-lavoro-alma-laboris/99-economia-finanza/5178-big-data-finanza-cosa-sono-servono-importanti.html>

Mordor Intelligence, *Big Data Analytics in Retail Market Size*,
<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/big-data-analytics-in-retail-marketing-market/market-size>

Osservatori.net, *Il mercato italiano dei Big Data vale 2,85 miliardi di euro, +18%*,
<https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/big-data-italia-mercato>

Mordor Intelligence, *Big Data Analytics In Manufacturing Market Size*,
www.mordorintelligence.com/industry-reports/big-data-analytics-in-retail-marketing-industry/market-size

DASCA, *Big Data Value Potential*, <https://www.dasca.org/world-of-data-science/article/big-data-value-potential>

Harvard Business Review, *Exploiting the Virtual Value Chain*,
<https://hbr.org/1995/11/exploiting-the-virtual-value-chain>

Harvard Business Analytics Program, *Business Intelligence vs. Business Analytics*,
<https://analytics.hbs.edu/blog/business-intelligence-vs-business-analytics/>

Big Data 4 Innovation, *Analytics big data: cosa sono e come sono usati*,
<https://www.bigdata4innovation.it/data-analytics/analytics-big-data-cosa-sono-e-come-sono-usati/>

BNova, *Big Data Analytics: cos'è e perché è importante*,
<https://www.bnova.it/analytics/big-data-analytics/>

Harvard Business School, *The advantages of data-driven decision making*,
<https://online.hbs.edu/blog/post/data-driven-decision-making>

McKinsey&Company, *Five facts: How customer analytics boosts corporate performance*, <https://www.mckinsey.com/capabilities/growth-marketing-and-sales/our-insights/five-facts-how-customer-analytics-boosts-corporate-performance>

Corriere Comunicazioni, *Data-driven strategy, il 30% delle aziende italiane investirà fra i 3 e i 9 milioni*, <https://www.corrierecomunicazioni.it/digital-economy/data-driven-strategy-il-30-delle-aziende-italiane-investira-fra-i-3-e-i-9-milioni/>

Osservatori, *Cos'è il Data-Driven Marketing e perché abilita l'omnicanalità*,
https://blog.osservatori.net/it_it/data-driven-marketing-significato

Accademia della Crusca, *Omnicanalità*, <https://accademiadellacrusca.it/it/parole-nuove/omnicanalit/23542>

Search Metrics, *Data-driven Marketing*, <https://blog.searchmetrics.com/us/data-driven-marketing-ultimate-guide/#why-did-ddm-evolve>

Treccani, *CRM*, https://www.treccani.it/enciclopedia/crm_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/

Agenda Digitale, *I dati nella strategia CRM omnicanalale, usarli bene fa bene al business: come fare*, <https://www.agendadigitale.eu/mercati-digitali/i-dati-nella-strategia-crm-omnicanalale-usarli-bene-fa-bene-al-business-come-fare/>

Internazionale, *La lunga strada dell'intelligenza artificiale*,
<https://www.internazionale.it/opinione/annamaria-testa/2023/03/10/storia-intelligenza-artificiale>

UniverseIT, *Intelligenza artificiale forte e debole: differenze, esempi e vantaggi*,
<https://universeit.blog/intelligenza-artificiale-forte-e-debole/>

Red Hot Cyber, *Storia dell'intelligenza artificiale. Dagli anni 50 ai nostri giorni*,
<https://www.redhotcyber.com/post/storia-dellintelligenza-artificiale-dagli-anni-50-ai-nostri-giorni/>

Osservatori, *Storia dell'Intelligenza Artificiale: da Turing ai giorni nostri*,
https://blog.osservatori.net/it_it/storia-intelligenza-artificiale

Cognilytica, *The Seven Patterns of AI*, <https://www.cognilytica.com/the-seven-patterns-of-ai/>

IBM, *What is Strong AI?*, <https://www.ibm.com/topics/strong-ai>

Analytics Vidhya, *Weak AI vs Strong AI*,
www.analyticsvidhya.com/blog/2023/04/weak-ai-vs-strong-ai/

Techopedia, *Intelligenza Artificiale Debole (Weak AI)*,
www.techopedia.com/it/glossario/intelligenza-artificiale-debole-weak-ai

Britannica, *OpenAI*, <https://www.britannica.com/money/OpenAI>

TechTarget, *What is artificial general intelligence (AGI)?*,
<https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/artificial-general-intelligence-AGI>

Andrea Daniele Signorelli, *Tre livelli di Intelligenza Artificiale: ANI, AGI, ASI*,
andreadanielesignorelli.com/2019/11/05/tre-livelli-intelligenza-artificiale-ani-agi/

LinkedIn, *ANI vs AGI vs ASI*, www.linkedin.com/pulse/ani-vs-agi-asi-shikhar-pandey-qwcif/

IBM, *Che cos'è la superintelligenza artificiale?*, <https://www.ibm.com/it-it/topics/artificial-superintelligence#:~:text=Che%20cos%27%20%C3%A8%20la%20superintelligenza%20artificiale%3F&text=IBM&text=Mucci%2C%20Cole%20Stryker-,Che%20cos%27%20%C3%A8%20la%20superintelligenza%20artificiale%3F,va%20oltre%20l'intelligenza%20umana.>

Wait But Why, *The Artificial Intelligence Revolution: Part 1*,
waitbutwhy.com/2015/01/artificial-intelligence-revolution-1.html

Statista, *Artificial intelligence (AI) market size worldwide from 2020 to 2030*,
<https://www.statista.com/forecasts/1474143/global-ai-market-size>

SAS, *Machine Learning*, https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/machine-learning.html

SAP, *Che cos'è il Machine Learning?*, <https://www.sap.com/italy/products/artificial-intelligence/what-is-machine-learning.html>

Big Data 4 Innovation, *Reinforcement learning: cos'è, come funziona ed esempi dell'apprendimento per rinforzo*, <https://www.bigdata4innovation.it/intelligenza-artificiale/reinforcement-learning-cos-come-funziona-ed-esempi-dellapprendimento-per-rinforzo/>

IBM, *What is deep learning?*, <https://www.ibm.com/topics/deep-learning>

BNova, *Reti neurali: cosa sono, come funzionano e le applicazioni*,
<https://www.bnova.it/intelligenza-artificiale/reti-neurali/>

Tech4Future, *Rete Neurale e Computer Vision*, tech4future.info/rete-neurale-computer-vision/

Osservatori, *Cos'è il Deep Learning: esempi e applicazioni reali*,
https://blog.osservatori.net/it_it/deep-learning-significato-esempi-applicazioni

DataCamp, *What is Deep Learning?*, https://www.datacamp.com/tutorial/tutorial-deep-learning-tutorial?dc_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

IBM, *Cosa è l'apprendimento supervisionato?*, <https://www.ibm.com/it-it/topics/semi-supervised-learning>

Informatica e Ingegneria Online, *Differenza tra apprendimento profondo e apprendimento per rinforzo*, <https://vitolavecchia.altervista.org/differenza-tra-apprendimento-profondo-e-apprendimento-per-rinforzo/>

Forbes, *Artificial Intelligence: What's The Difference Between Deep Learning And Reinforcement Learning?*,

<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/10/22/artificial-intelligence-whats-the-difference-between-deep-learning-and-reinforcement-learning/>

Briciole di Filosofia, *La stanza cinese: Searle e l'intelligenza artificiale*,
bricioledifilosofia.com/2020/06/04/la-stanza-cinese-searle-e-lintelligenza-artificiale/

Occhiocapolavoro, *L'Intelligenza Artificiale in oftalmologia*,
<https://www.occhiocapolavoro.it/lintelligenza-artificiale-in-oftalmologia/>

Tech4Future, *Explainable AI: cos'è, quali sono i principi e gli esempi*,
<https://tech4future.info/explainable-ai-cose-principi-esempi/>

Gartner, *Responsible AI*, www.gartner.com/en/information-technology/glossary/responsible-ai

Agenda Digitale, *Deep learning e Sanità, tutte le incognite della "scatola nera" della AI*, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/deep-learning-e-sanita-tutte-le-incognite-della-scatola-nera-della-ai/>

IBM, *What is explainable AI?*, [https://www.ibm.com/topics/explainable-ai#:~:text=Explainable%20artificial%20intelligence%20\(XAI\)%20is,expected%20impact%20and%20potential%20biases.](https://www.ibm.com/topics/explainable-ai#:~:text=Explainable%20artificial%20intelligence%20(XAI)%20is,expected%20impact%20and%20potential%20biases.)

National Library of Medicine, *Natural Language Processing*,
<https://www.nlm.gov/guides/data-glossary/natural-language-processing>

Skilla, *Cos'è il Natural Language Processing. Applicazioni e sviluppi*,
<https://www.skilla.com/blog/cose-il-natural-language-processing-applicazioni-e-sviluppi/>

Agenda Digitale, *Trasformare l'azienda con NLP e IA: vantaggi e sfide*,
www.agendadigitale.eu/industry-4-0/trasformare-lazienda-con-nlp-e-ia-vantaggi-e-sfide/

Osservatori, *Come funziona l'AI Generativa: significato e applicazioni*,
https://blog.osservatori.net/it_it/come-funziona-ai-generativa-significato-applicazioni

SEO.AI, *How Many Users Does ChatGPT Have? Statistics & Facts (2024)*,
<https://seo.ai/blog/how-many-users-does-chatgpt->

Investire, *EssilorLuxottica: origine, storia e sviluppo del gruppo*,
<https://investire.biz/analisi-previsioni-ricerche/azioni/essilorluxottica-nascita-origine-sviluppo-sviluppo-curiosita-storia-leader-mondiale-occhiali-lenti-ottiche>

Market Vision, *Essel, Silor e Essilor*, <https://www.marketvision.it/essel-silor-essilor-occhiali-vintage/>

Companies Market Cap, *Market capitalization of EssilorLuxottica*,
<https://companiesmarketcap.com/essilor-luxottica/marketcap/>

EssilorLuxottica, *La nostra mission*,
<https://www.essilorluxottica.com/it/gruppo/mission/>

EssilorLuxottica, *Chi siamo*, <https://www.essilorluxottica.com/it/gruppo/>

EssilorLuxottica, *Sostenibilità*, <https://www.essilorluxottica.com/it/sostenibilita/>

EssilorLuxottica, *Eyes on World Sight*,
<https://www.essilorluxottica.com/it/sostenibilita/eyes-on-world-sight/>

EssilorLuxottica, *Direct to Consumer*,
<https://www.essilorluxottica.com/it/marchi/canali-di-vendita-al-consumatore/>

CDC, *About the Data: Managed Vision Care*, <https://www.cdc.gov/vision-health-data/data-sources/managed-vision-care.html>

GVM, *OCT*,
<https://www.gvmnet.it/esami/oct#:~:text=L'OCT%20o%20Tomografia%20Oculare,gen%20erazione%20non%20invasivo%20e%20indolore.&text=L'esame%20dell'OCT%20permette,superficiali%20e%20profondi%20dell'occhio.>

Nuance Audio, *Nuance Audio*, <https://www.nuanceaudio.com/it-it>

Wired, *Abbiamo provato Nuance Audio, i nuovi occhiali di EssilorLuxottica per “sentire”*, <https://www.wired.it/article/nuance-audio-occhiali-essilorluxottica-problemi-udito/>

EssilorLuxottica, *Arrivano i Ray-Ban Stories: l'incontro fra tecnologia innovativa e stile all'avanguardia*, <https://www.essilorluxottica.com/it/area-stampa/storie/introducing-ray-ban-stories/>

EssilorLuxottica, *I Ray-Ban Stories di Ray-Ban e Meta arrivano su nuovi mercati*,
<https://www.essilorluxottica.com/it/area-stampa/storie/i-ray-ban-stories-di-ray-ban-e-meta-arrivano-su-nuovi-mercati/>

EssilorLuxottica, *Ecco la nuova generazione degli smart glasses Ray-Ban | Meta*,
<https://www.essilorluxottica.com/it/area-stampa/comunicati-stampa/nuova-generazione-degli-smart-glasses-ray-ban-meta/>

Meta, *Smart Glasses*, <https://www.meta.com/it-it/help/smart-glasses/articles/voice-controls/learn-more-meta-ai-ray-ban-meta-smart-glasses/>

EssilorLuxottica, *Varilux XR series: la rivoluzionaria lente progressiva di EssilorLuxottica vince il Silmo d'Or*,
<https://www.essilorluxottica.com/it/2023highlights/varilux-xr-series-silmo/>

EssilorLuxottica, *Varilux XR series vince il Silmo d'Or*,
<https://www.essilorluxottica.com/it/area-stampa/storie/varilux-xr-series-vince-il-silmo-d-or/>

Eyes on Eyecare, *What ODs Should Know About the AI-Powered Varilux XR Lens*,
<https://eyesoneyecare.com/resources/ai-powered-varilux-xr-lens/>

Ottica Bianchi, *Essilor Varilux XR: le nuove lenti progressive intelligenti*,
<https://www.otticabianchi.com/essilor-varilux-xr-le-nuove-lenti-progressive-intelligenti/>

B2Eyes, *Essilor: con Varilux XR Series la progressiva incontra l'intelligenza artificiale*, <https://www.b2eyes.com/news/essilor-con-varilux-xr-series-la-progressiva-incontra-lintelligenza-artificiale>

EssilorLuxottica, *Essere leader nella trasformazione digitale del settore*,
<https://www.essilorluxottica.com/it/2023highlights/trasformazione-digitale/>

Eyes on Glance, *Topcon and Microsoft partner on AI-based healthcare platform*,
<https://glance.eyesoneyecare.com/stories/2024-05-10/topcon-and-microsoft-partner-on-ai-based-healthcare-platform/>

Topcon Healthcare, *Harmony*, https://topconhealthcare.eu/en_EU/products/harmony

Topcon, *Topcon Healthcare Inc. partners with Microsoft to deliver AI-powered 'Healthcare from the Eye' through a connected healthcare platform,*
<https://global.topcon.com/news/12014/>

Ninja Business School, *I migliori Smart Glasses del 2023,* <https://www.ninja.it/migliori-smart-glasses/>

ZEISS, *ZEISS SmartLife lenses,* [https://www.zeiss.com/vision-care/en/eye-care-professionals/lenses/lenses-for-every-need/lenses-for-a-connected-and-on-the-move-lifestyle.html#:~:text=ZEISS%20Intelligence%20Augmented%20Design%20\(IAD,%20C%20digital%20and%20progressive%20lenses\).](https://www.zeiss.com/vision-care/en/eye-care-professionals/lenses/lenses-for-every-need/lenses-for-a-connected-and-on-the-move-lifestyle.html#:~:text=ZEISS%20Intelligence%20Augmented%20Design%20(IAD,%20C%20digital%20and%20progressive%20lenses).)

Viggi Ottici, *Come funziona l'Intelligenza Aumentata nelle Lenti Zeiss Individual 3,*
<https://viggioptici.com/lenti-zeiss-individual-3/>

ZEISS Vision USA, *ZEISS SmartLife: The Glasses That Understand How YOU See,*
<https://www.youtube.com/watch?v=SUL9HEAHUwg>

DottNet, *Congresso nazionale SISO: Intelligenza Artificiale, le nuove frontiere dell'oftalmologia e le promesse dell'oculomica,*
<https://www.dottnet.it/articolo/32536282/congresso-nazionale-siso-intelligenza-artificiale-le-nuove-frontiere-dell-oftalmologia-e-le-promesse-dell-oculomica>

Moorfields Eye Hospital, *Moorfields launch AI model to boost global research into reducing blindness,* <https://www.moorfields.nhs.uk/about-us/news-and-blogs/news/moorfields-launch-ai-model-to-boost-global-research-into-reducing-blindness>

Heidelberg Engineering, *Eye2Gene and Heidelberg Engineering Announce Collaborative Partnership at ARVO 2024,*
<https://www.heidelbergengineering.com/us/press-releases/eye2gene-and-heidelberg-engineering-announce-collaborative-partnership-at-arvo-2024/>

ORCAM, *The Future is Now: Unveiling the Next Gen of Smart Glasses,*
<https://www.orcam.com/en-us/blog/future-of-smart-glasses>

Markets&Markets, *The Future of Smart Glasses: Predictions and Emerging Technologies,* <https://www.marketsandmarkets.com/blog/SE/future-smart->

BIBLIOGRAFIA

- M. Soori, B. Arezoo, R. Dastres, *Internet of things for smart factories in industry 4.0, a review*, pagina 1, 2023
- P. Mell, T. Grance, *The NIST Definition of Cloud Computing*, pagina 6, 2011
- Ministero dello Sviluppo Economico, *Piano Nazionale Industria 4.0*, pagina 4,
https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/guida_industria_40.pdf
- V.G. Cannas - LIUC Business School e ICIM Group, *Il fenomeno dell'Industria 4.0 nelle aziende manifatturiere italiane. Tendenze, barriere e contromisure*,
https://www.liucbs.it/wp-content/uploads/WP_ICIM-Group-LIUC_Il-fenomeno-Industria-4.0.pdf
- M. Rubino, F. Vitolla, *Il Processo di Digitalizzazione Aziendale e la Digital Transformation*, 2020, pagina 56,
https://www.researchgate.net/publication/345814192_Il_Processo_di_Digitalizzazione_Aziendale_e_la_Digital_Transformation
- M. Hermann, T. Pentek, B. Otto, *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*, 2015,
https://www.researchgate.net/publication/307864150_Design_Principles_for_Industrie_40_Scenarios_A_Literature_Review
- P. Mell, T. Grance, *The NIST Definition of Cloud Computing*, pag. 6,
<https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/legacy/sp/nistspecialpublication800-145.pdf>
- Commissione Europea, *Industry 5.0. Verso un'industria europea sostenibile, centrata sull'uomo e resiliente*, 2021, pagina 7,
https://industria40.regione.toscana.it/documents/685883/6218204/INDUSTRIA+5.0_IT_A.pdf/039ec5f5-a344-4880-a256-bdfba3ab80a8
- H. J. Hadi, A. H. Shnain, S. Hadishaheed, A. H. Ahmad, *Big Data And Five V's Characteristics*, 2015, pagina 7, file:///C:/Users/User/Downloads/12-105-142063747116-23.pdf

- A. De Mauro, M. Greco e M. Grimaldi, *Understanding Big Data Through a Systematic Literature Review: The ITMI Model*, 2019, pagina 11,
https://www.researchgate.net/publication/334262532_Understanding_Big_Data_Through_a_Systematic_Literature_Review_The_ITMI_Model
- M. Porter, *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, 1985, pagina 30
- GSMA, *The Data Value Chain*, 2018, https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/public-policy/wp-content/uploads/2018/06/GSMA_Data_Value_Chain_June_2018.pdf
- A. Z. Faroukhi, I. El Alaoui, Y. Gahi, A. A. Amine, *Big data monetization throughout Big Data Value Chain: a comprehensive review*
- M. Ziyad, *Artificial Intelligence Definition, Ethics and Standards*, https://www.researchgate.net/publication/332548325_Artificial_Intelligence_Definition_Ethics_and_Standards, pagina 3,5, The British University in Egypt, 2019
- N. Bostrom, *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*, Oxford University Press, 2014
- Y. Xu, X. Liu & altri, *Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research*, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8633405/>, pagina 3, Elsevier, 2021
- W. McCulloch e W. Pitts, *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, <https://www.cse.chalmers.se/~coquand/AUTOMATA/mcp.pdf>, Vordenken, 1943
- A. M. Turing, *Computing Machinery and Intelligence*, <https://courses.cs.umbc.edu/471/papers/turing.pdf>, Oxford University Press, 1950
- S.S. Udpa, L. Udpa, *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*, <https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/neural-network>, Elsevier, 2001

- J. Searle, *Minds, brains, and programs*, <https://web-archive.southampton.ac.uk/cogprints.org/7150/1/10.1.1.83.5248.pdf>, Cambridge University Press, 1980
- G. O. Longo, *Nella stanza cinese*, https://mondodigitale.aicanet.net/2012-3/articoli/03_nella_stanza_cinese.pdf, pagina 1, Mimesis Edizioni, 2012
- T. Jiang, J. L. Gradus, A. J. Rosellini, *Supervised Machine Learning: A Brief Primer*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0005789420300678?via%3Dihub>, pagina 1, Elsevier, 2020
- D. S.W. Tinga, L Peng e altri, *Deep learning in ophthalmology: The technical and clinical considerations*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350946218300909>, pagina 1, Elsevier, 2019
- Poplin, R., Varadarajan, A.V., Blumer, K. e altri, *Prediction of cardiovascular risk factors from retinal fundus photographs via deep learning*, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31015713/>, Nature Publishing Group, 2018
- S. Baker, W. Xiang, *Explainable AI is Responsible AI: How Explainability Creates Trustworthy and Socially Responsible Artificial Intelligence*, https://www.researchgate.net/publication/376412417_Explainable_AI_is_Responsible_AI_How_Explainability_Creates_Trustworthy_and_Socially_Responsible_Artificial_Intelligence, pagina 2-3, ACM, 2023
- N. Jagdishbhai1 e K. Y. Thakkar, *Exploring the capabilities and limitations of GPT and Chat GPT in natural language processing*, https://www.researchgate.net/publication/370048062_Exploring_the_capabilities_and_limitations_of_GPT_and_Chat_GPT_in_natural_language_processing, pagina 18-19, Innovative Publication, 2023
- S. K. Roy, G. Singh, S. Sadeque P. Harrigan, K. Coussement, *Customer engagement with digitalized interactive platforms in retailing*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296323003594#b0175>, pagina 1, Elsevier, 2023

A. C. Scheinbaum, *Digital Engagement: Opportunities and Risks for Sponsors: Consumer-Viewpoint and Practical Considerations For Marketing via Mobile and Digital Platforms*,
https://www.researchgate.net/publication/311443948_Digital_Engagement_Opportunities_and_Risks_for_Sponsors_Consumer-Viewpoint_and_Practical_Considerations_For_Marketing_via_Mobile_and_Digital_Platforms, pagina 3, IGI Global, 2016

Comunicato stampa EssilorLuxottica, *Risultati del secondo trimestre e del primo semestre 2024*, <https://www.essilorluxottica.com/cap/content/203050/>, pagine 1-3, 2024

Comunicato stampa EssilorLuxottica, *EssilorLuxottica introduce la sua piattaforma digitale innovativa per la gestione dei negozi di ottica*,
<https://www.essilorluxottica.com/cap/content/143542/>, pagina 1, 2023

EssilorLuxottica, *Universal Registration Document*,
<https://www.essilorluxottica.com/it/cap/content/171052/>, pagina 12, 2023

C. S. Lee, J. D. Brandt, A. Y. Lee, *Big Data and Artificial Intelligence in Ophthalmology: Where Are We Now?*,
[https://www.ophtalmologyscience.org/article/S2666-9145\(21\)00034-8/fulltext](https://www.ophtalmologyscience.org/article/S2666-9145(21)00034-8/fulltext), pagina 1, 2021

Comunicato stampa EssilorLuxottica, *EssilorLuxottica firma un accordo per l'acquisizione di una quota di maggioranza in Heidelberg Engineering e cresce nel med-tech*, <https://www.essilorluxottica.com/cap/content/202358/>, pagine 1-2, 2024

Comunicato stampa EssilorLuxottica, *Fatturato del primo trimestre 2024*,
<https://www.essilorluxottica.com/cap/content/175730/>, pagina 3, 2024

Comunicato stampa EssilorLuxottica, *EssilorLuxottica e Meta annunciano una collaborazione a lungo termine per la categoria degli smart eyewear del futuro*,
<https://www.essilorluxottica.com/cap/content/205690/>

Comunicato stampa EssilorLuxottica, *EL-CSIRT*,
<https://www.essilorluxottica.com/it/cap/content/154322/>

GPDP, *Decalogo per la realizzazione di servizi sanitari nazionali attraverso sistemi di Intelligenza Artificiale*,

<https://www.garanteprivacy.it/documents/10160/0/Decalogo+per+la+realizzazione+di+servizi+sanitari+nazionali+attraverso+sistemi+di+Intelligenza+Artificiale.pdf/a5c4a24d-4823-e014-93bf-1543f1331670?version=2.0>, 2023

ELENCO FIGURE

Figura 1: Framework dell'Industria 4.0, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266660302100018X	9
Figura 2: Modello ITMI, https://www.apogeeonline.com/articoli/5-risposte-su-big-data-per-il-business-andrea-de-mauro/	16
Figura 3: Struttura della Data Value Chain, https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/public-policy/wp-content/uploads/2018/06/GSMA_Data_Value_Chain_June_2018.pdf	21
Figura 4: Data-driven decision-making nelle organizzazioni mondiali suddivise per paesi (2020), https://www.statista.com/statistics/1235448/worldwide-data-driven-decision-making-organizations-by-country/	27
Figura 5: Evoluzione dell'IA, https://www.redhotcyber.com/post/storia-dellintelligenza-artificiale-dagli-anni-50-ai-nostri-giorni/	33
Figura 6: Framework generale dell'Intelligenza Artificiale, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8633405/	41
Figura 7: Relazione tra IA, ML, DL, RL e DRL, https://www.researchgate.net/figure/The-relationship-between-AI-ML-RL-DL-and-DRL_fig3_340218250	46
Figura 8: Schema Intelligenza Artificiale e sottocategorie, https://www.sentisum.com/library/nlp-and-text-mining	54
Figura 9: Modello di business di EssilorLuxottica, https://www.essilorluxottica.com/it/gruppo/modello-di-business/	64

