
L'economia digitale e la quarta rivoluzione industriale

Nell'ambito delle attività del Piano di Rafforzamento Amministrativo - del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti è stata redatta la presente relazione, relativa a **“L'economia digitale e la quarta rivoluzione industriale”**.

1. L'economia digitale

La transizione tecnologica attualmente in atto è un processo che sta trasformando il nostro sistema economico in una **“economia digitale”**¹ e sta portando a compimento la cosiddetta **“quarta rivoluzione industriale”**. Gli effetti di questo processo da un lato incidono su molti aspetti della vita delle persone e dall'altro coinvolgono profondamente l'economia, l'industria e la finanza².

L'attuale processo di transizione tecnologica si caratterizza per essere un fenomeno graduale ma soggetto ad accelerazioni improvvise; come è avvenuto nel periodo di diffusione della pandemia da Covid-19 dove si è assistito ad una rapida diffusione di forme di lavoro a distanza e comportamenti sociali che sono stati permessi da una tecnologia che già esisteva ma che non veniva pienamente utilizzata, si pensi anche all'aumento della quota di mercato del commercio on line e del delivery food.

La trasformazione del nostro sistema economico e sociale sta portando a degli evidenti vantaggi ma allo stesso tempo fa nascere delle preoccupazioni come, ad esempio, la possibile obsolescenza di alcune tipologie di lavoro, e la conseguente perdita di posti di lavoro, o il rischio di una sempre maggiore polarizzazione del benessere e della ricchezza prodotta, con una fascia minoritaria della popolazione sempre più ricca e una maggioranza di persone in situazione di

¹ La presente Nota Informativa è stata sviluppata a partire dal paper “Economia digitale” (L.F. Signorini, Banca d'Italia, settembre 2023).

² Negli ultimi anni si è vista l'introduzione e il diffondersi di numerosi prodotti che stanno rivoluzionando la quotidianità delle persone; si pensi solamente al modo in cui vent'anni fa si scattavano fotografie, si scambiavano messaggi o si facevano operazioni in banca.

sempre maggiore disagio. Infine, oltre agli aspetti economici e sociali, vi sono numerose questioni che possono preoccupare come la protezione e la riservatezza dei dati personali, la diffusione e la gestione delle informazioni, la salvaguardia dei diritti civili e della democrazia.

L'enorme diffusione di nuovi prodotti, processi industriali e tecnologie che impattano direttamente sulla vita della maggioranza delle persone permette di affermare di essere di fronte ad una **“quarta rivoluzione industriale”**.

Ogni rivoluzione industriale ha comportato dei profondi stravolgimenti economici e sociali. In questo momento storico stiamo vivendo l'inizio di questo processo, che è ancora in atto, e al momento è possibile fare solo delle previsioni rispetto alle trasformazioni in corso.

Per valutare con la giusta prospettiva i possibili sviluppi della transizione tecnologica e dell'**economia digitale** occorre ricordare che quando in economia si parla delle conseguenze future, più o meno lontane, di un processo nuovo e rapido, si deve fare i conti con grandi margini di incertezza. A ogni modo, grazie alla teoria economica, alla ricerca e all'esperienza è possibile identificare e valutare gli effettivi rischi di natura economica che appaiono maggiormente giustificati e che richiedono un'azione a livello nazionale e comunitario.

2. La quarta rivoluzione industriale

Si parla di **rivoluzione industriale** quando avviene una trasformazione delle strutture produttive e sociali determinata dall'affermazione di una nuova mentalità imprenditoriale, di nuove tecnologie di produzione e di consumo e dalla necessità di rispondere a una crescita della domanda di beni materiali e immateriali.

In particolare, le prime due rivoluzioni industriali si caratterizzano per aver permesso di sostituire nei processi produttivi l'energia fisica dell'uomo con il lavoro delle macchine, mentre le seconde due rivoluzioni industriali riguardano principalmente la velocità di comunicazione e l'automatizzazione.

Riassumendo brevemente la successione delle rivoluzioni industriali:

- la **prima rivoluzione industriale** ha riguardato l'introduzione, per la prima volta nella storia dell'uomo, della forza motrice a vapore nei processi produttivi (fine XVIII secolo);

- la **seconda rivoluzione industriale** ha visto l'impiego dell'elettricità e del motore a combustione interna nei processi produttivi e nelle attività quotidiane (fine XIX secolo e inizio del XX secolo);
- la **terza rivoluzione industriale** è caratterizzata dalla diffusione capillare del computer che ha reso enormemente più rapida ed efficiente la comunicazione e ha consentito la gestione di una straordinaria mole di informazioni (seconda metà e fine del XX secolo);
- la **quarta rivoluzione industriale** è lo sviluppo di un'economia digitale ed è definita dalla integrazione tra automatizzazione, informatizzazione, intelligenza artificiale e scambio ed elaborazione di dati (inizio del XXI secolo).

Ogni rivoluzione industriale ha determinato l'obsolescenza di alcuni lavori, si pensi ad esempio come con l'avvento della terza rivoluzione (computer) siano diventati obsoleti alcuni mestieri impiegatizi di tipo routinario come lo smistamento telefonico o la dattiloscrittura o la protocollazione manuale, mentre dall'altro si sono moltiplicate le opportunità di lavoro per chi si occupa di analisi ed elaborazione dati o delle mansioni più creative³.

Le caratteristiche fondamentali che andranno a definire la **quarta rivoluzione** non potranno essere riconosciute se non a posteriori quando avrà avuto un suo definitivo compimento. Ad ogni modo già oggi è possibile definire quali sono gli elementi essenziali di essa, ovvero:

- utilizzo ed integrazione ad ogni livello dell'automatizzazione negli apparati elettronici (computer, elaboratori, Internet delle cose, cloud computing), nella rete infrastrutturale e nello scambio di dati tra gli stessi dispositivi elettronici;
- applicazione ed utilizzo di sistemi di apprendimento automatico a compiti che richiedono conoscenze elaborate e complesse, normalmente acquisite attraverso l'esperienza.

L'uso e l'integrazione delle tecnologie emergenti⁴ negli apparati elettronici e lo scambio di dati e informazioni tra gli stessi dovrebbe permettere una decisa automatizzazione in alcuni ambiti

³ La stessa dinamica si riscontra con l'avvento della prima e della seconda rivoluzione industriale dove nelle fabbriche e nell'agricoltura alcuni dei lavori manuali più pesanti, pericolosi, ripetitivi e routinari sono stati sostituiti dall'uso delle macchine.

⁴ Le "Tecnologie Emergenti" sono la struttura e l'infrastruttura tecnologica ed informatica alla base dell'economia digitale. Il Ministero delle Imprese e del Made in Italy intende come "Tecnologie Emergenti" la Blockchain, l'Intelligenza Artificiale, la Realtà aumentata, virtuale ed immersiva, l'Internet of Things (IoT) e le tecnologie quantistiche, il cui uso è subordinato alla disponibilità delle reti mobili ultraveloci (5G) ed allo sviluppo delle reti mobili di nuova generazione (6G).

di lavoro. Inoltre, la possibilità di applicare sistemi di apprendimento automatico alle macchine, in modo che le addestrino a “consigliare” o a “decidere” imitando entro certi limiti i processi cognitivi umani, permetterà loro di essere utilizzate anche in alcuni processi intellettualmente complessi, consentendo a questi strumenti di svolgere i propri compiti sfruttando una mole di informazioni che non è nelle possibilità degli esseri umani.

Le tecnologie emergenti che sono alla base della **quarta rivoluzione industriale**, come è successo anche all'avvento delle passate rivoluzioni industriali, suscitano timori per la possibilità che dal loro impiego derivi un aumento diffuso della disoccupazione ed emergano nuove linee di frattura tra i lavoratori e i territori che riescono a sfruttarne il grande beneficio e le persone e i luoghi che non ne sono in grado. Allo stato attuale la teoria economica, attraverso un'analisi aggregata, ritiene che i timori sopracitati siano infondati. Ogni innovazione, dall'aratro al computer, ha dato luogo alla convinzione superficiale e fallace che, se fosse possibile utilizzare meno lavoro – e quindi meno persone – per ottenere il medesimo risultato molti lavoratori non avrebbero più avuto nulla da fare. Ma durante le prime tre rivoluzioni industriali si è dimostrato che in generale con l'aumento di prodotto a parità di sforzo non si fa altro che migliorare il benessere materiale della collettività. Ovviamente non si può sapere oggi, con certezza, gli effetti di questa quarta rivoluzione e magari i risultati potrebbero essere diversi, ma l'esperienza passata ci suggerisce come sia più probabile che abbia effetti generalmente positivi.

Gli effetti positivi della **quarta rivoluzione industriale**, cioè dell'**economia digitale**, sono intrinseci alla sua componente fondamentale che è l'innovazione tecnologica. L'innovazione tecnologica, e una rivoluzione industriale è un momento enorme di progresso tecnologico che segna uno spartiacque tra tutto quanto viene dopo e tutto quello che c'era prima, è uno di quei fattori esogeni (tanto che nella teoria economica e nei modelli econometrici si utilizza il parametro “*shock tecnologico*”) che determinano il benessere di una società. Infatti, uno *shock tecnologico* oltre ad ampliare la gamma e la qualità dei prodotti offerti sul mercato accresce la produttività del lavoro, favorisce la crescita dei redditi reali, contribuisce ad aumentare la domanda di beni e servizi e la quantità di lavoro complessivamente impiegata per la loro produzione. Benché le macchine sostituiscano l'uomo in molte attività, a livello generale vi sarà sempre la possibilità di avere un impiego, allo stesso modo di come, a partire dalla prima rivoluzione industriale, le persone hanno potuto trovare un'occupazione nonostante la minor quantità di lavoro necessaria per ogni unità di prodotto, smentendo le profezie di disoccupazione tecnologica di massa.

Tra i vari strumenti e applicazioni delle tecnologie emergenti nell'ultimo periodo hanno suscitato particolare interesse i modelli di intelligenza artificiale generativa tra cui i “*Large Language Models*” (LLM) che sono in grado di produrre su domanda testi e altro materiale, che appaiono ben organizzati e scritti, su un gran numero di argomenti. In verità, come sottolineano gli esperti, l'attuale generazione di LLM ha ancora numerosi limiti, tra i quali l'incapacità di verificare i fatti, i dati e le fonti oltre ad una forte dipendenza dal modo in cui viene posta la domanda. Limiti che sono connaturati alla struttura degli strumenti dato che sono addestrati ad estrapolare ed organizzare informazioni da un'enorme raccolta di documenti ma che non possono verificare l'autenticità dei documenti – o dei dati o delle informazioni – utilizzati per rispondere ai quesiti ed inoltre non possono andare oltre a quanto è già contenuto in questa raccolta virtuale. Nonostante i limiti appena descritti i prodotti LLM si candidano per essere degli strumenti utili per sintetizzare l'informazione disponibile e a preparare dei rapporti; da un punto di vista economico possono/potranno essere sostitutivi di alcuni incarichi ma sono/saranno soprattutto complementari rispetto all'attività lavorativa umana. Questo significa che per come sono pensati difficilmente questi prodotti andranno a sostituire completamente alcune figure professionali, soprattutto di tipo impiegatizio, ma piuttosto saranno strumenti utilizzati nello svolgimento delle proprie mansioni; i lavoratori nel prossimo futuro dovranno attrezzarsi per sfruttare efficacemente questa complementarità.

3. L'innovazione

In ogni rivoluzione industriale vi sono state preoccupazioni rispetto al futuro dei lavoratori paventando una situazione per la quale la sostituzione dei lavoratori con dei nuovi macchinari avrebbe prodotto un aumento della disoccupazione e una diminuzione dei salari. Ma quanto è avvenuto con le prime tre rivoluzioni industriali dimostra che, nonostante tutte le preoccupazioni, le invenzioni meccaniche e digitali finora realizzate abbiano alleggerito la fatica quotidiana di un essere umano, hanno consentito a una popolazione più numerosa di vivere ad un livello di benessere maggiore, migliorato la mobilità sociale e aumentato la qualità della vita.

Nonostante i benefici generalizzati che si manifestano nel lungo periodo non si può negare che l'innovazione tecnologica possa portare nell'immediato a una diminuzione della coesione sociale; ma si tratta di una questione distributiva della ricchezza e del benessere che coinvolge

alcuni settori dell'economia e segmenti della popolazione e che è contingente, non è né generale né definitiva. L'avvento di uno *shock tecnologico* generalizzato, come una **quarta rivoluzione industriale**, quindi può avere effetti negativi circoscritti e temporanei ma che non devono essere sottovalutati. Infatti, l'innovazione tecnologica crea per sua stessa natura delle sacche di obsolescenza sia di capitale umano (alcune tipologie di lavoratori che perderanno il lavoro) e sia di capitale fisico (beni naturali e beni materiali che perderanno le loro funzioni e quindi i proprietari di tali beni perderanno i loro profitti e le proprie rendite) e per questo può generarsi una certa opposizione all'introduzione delle nuove tecnologie.

Coloro che perderanno il proprio lavoro e le proprie rendite potranno trovarsi in difficoltà dato che per forza di cose non vi sarà una perfetta coincidenza tra la perdita e la creazione di nuova occupazione. Le persone occupate nelle attività in cui verranno introdotte le macchine potranno trovare degli ostacoli a ricollocarsi nel mercato del lavoro se non sono in grado o disposte a riqualificarsi, o se non viene loro offerta la possibilità di farlo. Quindi, al fine di ridurre al minimo i disagi dovuti alla **quarta rivoluzione industriale**, occorre pertanto prestare molta attenzione a quelle fasce della popolazione e di lavoratori che verranno maggiormente colpiti dall'introduzione dell'innovazione tecnologica.

Inoltre, si consideri che è molto probabile che l'intelligenza artificiale sia in grado di sostituire, o almeno affiancare, l'attività umana non solo in alcune mansioni semplici (come i call center), ma anche in attività di maggior contenuto concettuale (come la traduzione e correzione di testi, la preparazione di rapporti per i consulenti o per i decisori, ecc.). Ma al tempo stesso, così come è stato nel passato, è molto verosimile che il ridimensionamento di certi mestieri sia accompagnato da nuovi lavori.

La politica e le amministrazioni pubbliche devono avere ben presente che in un contesto di profonda innovazione tecnologica non è possibile concentrarsi solo sui costi di breve termine, che devono per quanto possibile essere mitigati e riguarderanno alcune fasce di popolazione, ma occorre avere una prospettiva dei benefici che grazie all'innovazione è possibile raggiungere nel medio e nel lungo periodo. Quindi, l'obiettivo della politica e delle amministrazioni pubbliche non deve essere quello di bloccare il progresso, cosa del resto assai difficile se non impossibile, quanto quello di favorire la riallocazione delle risorse e del lavoro garantendo:

- che gli incrementi del benessere economico che ne conseguono siano diffusi;

- che si affrontino efficacemente eventuali effetti distorti della distribuzione della ricchezza, anche attraverso interventi *ad hoc* per le fasce della popolazione che le trasformazioni del sistema produttivo potrebbero maggiormente penalizzare;
- che si introducano regole e provvedimenti necessari a garantire la sicurezza dei cittadini, in termini di privacy e tutela dei dati.

4. La produttività

L'analisi economica ha dimostrato che nella **terza rivoluzione industriale**, a differenza di quello che è successo nelle prime due, non è facilmente riconoscibile e valutabile l'impatto dell'innovazione tecnologica sull'incremento della produttività aggregata del Paese e ci si aspetta che la stessa difficoltà possa ripetersi anche nella **quarta rivoluzione industriale**.

Infatti, se a livello microeconomico⁵ c'è una robusta evidenza circa gli effetti positivi del passaggio al computer (terza rivoluzione industriale) e alla digitalizzazione (quarta rivoluzione industriale) sulla produttività delle aziende che ne fanno uso⁶, a livello macroeconomico, l'analisi che riguarda l'intero Paese, gli effetti della terza e della quarta rivoluzione sulla produttività aggregata, cioè sul PIL complessivo per il totale di ore lavorate da tutti i lavoratori, sono meno evidenti. Il problema è noto da tempo in letteratura economica dato che fin da fine anni '80 del XX secolo è stato definito come il cosiddetto "paradosso di Solow" per cui all'accelerazione nell'adozione delle tecnologie informatiche non è corrisposto un progresso altrettanto evidente della crescita aggregata della produttività del lavoro.

Il "paradosso di Solow" è stato molto analizzato e discusso nella teoria economica e sono emerse fondamentalmente due tesi:

- l'adozione delle tecnologie digitali si è tradotta nello sviluppo di nuove attività più difficili da misurare o che, pur offrendo un beneficio ai consumatori, non entrano nelle stime del

⁵ La microeconomia è l'analisi economica che studia il comportamento dei singoli operatori (consumatori, lavoratori, imprese) e il funzionamento dei singoli mercati. La macroeconomia è lo studio dell'economia per grandi gruppi e aggregati economici (PIL, reddito nazionale, livello dell'occupazione complessiva, livello generale dei prezzi), e il loro andamento nel tempo con il fine di individuarne il comportamento sistemico e poter fare analisi predittive.

⁶ Ad esempio, uno studio relativo alle imprese belghe stima che un investimento di 1,00 euro in tecnologie dell'informazione aumenta in media il valore aggiunto aziendale di 1,35 euro, con rendimenti più alti per le imprese di dimensione maggiore. Anche una recente ricerca della Banca d'Italia mostra anche per l'Italia che gli investimenti nelle tecnologie innovative hanno rilevanti ricadute sulla produttività totale dei fattori delle aziende.

prodotto interno lordo (PIL) non avendo un prezzo di mercato. Ad esempio, non è possibile attribuire un valore e un costo esplicito all'attuale velocità di condivisione delle informazioni, oppure alla possibilità di poter scattare una foto dal proprio telefono portatile e condividerla istantaneamente – ed è evidente che questa possibilità non sia incorporata nel prezzo dell'apparecchio. In altre parole, le caratteristiche dell'innovazione digitale potrebbero essere tali da causare una sistematica sottovalutazione del valore dei prodotti e della loro dinamica.

- le nuove tecnologie richiedono tempo per dispiegare appieno i propri effetti. Nelle fasi “rivoluzionarie” la frontiera tecnologica avanza con rapidità, ma le nuove tecnologie si diffondono nel sistema produttivo solo gradualmente. L'esperienza del lavoro a distanza esemplifica questo punto: tecnologie in sostanza già esistenti non venivano sfruttate in tutto il loro potenziale, fino a che la pandemia non ha fatto sì che si facesse di necessità virtù. Come per il passaggio dal vapore all'elettricità, che richiese vari decenni, così per le tecnologie dell'informazione e delle comunicazioni potremmo oggi trovarci solo alla vigilia di un salto di produttività.

Si può pensare che le due tesi siano complementari e che entrambe contribuiscano, in qualche modo, a spiegare e a comprendere il “paradosso di Solow”.

In aggiunta alle considerazioni sopra esposte si devono tenere presente anche delle difficoltà di raccolta dei dati, dato che nel momento in cui una nuova versione di un prodotto fa molte più cose e molto migliori rispetto alla versione precedente i metodi statistici tradizionalmente usati per aggiustare la misurazione del prodotto presentano alcune inadeguatezze che ne determinano una sottovalutazione della produttività; ma di certo quest'ultima non è la causa principale che determina l'incapacità attuale di valutare correttamente l'impatto dell'innovazione tecnologica sulla produttività aggregata del Paese.

Un elemento che potrà aiutare a riconciliare le evidenze microeconomiche e quelle macroeconomiche è forse quello della ricomposizione settoriale ovvero di riconsiderare e ricalibrare l'analisi dei diversi settori economici (primario, secondario, terziario) prendendo atto che la diffusione delle tecnologie e dell'economia digitale, avvenute con la terza e quarta rivoluzione industriale, hanno portato alla progressiva terziarizzazione dell'economia e quindi anche dei settori primario e secondario: come noto i servizi hanno, in media, una produttività del

lavoro più bassa. Inoltre, nei servizi, oltre ad una endemica minore produttività del lavoro, il problema della corretta misurazione del valore della produzione è più evidente. Infine, occorre considerare che nell'analisi a livello macroeconomico, rispetto a quello microeconomico, è più difficile eliminare l'effetto di fattori concomitanti come, ad esempio, l'attuale invecchiamento della popolazione che sicuramente impatta sulla misura della produttività complessiva di un paese.

5. La produzione e le opportunità di sviluppo economico

Nonostante le difficoltà che si riscontrano nel misurare e valutare quantitativamente l'impatto delle tecnologie digitali sulla produttività è evidente la loro centralità nelle opportunità di crescita economica. Il futuro dello sviluppo economico, e quindi della ricchezza e del benessere del Paese, sarà determinato sia dalla capacità dell'economia di produrre dei nuovi servizi digitali sia dalla capacità di applicare le innovazioni nella maggior parte dei settori, accrescendo in questo modo l'efficienza complessiva.

Un fattore di cui tenere conto è che la produzione di tecnologie digitali è guidata da un numero ristretto di imprese e paesi (in modo particolare gli U.S.A), anche se il mercato dell'innovazione nel settore tecnologico è un mercato estremamente dinamico⁷ e non sono mancati casi in cui nel giro di pochi anni una start up ha scalzato grandi imprese che detenevano un elevato potere di mercato.

Nel settore delle tecnologie digitali emerge anche una concentrazione che ha una dimensione geografica, in cui le imprese leader del mercato sono localizzate in pochi paesi al mondo e all'interno di essi in territori ben definiti⁸.

In questi territori emerge il fenomeno degli *spillover di conoscenza* che è stato ben studiato e misurato dalla statistica economica e dalla statistica spaziale applicata all'economia. Sono luoghi che si caratterizzano per un mercato del lavoro decisamente dinamico, in un particolare settore, e dove la presenza di molti lavoratori e imprese dello stesso comparto favorisce lo scambio di conoscenze "tacite", l'apprendimento per imitazione, la moltiplicazione delle

⁷ Nella classifica di giugno 2023 sulle prime dieci imprese al mondo per valore di mercato ben sette appartenevano al settore delle tecnologie e comunicazioni, ma solo tre di queste dieci anni fa comparivano nello stesso elenco.

⁸ Negli U.S.A., ad esempio, all'inizio dello scorso decennio 10 aree metropolitane su 179 ospitavano il 69% di ricercatori e inventori in computer science e il 77% di quelli nel comparto dei semiconduttori.

esperienze, la diffusione fulminea delle novità: tutto questo si traduce in innovazione e sviluppo economico.

Attualmente si osserva un vantaggio competitivo nella concentrazione e localizzazione delle imprese leader nelle tecnologie digitali e questo determina degli *spillover di conoscenza* che, oltre ai vantaggi generali sopra descritti e tipici del fenomeno, si stanno caratterizzando per aver creato un ambiente culturale, sociale e amministrativo tutto proteso all'innovazione e dove emergono servizi specializzati per le imprese e i lavoratori. In queste realtà le stesse università diventano una frontiera mondiale della ricerca e degli incubatori avanzati di start-up e le istituzioni finanziarie risultano altrettanto specializzate nel soddisfare le particolari esigenze di queste imprese innovative.

Poiché il successo attrae sia capitale umano (imprenditoriale, tecnico, scientifico) che finanziario, con effetti cumulativi, questo meccanismo tende a rafforzare a livello globale l'agglomerazione e la concentrazione territoriale dei centri decisionali; anche se chi vi lavora ormai può farlo anche da lontano.

L'Unione Europea presenta un evidente ritardo rispetto ai propri competitor globali nel settore delle tecnologie emergenti e digitali, anche se possiede, nel suo complesso, dei significativi poli produttivi e innovativi. Vi sono diversi motivi che sono causa del ritardo e tra questi vi è indubbiamente una frammentazione degli interventi a favore dell'innovazione tra i vari Stati Membri per quanto riguarda sia la loro regolamentazione sia gli investimenti pubblici nel settore.

Per l'Unione Europea non sarà facile diminuire il divario accumulato dato che l'esperienza ha dimostrato inequivocabilmente che un polo di agglomerazione e di sviluppo economico non può essere creato dal nulla e dall'alto; il ruolo della politica, in questi casi, oltre a investire direttamente dei propri capitali si riduce a creare delle condizioni esterne favorevoli affinché possano nascere dei poli produttivi e innovativi.

Tra le condizioni che dovranno essere favorite dalla politica vi sono:

- gli investimenti in capitale umano che dovranno essere rivolti a colmare, anche in Italia, la carenza in competenze avanzate (matematiche, statistiche, informatiche) che sono essenziali per lo sviluppo economico nell'epoca della quarta rivoluzione industriale;
- creare e mantenere stabilmente un ambiente normativo, fiscale e burocratico-amministrativo favorevole all'innovazione tecnologica.

I decisori politici e le amministrazioni pubbliche oltre a favorire la nascita e lo sviluppo di nuove tecnologie e di poli tecnologici attraverso un ambiente normativo, fiscale e burocratico-amministrativo favorevole devono consolidare e favorire la diffusione dell'innovazione tecnologica.

L'indice dell'economia e della società digitali (Indice DESI⁹), sviluppato dalla Commissione Europea, vede i paesi del Nord Europa ai primi posti mentre i paesi come la Grecia e la stessa Italia mostrano evidenti ritardi determinati dall'insufficiente dotazione di capitale umano e dall'inadeguatezza dei servizi digitali delle amministrazioni pubbliche. L'Italia ha migliorato un po' la propria posizione nelle ultime indagini grazie alla maggiore diffusione delle tecnologie digitali tra le imprese. Questi ultimi risultati sono interessanti perché mostrano come la digitalizzazione della Pubblica Amministrazione, oltre a migliorare l'efficienza del servizio pubblico, può favorire una più ampia diffusione delle nuove tecnologie nel settore privato. Un esempio è l'obbligo di utilizzo della fatturazione elettronica che, pur imponendo alle aziende costi di adozione e apprendimento, ha spinto le imprese a dotarsi di nuovi strumenti gestionali e a innalzare il loro livello tecnologico. I ritardi, dunque, non sono strutturalmente incolmabili, ma occorre agire in modo tempestivo e mirato, partendo dai punti deboli evidenziati dai dati.

Uno studio condotto da ricercatori di Banca d'Italia, Istat e Ocse identifica nel capitale umano dei lavoratori e dei manager uno dei principali fattori che favoriscono la trasformazione digitale delle imprese italiane. Data l'elevata complementarità tra competenze umane e tecnologia, le imprese in cui è più elevata la quota di lavoratori dotati di istruzione superiore sono quelle che mostrano sia una propensione più elevata all'adozione di tecnologie avanzate, sia la capacità di trarne i maggiori benefici di produttività. L'esperienza ha ormai dimostrato che la qualità della rete, ovvero la presenza di collegamenti in banda ultra larga, è una condizione necessaria ma non sufficiente sull'adozione delle tecnologie digitali da parte delle imprese che vengono introdotte in modo pervasivo solo dalle aziende con un capitale umano qualificato. In Italia esiste un'offerta limitata di lavoratori qualificati¹⁰ e anche il livello delle competenze, a parità di grado di

⁹ Per misurare l'avanzamento della digitalizzazione nei vari Paesi, nel 2014, la Commissione Europea ha introdotto l'indice DESI con l'obiettivo di misurare i progressi compiuti dai Paesi dell'UE. I risultati del DESI sono la sintesi di differenti indicatori che misurano le prestazioni digitali dell'Europa e riguardano quattro aree: Capitale umano, Connettività, Integrazione delle tecnologie digitali, Servizi pubblici digitali.

¹⁰ La scolarità media in Italia è minore che altrove, la quota di laureati tra le persone di età compresa tra i 25 e i 34 anni è inferiore al 30 per cento, contro una media europea superiore al 40, e una media dell'OCSE prossima al 50.

istruzione, a confronto con la media dell'Unione Europea e dei paesi dell'OCSE è poco soddisfacente¹¹.

6. Considerazioni

Come ogni grande trasformazione tecnologica la transizione digitale ha un effetto pervasivo ed è uno dei principali fattori da cui dipenderanno le prospettive di crescita del benessere economico del nostro Paese. I dati mostrano come negli ultimi 25 anni l'Italia non ha visto migliorare la produttività del lavoro¹² che ad oggi risulta una tra le più basse dell'Unione Europea. Questo significa che occorre invertire la rotta per non rimanere ai margini del processo produttivo e di conseguenza perdere potere economico e in definitiva benessere per molte fasce di popolazione.

Per migliorare la produttività del lavoro, in una fase di profondi cambiamenti tecnologici stanno determinando un passaggio all'**economia digitale** e alla realizzazione della **quarta rivoluzione industriale**, significa investire per:

- migliorare la dotazione infrastrutturale (come la diffusione capillare della banda ultra larga);
- migliorare il capitale umano (livelli di conoscenze e attività di ricerca, sia pubblica sia privata);
- migliorare la qualità dell'azione pubblica (creare le migliori condizioni burocratiche e amministrative affinché il sistema produttivo possa adattarsi a condizioni in continuo mutamento);
- rafforzare i percorsi di formazione e di riqualificazione della popolazione adulta.

¹¹ In base alla Survey of Adult Skills prodotto dall'OCSE che misura le competenze degli adulti in età lavorativa (dai 16 ai 65 anni) in tre ambiti fondamentali di elaborazione delle informazioni: alfabetizzazione, competenza numerica e problem solving, il punteggio medio per l'Italia, nelle abilità sia di alfabetizzazione che numeriche, risulta significativamente inferiore alla media OCSE.

¹² La produttività del lavoro è il rapporto tra il valore della produzione prodotta e il numero di lavoratori impiegati per raggiungerla; si può calcolare a livello di singola impresa (microeconomico) sia a livello di Paese (macroeconomico).