

Gli interventi

La trasformazione digitale: il ritorno dell'investigatore olistico

La trasformazione digitale all'interno delle organizzazioni richiede un corretto bilanciamento di tecnologie, persone e processi. Gli investimenti nelle competenze digitali e lo sviluppo di standard e linee guida comuni per la sostenibilità tecnologica sono essenziali per governarne il corretto impatto sociale e ambientale. E se l'emergere di tecnologie abilitanti, come l'AI generativa, promette di accelerare ulteriormente il processo di innovazione, la sostenibilità e l'impatto sociale dovranno diventare sempre più centrali nella progettazione di percorsi di trasformazione digitale.



di Gianluca Calabretta, Direttore della Direzione Transizione Digitale, Trattamento e Protezione Dati (DIGIT) - ENEA

Digitalizzazione, Transizione Digitale, Trasformazione Digitale sono termini ricorrenti e spesso utilizzati come sinonimi di un singolo concetto astratto che, nell'intento dell'interlocutore, dovrebbero evocare innovazione, miglioramento e un cambiamento positivo nell'esperienza quotidiana di lavoratore, consumatore. In realtà, la letteratura specialistica tende a separare nettamente la digitalizzazione e la trasformazione digitale, proponendone la transizione digitale come una *nuance* intermedia.

La trasformazione digitale è da intendersi come un processo complessivo che implica un cambiamento radicale nei modelli di business, nelle culture aziendali e nelle esperienze degli utenti/clienti, attraverso l'adozione e l'integrazione di tecnologie digitali. L'obiettivo è cambiare radicalmente il modo in cui le organizzazioni operano, producono e forniscono valore a tutti i propri stakeholders. Essa è quindi basata su un ambito ampio e strategico; obbliga a introdurre una modifica alla cultura organizzativa; impatta tecnologie, processi e la tipologia di leadership, per approccio e visione, necessaria alla messa a terra di tale trasformazione.





La digitalizzazione ha, invece, un ambito operativo più ristretto si concentra principalmente sull'uso della tecnologia per automatizzare e ottimizzare i processi già esistenti. Non di rado ci si riferisce ad essa come all'attività di conversione di processi e informazioni analogiche in formato digitale, alla ricerca un miglioramento dell'efficienza operativa e dell'accuratezza dei risultati prodotti.

La prima ha, quindi, un raggio d'azione più ampio e strategico, la seconda più ristretto e, per così dire, tattico.

La transizione digitale, invece, rappresenta un processo graduale di adattamento e implementazione di tecnologie digitali in un'organizzazione; si concentra sul miglioramento dei flussi di lavoro e delle operazioni quotidiane, facilitando l'adozione di tecnologie, senza necessariamente comportare un cambiamento strategico radicale del modello aziendale.

Le definizioni sono utili a delinearne le rispettive peculiarità, l'utilità pratica è comprenderne la corretta sequenza temporale e la collocazione delle relative azioni, nell'ambito della strategia digitale complessiva di un'organizzazione alla ricerca di efficienza e competitività nella produzione di valore.

Il Panorama della Trasformazione Digitale attraverso le tecnologie abilitanti

Indipendentemente dalle definizioni, è patrimonio comune che l'evoluzione stia ridisegnando profondamente il panorama operativo e sociale delle organizzazioni e dei cambiamenti nelle aspettative dei propri utenti. **Le organizzazioni si trovano ad affrontare una rivoluzione che va ben oltre la semplice adozione di nuove tecnologie.**

Uno dei cambiamenti più significativi, indotta dall'adozione pervasiva di tali tecnologie, si manifesta nella transizione in corso verso modelli di business basati sulla **servitizzazione**. Le aziende stanno progressivamente abbandonando l'approccio tradizionale, basato sulla vendita di prodotti, per abbracciare modelli a sottoscrizione. Questo fenomeno, noto come **"Everything-as-a-Service" (XaaS)**, sta ridefinendo interi settori. Ad esempio, nel settore manifatturiero, aziende che tradizionalmente vendevano macchinari ora offrono soluzioni complete che includono manutenzione predittiva, ottimizzazione delle prestazioni e servizi di analisi dei dati. Altro trend significativo è rappresentato dall'economia delle piattaforme: aziende come Uber, Airbnb e Amazon hanno dimostrato l'efficacia di modelli di business basati sulla creazione di ecosistemi digitali che facilitano l'interazione tra diversi attori del mercato. Questa tendenza si sta oramai espandendo in settori tradizionali,



con banche che creano marketplace finanziari e produttori che sviluppano piattaforme per connettere fornitori, distributori e clienti. Questi esempi obbligano a riflettere su cambi di paradigma ed effetti indiretti che non sempre sono di facile gestione: un esempio è quello delle pubbliche amministrazioni che, coinvolte nei processi migratorie al Cloud, hanno visto trasformata la propria spesa in ICT, da investimento in conto capitale (*capex*) a spesa corrente (*opex*), e doverne valutare gli impatti sui relativi bilanci diversamente dal consueto.

Tra le tecnologie, l'Intelligenza Artificiale (AI) rappresenta uno dei principali catalizzatori della trasformazione digitale. Le applicazioni spaziano dall'automazione dei processi all'analisi predittiva, dalla personalizzazione dell'esperienza cliente al supporto decisionale. **I Large Language Models (LLM) stanno rivoluzionando l'interazione uomo-macchina, mentre il machine learning (ML) sta ottimizzando processi operativi e decisionali in ogni settore industriale.** Il Cloud Computing continua a evolversi, con l'emergere di architetture multi-cloud e edge computing. Questa evoluzione permette alle organizzazioni di bilanciare scalabilità, performance e conformità normativa.

L'edge computing, in particolare, sta abilitando nuovi casi d'uso nell'Internet of Things (IoT), consentendo l'elaborazione dei dati più vicino alla fonte e riducendo la latenza. L'IoT sta trasformando prodotti tradizionali in dispositivi intelligenti interconnessi che generano un flusso continuo di dati che alimenta processi decisionali e servizi innovativi

abilitando la manutenzione predittiva, l'ottimizzazione della produzione e la gestione intelligente delle risorse. In parallelo ai trend tecnologici, sono ben delineate le trasformazioni facilitate dalla disponibilità delle stesse tecnologie. **Tra queste risaltano sicuramente le RPA (Robotic Process Automation), che combinate con l'IA puntano verso l'iperautomazione dei processi di produzione, e i Digital Twin che stanno rivoluzionando la gestione degli asset.** Questi *gemelli digitali* permettono di simulare e ottimizzare operazioni complesse in tempo reale, migliorando l'efficienza operativa, riducendo i rischi e pianificando opportunamente la manutenzione. La cybersecurity sta evolvendo verso approcci basati sull'AI e ML. I Security Operations Center (SOC) utilizzano correntemente analisi predittiva e automazione per identificare e rispondere alle minacce in tempo reale. *Zero Trust* e *Identity-first security* stanno emergendo come paradigmi dominanti nella sicurezza digitale. La *privacy by design* sta diventando un principio fondamentale nella trasformazione digitale, anche attraverso l'implementazione di *privacy-enhancing computation* che permettono di elaborare dati sensibili mantenendo la riservatezza.

Infine, in questa rapida occhiata sui principali trend, un breve cenno va indirizzato a come **l'organizzazione del lavoro stia evolvendo verso modelli ibridi che combinano presenza fisica e remote working, grazie alle tecnologie collaborative e agli strumenti di produttività con un approccio all'innovazione verso modelli più agili e sperimentali.** Le organizzazioni stanno adottando metodologie come il *design thinking* e il *lean startup* per accelerare l'innovazione, e gli *innovation lab* e gli *ecosistemi di open innovation* stanno facilitando la collaborazione tra grandi organizzazioni, startup e centri di ricerca.

L'importanza dell'investimento nelle Competenze Digitali

Nell'ambito della trasformazione digitale, l'investimento nelle competenze digitali (digital skills) rappresenta una necessità imprescindibile per individui, organizzazioni e società nel loro complesso. La rapidità con cui le tecnologie evolvono richiede un approccio sistematico e continuo all'apprendimento digitale, non solo per rimanere competitivi nel mercato del lavoro, ma anche per comprendere e gestire le profonde implicazioni etiche e di sostenibilità che queste trasformazioni comportano.



Secondo il World Economic Forum ¹, entro il 2025, il 50% di tutti i lavoratori avrà bisogno di una significativa riqualificazione delle proprie competenze digitali. Questo dato evidenzia **l'urgenza di un investimento massiccio nella formazione digitale, non solo a livello individuale ma anche a livello sistemico e istituzionale.**

Il divario digitale (digital gap) rappresenta una delle sfide più critiche da affrontare. I dati Eurostat ² mostrano che in Europa circa il 42% della popolazione adulta non possiede competenze digitali di base, con significative variazioni tra i diversi paesi membri. Questo gap non si manifesta solo in termini di competenze tecniche, ma anche nella capacità di comprendere e gestire le implicazioni etiche delle nuove tecnologie, creando potenziali rischi di esclusione sociale e professionale. Le competenze digitali non si limitano alla mera capacità di utilizzare dispositivi e software. Esse includono la comprensione critica delle tecnologie, la capacità di valutarne l'impatto sociale ed ambientale, e la consapevolezza delle questioni etiche correlate. **L'avvento dell'intelligenza artificiale, per esempio, solleva questioni complesse riguardanti la privacy, l'equità algoritmica e la responsabilità delle decisioni automatizzate.** L'Osservatorio Artificial Intelligence ³ del Politecnico di Milano indica come la comprensione di questi aspetti etici sia essenziale per lo sviluppo e l'implementazione responsabile delle tec-

¹ World Economic Forum, "The Future of Jobs Report 2023"

² Eurostat, "Digital Economy and Society Statistics", 2023

³ Osservatorio Artificial Intelligence, Politecnico di Milano, "Rapporto 2023"



nologie digitali. La Commissione Europea⁴ ha stabilito che entro il 2030 almeno l'80% della popolazione europea dovrebbe possedere competenze digitali di base, evidenziando l'importanza di un approccio sistemico alla formazione digitale. Tale obiettivo ci obbliga come Stato membro a fornire la formazione digitale di base a circa 20 milioni di cittadini entro il 2030.

Il digital gap è una delle principali sfide per il futuro economico e sociale in Italia

Il digital gap in Italia rappresenta una delle principali sfide per il futuro economico e sociale del paese, compromettendo la competitività e rallentando l'innovazione. Secondo il DESI (Digital Economy and Society Index) solo il 45,8% della popolazione italiana possiede competenze digitali di base, un valore significativamente inferiore alla media europea del 55,6%.

Entro il 2026, si stima che l'Italia avrà bisogno di sviluppare competenze digitali di base per circa 2 milioni di lavoratori per soddisfare le esigenze del mercato. La mancanza di competenze non riguarda solo le abilità fondamentali: oltre il 75% dei lavoratori ha mostrato lacune nella cybersecurity e in conoscenze adeguate in AI.

Una delle principali cause di questo gap è la carenza di un sistema formativo adeguato, incapace di fornire le competenze richieste in tempi rapidi. **Il sistema educativo tradizionale non riesce a preparare i giovani alle reali esigenze del mercato del lavoro, trascurando le abilità specifiche necessarie nei settori in crescita come la tecnologia e la scienza.** È necessario, quindi, ripensare i curricula formativi per includere non solo competenze tecniche, ma anche soft skills digitali come il pensiero critico digitale, la collaborazione online e la cittadinanza digitale responsabile. È assolutamente necessario che le istituzioni educative, aventi un ruolo fondamentale in questo processo, collaborino con le imprese per garantire che i programmi formativi siano allineati alle esigenze del mercato, promuovendo iniziative che incentivino l'acquisizione di competenze digitali dalla scuola primaria fino all'Università.

La sostenibilità digitale

"TANSTAAFL!". Nonostante l'aspetto da grido di guerra vichingo, l'acronimo dell'espressione "There Ain't No Such

Thing As A Free Lunch", che in italiano si può tradurre con "Non esistono pasti gratis", è ricorrente in economia e ci riporta alla dimensione critica della trasformazione digitale. La trasformazione digitale, come la transizione ecologica, sono variazioni nella società che prevedono dei benefici concreti di medio e lungo periodo, ma che non possono avvenire in assenza di investimenti e costi significativi, a qualsiasi scala dell'organizzazione coinvolta. Questi investimenti iniziali, a sostegno delle policy da implementare, è necessario siano affiancati dalle valutazioni critiche più generali sulle modalità di evoluzione delle tecnologie abilitanti, dove la necessità di controllare e gestire l'impatto di queste stesse tecnologie è cruciale per garantire uno sviluppo davvero sostenibile nel lungo termine.

L'addestramento e l'esecuzione dei modelli di AI richiedono, ad esempio, quantità di energia significative. È stato stimato che un singolo ciclo di addestramento di un grande modello linguistico può consumare l'equivalente del fabbisogno energetico annuale di diverse abitazioni (l'addestramento di un modello come GPT-3 avrebbe richiesto circa 1300 MWh di energia elettrica, producendo circa 552 tonnellate di CO2 equivalente⁵; questo consumo è paragonabile all'impronta carbonica annuale di circa 120 abitazioni americane), e le operazioni di inferenza, ovvero l'utilizzo pratico dei modelli già addestrati, possono consumare tra 0,5 e 1 kWh per milione di query.

Tuttavia, modelli di stima così complessi con tante variabili soggette a frequente variazione e nel caso di fenomeni così dirompenti, non permettono di assumere con certezza i trend di consumo indicati. **Se da una parte, infatti, vi sono proiezioni che indicano come il 2026 il consumo energetico dei data center dedicati all'AI potrebbe aumentare del 50-75%⁶, altre correnti di pensiero sostengono che il maggiore consumo di energia elettrica attribuibile allo sviluppo dell'AI, sarebbe controbilanciato dai risparmi ottenibili grazie ai recuperi di efficienza resi possibili proprio dall'AI stessa.**

Analogamente, la tecnologia blockchain, nella sua implementazione più nota delle criptovalute, presenta sfide significative dal punto di vista della sostenibilità. Il processo di mining, basato sul protocollo Proof of Work, richiede una potenza di calcolo considerevole; nel caso del Bitcoin, ad esempio, l'Università di Cambridge ha creato il CBECI

⁴ Commissione Europea, "Digital Compass 2030"

⁵ <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.10350> "Carbon Emissions and Large Neural Network Training"

⁶ Secondo l'International Energy Agency (IEA), i data center che ospitano i sistemi di AI consumano già circa l'1% dell'elettricità globale, con proiezioni che indicano un possibile aumento al 3-4% entro il 2030 se non verranno implementate significative misure di efficientamento



(Cambridge Bitcoin Estimate Index)⁷ ossia uno strumento in grado di calcolare in tempo reale una stima del limite inferiore e di quello superiore dell'elettricità assorbita annualmente dalle operazioni di mining, aggiornato ogni 24 ore. Al momento di redazione del presente articolo il valore medio stimato si posizionava ad un valore annualizzato pari a 166,68 TWh (superiore al consumo annuale di circa 7 Milioni di abitanti). Infine, per ciò che attiene il consumo di energia e di acqua dei Data Center, centri nevralgici della Trasformazione digitale, uno studio del 2022, affermava che i Data Center Google consumassero 20 miliardi di litri di acqua dolce per il raffreddamento con un aumento del 20% rispetto all'anno precedente e un aumento nello stesso periodo di circa il 34% per i Data Center Microsoft. Provando a isolare il contributo dell'IA a tale incremento, alcune stime suggerivano un consumo equivalente, minimo, di mezzo litro d'acqua ogni 50 domande.

In definitiva, se i modelli e le stime possono essere oggetto di critiche, la certezza che il fenomeno non sia trascurabile è evidenziato dall'impegno delle stesse aziende Microsoft, Meta e Google a diventare "net water positive" e a reintegrare entro il 2030 una quantità d'acqua superiore a quella utilizzata nelle loro attività dirette.

Inoltre a marzo 2024, la Commissione Europea ha approvato un nuovo regolamento⁸ che istituisce un sistema di valutazione della sostenibilità dei data center. In base al regolamento entro il 15 settembre 2024 gli operatori dovranno riportare al database europeo i principali indicatori di performance idrica ed energetica, con il primo aggiornamento fissato entro il 15 maggio 2025. Al momento, gli obblighi di rendicontazione e le eventuali misure per la riduzione del consumo energetico e idrico riguardano solo i data center situati in Europa, ma le normative ambientali dell'Ue spesso sono da modello per gli altri Paesi extraeuropei.

La collaborazione tra industria, ricerca e regolatori sarà fondamentale per la sostenibilità tecnologica

La forte multidisciplinarietà, l'approccio poliedrico e l'attenzione alle tematiche di innovazione, energia e sostenibilità ambientale di un' Agenzia pubblica di ricerca come ENEA consentono di intercettare facilmente molti dei trend e dei punti di attenzione citati nel presente articolo, grazie anche al proprio ruolo di interlocutore e/o partner in progetti di ricerca a valenza sovranazionale.

Nel presente articolo, in particolare, si è cercato di evidenziare come l'avvio di azioni di trasformazioni digitali all'interno delle organizzazioni necessiti di un approccio olistico che bilanci tecnologie, persone e processi. L'investimento nelle competenze digitali rappresenta una priorità strategica per il futuro. Il digital skill gap, non solo in Italia, rappresenta una sfida significativa che richiede un intervento coordinato da parte di governi, delle istituzioni educative e delle imprese. Attraverso l'impegno collettivo è possibile colmare questo divario e garantire un passo fondamentale verso un futuro più inclusivo e sostenibile per tutti.

Investire nelle competenze digitali significa investire nel futuro economico e sociale, garantendo a ciascuno i benefici provenienti dalle opportunità offerte dalle tecnologie in continua evoluzione.

Le organizzazioni, alle diverse scale operative, dovranno bilanciare innovazione e responsabilità, creando valore e adottando framework di governance che integrino considerazioni di sostenibilità fin dalle prime fasi di progettazione e sviluppo delle soluzioni tecnologiche, includendo la valutazione dell'efficienza energetica come criterio chiave nella selezione e ottimizzazione degli algoritmi, e la preferenza per soluzioni che bilancino prestazioni e impatto ambientale. **La collaborazione tra industria, ricerca e regolatori sarà fondamentale per sviluppare standard e linee guida comuni per la sostenibilità tecnologica.**

In conclusione, si può affermare che se l'emergere di tecnologie abilitanti, come l'AI generativa, promette di accelerare ulteriormente il processo di innovazione, la sostenibilità e l'impatto sociale dovranno diventare sempre più centrali nella progettazione di percorsi di trasformazione digitale.

NdA: L'IA ha contribuito a trasformare idee e suggestioni presenti nella mente dell'autore, nelle immagini del presente articolo. Nessuna IA è stata maltrattata durante l'interazione uomo-macchina.

⁷ <https://ccaf.io/cbnsi/cbeci>

⁸ https://energy.ec.europa.eu/news/commission-adopts-eu-wide-scheme-rating-sustainability-data-centres-2024-03-15_en