



BANCA D'ITALIA
EUROSISTEMA

Economia digitale

Intervento di Luigi Federico Signorini
Direttore Generale della Banca d'Italia

In viaggio con la Banca d'Italia
Firenze, 21 settembre 2023

La cosiddetta "quarta rivoluzione industriale", oltre che su molti aspetti della vita personale, incide profondamente sull'economia. Trasforma i processi produttivi, genera infinite nuove possibilità di sviluppo. Introduce prodotti rivoluzionari che presto diventano così comuni da sembrare sempre esistiti. (Chi non è più un ragazzo dovrebbe ricordarsi bene un mondo senza *smartphones*, ma riusciamo davvero a ricreare nella mente il modo in cui scattavamo fotografie, ci scambiavamo messaggi, facevamo operazioni in banca anche solo quindici anni fa? E quand'è che abbiamo spedito l'ultima cartolina dalle vacanze?)

Il processo è graduale ma anche soggetto ad accelerazioni improvvise. Lo dimostra l'esperienza della pandemia da Covid-19, con la conseguente, rapida diffusione di forme di lavoro a distanza; diffusione permessa – ed è un punto che tornerà più avanti – da una tecnologia che già esisteva, ma non veniva pienamente utilizzata.

Come per tanti aspetti dello sviluppo economico, si fa presto a darne i vantaggi per scontati e quasi a dimenticarsene; al tempo stesso, il dibattito pubblico risuona di preoccupazioni e allarmi. Si distruggerà il lavoro? Il potere economico si concentrerà sempre di più? Stiamo restando indietro? O magari stiamo correndo troppo?

Ci sono molte questioni che esulano dall'ambito economico (anche se riflessi economici di solito non mancano): per esempio quelle che riguardano la protezione della riservatezza personale, il progresso della scienza o i modi del dibattito politico. (E timori più radicali ancora: che l'intelligenza artificiale sfugga al controllo umano determinando esiti catastrofici). Di questi aspetti non ho particolare titolo per occuparmi. Mi concentrerò su alcune delle domande che riguardano più direttamente la mia professione.

Quando si parla delle conseguenze future, più o meno lontane, di un processo nuovo e rapido, si deve fare i conti con straordinari margini di incertezza. Non solo gli osservatori più o meno qualificati, ma perfino i più grandi economisti hanno occasionalmente preso, in casi del genere, notevoli abbagli. Nonostante questa premessa, che prego di tenere sempre presente, proverò a dire quali timori di natura economica mi sembrano meno giustificati sulla base della teoria, della ricerca disponibile e dell'esperienza; quali secondo me devono invece essere presi sul serio e richiedono preparazione e azione. Sottolineerò tra l'altro quelle che mi sembrano alcune priorità per l'Europa, e in particolare per l'Italia.

La quarta rivoluzione industriale

Le prime due rivoluzioni industriali – la prima guidata dall'introduzione della forza motrice del vapore (XVIII secolo), la seconda dall'impiego dell'elettricità e del motore a scoppio (tra la fine del XIX e l'inizio del XX secolo) – hanno permesso di sostituire l'energia fisica dell'uomo con il lavoro delle macchine.

La terza rivoluzione industriale, simboleggiata dal computer, ha reso enormemente più rapida ed efficiente la comunicazione e ha consentito la gestione di una straordinaria mole di informazioni. Da un lato sono diventati obsoleti alcuni mestieri impiegatizi di tipo routinario, come lo smistamento telefonico, la dattiloscrittura o la protocollazione manuale; dall'altro, si sono moltiplicati i dati e le elaborazioni disponibili a supporto delle mansioni più creative.

La quarta rivoluzione non potrà forse essere definita in modo altrettanto sintetico se non a posteriori, tra qualche decina d'anni. Elementi essenziali di essa sembrano essere: (i) l'integrazione pervasiva dell'automazione negli, e lo scambio di dati fra gli, apparati di ogni sorta (reti di elaboratori, internet delle cose, *cloud computing*); (ii) l'applicazione di sistemi di apprendimento automatico a compiti che richiedono conoscenze elaborate e complesse, normalmente acquisite attraverso l'esperienza. La prima permette l'automatizzazione spinta di alcuni ambiti di lavoro (gestione del processo produttivo, dei magazzini, delle catene del valore). La possibilità di addestrare le macchine a consigliare o anche a decidere, imitando entro certi limiti i processi cognitivi umani e allo stesso tempo estendendo la capacità di sfruttare le informazioni molto al di là delle umane possibilità, ne permette o permetterà l'utilizzo anche in alcuni processi intellettualmente complessi.

Consentitemi qui una digressione. Suscitano molto interesse e generano molte discussioni in questo momento i modelli di intelligenza artificiale generativa, e in particolare i "*large language models*" (LLM), capaci di produrre su domanda testi e altro materiale, ben organizzati, ben scritti e apparentemente ben informati sui soggetti più diversi. In realtà, l'attuale generazione di LLM presenta ancora a ben guardare limiti non indifferenti (tra l'altro l'incapacità di verificare fatti, dati e fonti; una tendenza alla superficialità; una forte dipendenza dal modo in cui la domanda viene posta¹). Né ci si può aspettare per ora molto in termini di autentico pensiero creativo: un modello addestrato su uno sterminato insieme di documenti esistenti quasi per definizione ha difficoltà nel "*thinking out of the box*". È facile che certi aspetti migliorino, magari rapidamente. In ogni caso i prodotti LLM, usati con attenzione, sembrano poter essere un ausilio efficiente per sintetizzare l'informazione disponibile e preparare rapporti. Credo (ma l'esperienza ce lo dirà) che il modo più corretto di guardarli oggi dal punto di vista economico sia quello di considerarli in parte sostitutivi, ma in parte complementari rispetto all'attività umana. Dovremo attrezzarci per sfruttare efficacemente questa complementarità.

1 C. Biancotti e C. Camassa, "Loquacity and visible emotion: ChatGPT as a policy advisor", *arXiv preprint* 2309.03595.

Le tecnologie della quarta rivoluzione industriale in effetti hanno un impatto sul modo in cui usiamo le nostre capacità mentali che somiglia, secondo alcuni², a quello che la macchina a vapore e le successive innovazioni ebbero per l'uso della forza muscolare.

Come in passato, queste innovazioni suscitano timori per la possibilità che dal loro impiego derivino un aumento diffuso della disoccupazione ed emergano nuove linee di frattura tra lavoratori e tra regioni più o meno in grado di trarne beneficio.

Nel lungo termine e in aggregato (pur con le grandi incertezze sul futuro già menzionate) i timori di questo genere hanno – ad avviso di chi vi parla – tutta l'aria di essere infondati. Forse ogni innovazione che ha risparmiato all'essere umano fatica muscolare o mentale, dall'aratro al computer, ha dato luogo alla convinzione superficiale e fallace che, se ci voleva meno lavoro per ottenere il medesimo risultato, molti lavoratori non avrebbero più avuto nulla da fare. Ogni volta tendeva a sfuggire il fatto che il risultato non era dato, e che l'aumento di prodotto a parità di sforzo, di per sé, non avrebbe potuto che migliorare il benessere materiale della collettività. (Su quello spirituale, non mi pronuncio). Ogni rivoluzione industriale è sembrata all'inizio così radicale da poter generare risultati apocalittici per l'economia e il lavoro, ma di fatto alla lunga non è mai stato così, anzi. Può darsi che questa volta il risultato sia diverso, in verità non lo sappiamo; a noi sembra più probabile che il ciclo si ripeta.

L'innovazione, oltre ad ampliare la gamma e la qualità dei prodotti offerti sul mercato, accresce la produttività del lavoro, favorendo la crescita dei redditi reali e il conseguente aumento della domanda di beni e servizi e della quantità di lavoro complessivamente impiegata per la loro produzione. Benché le macchine abbiano sostituito l'uomo in molte attività, una popolazione in rapida crescita a partire dalla prima rivoluzione industriale ha potuto trovare impiego nonostante la minor quantità di lavoro necessaria per ogni unità di prodotto, smentendo sistematicamente le profezie di disoccupazione tecnologica di massa.

La storia è in effetti costellata di simili preoccupazioni. Nel 1772 Thomas Mortimer, economista e scrittore inglese, scrisse che l'introduzione di nuovi macchinari per la lavorazione del legno in Inghilterra avrebbe "escluso il lavoro di migliaia di esseri umani che oggi sono utilmente impiegati"³. Nei primi decenni del XIX secolo i luddisti distruggevano i telai meccanici perché sostenevano che il loro unico effetto fosse quello di ridurre le possibilità di impiego per i lavoratori tessili, abbassarne i salari e diminuire la qualità del prodotto. Nel 1821 David Ricardo, niente di meno, disse che "la sostituzione del lavoro umano con le macchine è spesso dannosa per la classe dei lavoratori [...] Potrebbe rendere la popolazione ridondante e deteriorare la condizione del lavoratore". Nel 1848, John Stuart Mill affermava: "Hitherto it is questionable if all the mechanical inventions yet made have lightened the day's toil of any human being"⁴.

2 E. Brynjolfsson e A. McAfee (2015), "La nuova rivoluzione delle macchine", Feltrinelli, Milano.

3 La citazione è tratta da J. Mokir, C. Vickers e N. Ziebarth (2015), "The history of technological anxiety and the future of economic growth: is this time different?", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 29, n. 3, pp. 31-50.

4 *Principles of Political Economy*, Book IV Chapter 6.

A onor del vero, Mill vedeva (con acutezza di giudizio) più una questione distributiva e contingente che generale e perenne. Seguitava infatti: "They have enabled a greater population to live the same life of drudgery and imprisonment, and an increased number of manufacturers and others to make fortunes. They have increased the comforts of the middle classes. But they have not yet begun to effect those great changes in human destiny, which it is in their nature and in their futurity to accomplish".

Quali che siano le tendenze del futuro remoto, è – mi pare – piuttosto il timore di effetti dannosi temporanei e concentrati che va preso sul serio. Ma ci si deve guardare da risposte semplicistiche.

L'innovazione richiede riallocazioni, crea sacche di obsolescenza del capitale umano e fisico e quindi genera opposizione: la sofferenza è vera, concentrata e visibile, e i guadagni, pur altrettanto veri, sono diffusi e presto dati per scontati. Possono crearsi sfasamenti tra la distruzione e la creazione di nuova occupazione⁵; le persone occupate nelle attività spiazzate dalle macchine possono trovare difficoltà a ricollocarsi nel mercato del lavoro, se non sono disposte a riqualificarsi, o non viene loro offerta la possibilità di farlo.

È più che possibile che l'intelligenza artificiale sia in grado di sostituire, o magari affiancare, l'attività umana non solo in alcune mansioni semplici (call center, per esempio), ma anche in attività di maggior contenuto concettuale (traduzione e correzione di testi, briefing per consulenti o decisori, e chissà in futuro quante altre). È al tempo stesso molto verosimile che il ridimensionamento di certi mestieri sia accompagnato come in passato dalla nascita di mestieri nuovi.

È importante evitare di concentrarsi solo sui costi di breve termine, perdendo di vista i benefici di più lungo periodo⁶. Se si crede che Mill avesse ragione quanto postulava "great changes in human destiny, which it is in [innovations'] nature and in their futurity to accomplish", l'obiettivo da perseguire non sembra tanto bloccare il progresso, cosa del resto assai difficile se non impossibile, quanto favorire la riallocazione delle risorse e del lavoro, e garantire che gli incrementi del benessere economico che ne conseguono siano diffusi; che si affrontino efficacemente eventuali effetti distributivi anche attraverso reti di sicurezza per le fasce della popolazione che le trasformazioni del sistema produttivo potrebbero penalizzare.

Aggiungo a scanso di equivoci (il dibattito in merito è sempre più vivace e non voglio essere frainteso) che, come qualsiasi forma di progresso tecnico, l'intelligenza artificiale può essere impiegata non solo per sopperire a legittimi bisogni e desideri umani, ma anche per scopi maligni, dalla truffa all'aggressione militare. Le minacce sono reali, e vanno affrontate con le regole e i provvedimenti necessari: nell'ambito non delle politiche economiche, ma di quelle di sicurezza.

5 I. Visco (2015), "Perché i tempi stanno cambiando", Il Mulino, Bologna.

6 Si tratta della cosiddetta "legge di Amara", che fa riferimento all'ingegnere sistemista Roy Amara, presidente per lungo tempo del think-tank Institute for the Future. J. Mokir, C. Vickers e N. Ziebarth (2015), op. cit.

Produttività

Una questione problematica dal punto di vista empirico è che l'incremento della produttività aggregata legato all'innovazione tecnologica non risulta tanto ovvio nel caso delle ultime due rivoluzioni quanto lo fu con le prime due. I dati disponibili sono un po' contraddittori.

A livello microeconomico, c'è una robusta evidenza circa gli effetti positivi della digitalizzazione sulla produttività delle aziende che ne fanno uso⁷. Ad esempio, uno studio relativo alle imprese belghe⁸ stima che un investimento di un 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. Una recente ricerca della Banca d'Italia⁹ mostra anche per l'Italia che gli investimenti nelle tecnologie innovative¹⁰ hanno rilevanti ricadute sulla produttività totale dei fattori delle aziende.

A livello macroeconomico, gli effetti della terza e della quarta rivoluzione sulla produttività aggregata, cioè sul PIL per ora lavorata, sono (per ora?) meno evidenti¹¹. Il problema non si pone da oggi. Già nel 1987 Robert Solow scrisse la famosa frase: "l'era dei computer si può vedere ovunque tranne che nelle statistiche sulla produttività¹²". È stato chiamato appunto "paradosso di Solow": l'accelerazione nell'adozione di tecnologie informatiche non si è manifestato in un progresso altrettanto evidente nella crescita aggregata della produttività del lavoro.

Si è molto discusso di questo fenomeno. Ci sono fondamentalmente due tesi.

Alcuni sono convinti che l'adozione delle tecnologie digitali si sia tradotta nello sviluppo di nuove attività più difficili da misurare o che, pur offrendo un beneficio ai consumatori, non entrano nelle stime del prodotto, non avendo un prezzo di mercato. Che valore monetario si può attribuire alle informazioni che la rete fornisce senza un costo esplicito? L'utilità di poter scattare foto dal telefono e condividerle istantaneamente, in quantità e qualità un tempo inimmaginabili, è davvero tutta incorporata nel prezzo dell'apparecchio? E come

7 P. Gal, G. Nicoletti, C. von Rueden, S. Sorbe e T. Renault (2019), "Digitalization and productivity: in search of the holy grail – firm level empirical evidence from European countries", *International Productivity Monitor*, vol. 37, pp. 39-71, per un'analisi dettagliata di questa letteratura.

8 E. Dhyne, J. Konigs, J. Van Der Bosch, S. Vanormelingen (2021), *The return on information technology: who benefits most?*, *Information systems research*, vol. 32.

9 E. Ciapanna, S. Mocetti e A. Notarpietro (2023). "The macroeconomic effects of structural reforms: an empirical and model-based approach", *Economic Policy*, pp. 1-43. Risultati simili, sebbene un po' datati, sono disponibili per l'Italia in B. Hall, F. Lotti e J. Mairesse (2013), "Evidence on the impact of R&D and ICT investments on innovation and productivity in Italian firms", *Small Business Economics*, vol. 33, pp. 13-33. e C. Castiglione (2012), "Technical efficiency and ICT investment in Italian manufacturing firms", *Applied Economics*, Vol. 44, pp. 1749-1763.

10 Lo studio riguarda gli investimenti incentivati con il programma Industria 4.0.

11 R. Cristadoro (2019), *Economia digitale*, Focus on, Banca d'Italia. Un elemento che può aiutare a riconciliare le evidenze micro e quelle macro è la ricomposizione settoriale, in particolare la progressiva terziarizzazione dell'economia: i servizi hanno, in media, una produttività del lavoro più bassa. Nei servizi è probabile che il problema della misurazione corretta del prodotto (v. oltre) sia più acuto. A livello macro è anche più difficile eliminare l'effetto di fattori concomitanti (invecchiamento della popolazione?).

12 R. Solow (1987), *We'd better watch out*, *New York Times Book Review*, July 12 1987.

si stima il valore aggiunto di un saggio scritto da [la versione gratuita di] ChatGPT? In altre parole, le caratteristiche dell'innovazione digitale potrebbero essere tali da causare una sistematica sottovalutazione del prodotto e della sua dinamica.

Una seconda spiegazione è che le nuove tecnologie richiedano 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 gradualmente¹³. 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 decenni¹⁴, così per le tecnologie dell'informazione e delle comunicazioni potremmo oggi trovarci solo alla vigilia di un salto di produttività.

Chi vi parla è intuitivamente portato a considerare piuttosto verosimile la prima idea. Quando la versione $t+1$ di un prodotto fa molte più cose della versione t e molto migliori, i metodi statistici tradizionalmente usati per aggiustare la misurazione del prodotto sono probabilmente inadeguati. Va detto però che gli studi empirici disponibili¹⁵, pur confermando l'esistenza di qualche problema di misura, non hanno finora trovato evidenza che si possa loro attribuire una parte significativa dell'andamento deludente della produttività aggregata. Vedremo. Del resto, le due spiegazioni non sono alternative ma complementari.

Produzione e adozione di tecnologia

Come che sia, sembra difficile negare oggi la centralità delle tecnologie digitali per le prospettive di crescita. A questo proposito sono due gli aspetti da esaminare: la capacità di un'economia di produrre servizi digitali e innovare, e quella di applicare le innovazioni in tutti i settori, accrescendo l'efficienza complessiva.

È un fatto che la produzione di tecnologie digitali è guidata da un numero ristretto di imprese e paesi. Bisogna però intendere bene il significato di questa affermazione e le relative implicazioni.

Nel secondo trimestre di quest'anno, sette delle prime dieci imprese al mondo per valore di mercato appartenevano al settore delle tecnologie dell'informazione e delle comunicazioni¹⁶; il valore complessivo delle loro azioni superava i 10.000 miliardi di dollari. Dieci anni fa, però, solo tre di queste aziende comparivano nello stesso elenco. I mercati digitali sono estremamente dinamici e non sono mancati casi in cui, nel giro di pochi anni, una *start-up* ha scalzato grandi imprese che detenevano un elevato potere

13 D. Comin e M. Mestieri (2018), "If technology has arrived everywhere, why has income diverged?", *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 10., pp. 137-178.

14 P. David (1990), "The dynamo and the computer: an historical perspective on the modern productivity paradox", *The American Economic Review P&P*, vol. 80, pp. 355-361.

15 D. Byrne, J. Ferland e M. Reinsdorf (2016), "Does the United States have a productivity slowdown or a measurement problem?", *Brookings papers on economic activity*.

16 Si tratta di Apple, Microsoft, Alphabet, Amazon, Nvidia, Meta e TSMC.

di mercato. Né mancheranno probabilmente in futuro. Le implicazioni per la politica antitrust, e più in generale per la politica economica, non sono banali¹⁷.

La concentrazione della produzione di tecnologie digitali ha anche una dimensione geografica, con le imprese leader localizzate in pochi paesi e, all'interno di essi, in aree ristrette. Negli Stati Uniti, ad esempio, all'inizio dello scorso decennio dieci aree metropolitane¹⁸ (su 179) ospitavano il 69 per cento degli "inventori" in *computer science* e il 77 per cento di quelli nel comparto dei semiconduttori¹⁹; livelli analoghi di concentrazione spaziale si osservano altrove²⁰.

In simili poli innovativi Giacomo Becattini avrebbe forse riconosciuto qualche caratteristica dei suoi "distretti marshalliani", seppure in settori lontanissimi da quelli tradizionali che aveva studiato lui in Toscana: mercati del lavoro spessi, dove la presenza di molti lavoratori e imprese dello stesso comparto favorisce lo scambio di conoscenze "tacite", l'apprendimento per imitazione, la moltiplicazione delle esperienze, la diffusione fulminea delle novità; un ambiente culturale, sociale e amministrativo tutto proteso all'innovazione; un sistema di valori che non considera il fallimento uno stigma e apprezza l'iniziativa e il rischio; servizi specializzati—non i suoi "buyer", ma università alla frontiera mondiale della ricerca e incubatori avanzati; istituzioni finanziarie altrettanto specializzate nelle esigenze delle imprese innovative. Poiché il successo attrae sia capitale umano (imprenditoriale, tecnico, scientifico), sia capitale finanziario, con effetti cumulativi, e poiché la distanza fisica rispetto ai mercati di sbocco o alla residenza originaria dei protagonisti è sempre meno rilevante, questi meccanismi tendono a rafforzare a livello globale l'agglomerazione, la concentrazione territoriale dei centri decisionali; anche se chi vi lavora ormai può farlo anche da lontano, e magari la stessa definizione di localizzazione dovrà essere in qualche modo ripensata.

L'Europa nel suo insieme è un po' in ritardo, benché non manchino poli significativi²¹. Difficile individuare con certezza le cause di questo fatto. Pesa sicuramente una certa frammentazione della regolamentazione su base nazionale, che sopravvive alle regole del mercato unico europeo, e delle iniziative pubbliche a sostegno dell'innovazione. Continua a essere insufficiente lo sviluppo di istituzioni in grado di finanziare attività innovative ad altro rischio, e non può giovare la lentezza con cui procede l'unificazione del mercato dei capitali. Potrebbe contare anche un atteggiamento culturale, che privilegia più la tendenza a sottoporre a regolazione le nuove attività che quella a lasciarle libere di scatenarsi; ciò

17 Il dibattito su questo tema è ampio e non può essere ripercorso qui. Si vedano ad esempio: G. Gutierrez, G. e T. Philippon (2019) "How EU markets became more competitive than US markets: A study of institutional drift." National Bureau of Economic Research. I. Segal e D. M. Whinston. 2007. "Antitrust in Innovative Industries." *American Economic Review*, 97 (5): 1703-1730.

18 Le aree metropolitane considerate sono le "economic areas" definite dal Bureau of Economic Analysis degli Stati Uniti.

19 E. Moretti (2021), "The effect of high-tech clusters on the productivity of top inventors", *The American Economic Review*, vol. 111, pp. 3328-3375. Gli "inventori" sono coloro che hanno presentato una domanda di brevetto.

20 G. Duranton, P. Martin, T. Mayer e F. Mayneris (2010), "The economics of clusters: evidence from France", Oxford University Press. W. Kerr (2018), "Navigating Talents Hot Spot", *Harvard Business Review*, vol. 96, pp. 80-86.

21 Si veda il rapporto "Top Global Artificial Intelligence Markets" del Department of Commerce statunitense.

anche per legittime preoccupazioni di natura sociale ed etica in un campo che pone sfide inedite, legate ad esempio all'utilizzo dei dati personali e alla protezione della riservatezza.

Non sappiamo fino a che punto sarà possibile accorciare la distanza. Una cosa ci insegna l'esperienza dei distretti becattiniani (e delle politiche che a un certo punto hanno tentato, invano, di moltiplicarli): i poli di agglomerazione non si creano dall'alto. Il ruolo principale delle politiche è creare le condizioni esterne perché lo sviluppo si concretizzi.

In un certo senso la differenza più importante tra la Prato degli anni d'oro e la Silicon Valley degli ultimi decenni consiste nella natura del capitale umano. Non c'era bisogno di un Ph.D. in computer science per vendere con successo prodotti tessili in tutto il mondo; occorreva sapienza artigiana, capacità organizzativa e fiuto commerciale. Una carenza che le politiche pubbliche devono colmare, specie in Italia dove essa è più evidente, è quindi quella relativa alle competenze avanzate (specie matematiche, statistiche, informatiche), oggi essenziali, anche tramite la promozione di centri di eccellenza scolastici e universitari. Garantendo, aggiungo, la concreta possibilità dei "capaci e meritevoli, anche se privi di mezzi" di avvalersene, come prescrive la Costituzione: per motivi di equità prima di tutto, ma anche di efficienza.

Un altro obiettivo dovrebbe essere quello di creare e mantenere stabilmente un ambiente normativo, fiscale e burocratico-amministrativo favorevole. Dell'argomento, che ha conseguenze ad ampio raggio, si è parlato tante volte negli interventi della Banca d'Italia che non c'è bisogno di tornarvi qui.

Dico tutto questo perché simili interventi non servono solo a far nascere, o magari consolidare, poli tecnologici di frontiera, ma anche – ed è obiettivo cruciale e sicuramente raggiungibile – a favorire la diffusione dell'innovazione tecnologica, il secondo aspetto che intendevamo esaminare. Le tecnologie digitali, come i motori elettrici della seconda rivoluzione industriale, sono del tipo '*general purpose*': hanno impiego ampio ed effetti pervasivi. L'introduzione dell'elettricità non si limitò a ridurre il costo e facilitare l'applicazione della forza motrice, ma favorì l'introduzione di nuovi prodotti e la riorganizzazione dei processi produttivi. Similmente, l'internet delle cose ha un potenziale applicativo sconfinato: dalle auto agli impianti industriali, dalla climatizzazione ai dispositivi medicali, e così via. Le imprese italiane ed europee (e aggiungo: un numero non trascurabile di imprese toscane), in questi e altri settori in cui sono oggi solidamente presenti, possono sviluppare tecnologie complementari e innovare, rafforzando la propria posizione competitiva globale.

Un altro ambito nel quale l'applicazione della tecnologia digitale può apportare grandi vantaggi sono i servizi pubblici. È un punto importante soprattutto nel nostro paese, dove la qualità scarsa, o almeno diseguale, dell'azione pubblica incide sulla vita dei cittadini e frena la competitività del sistema produttivo. Per intervenire occorrono però competenze adeguate, e un atteggiamento delle amministrazioni orientato un po' di più all'efficacia delle procedure e forse un po' meno all'iper-sicurezza legale e burocratica.

L'indice DESI dell'economia e della società digitali, sviluppato dalla Commissione europea, vede i paesi del Nord Europa ai primi posti; paesi come la Grecia e la stessa

Italia mostrano invece 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, a sua volta riconducibile tra l'altro all'introduzione della fatturazione elettronica²² e alla rapida adozione delle tecnologie *cloud*. I ritardi dunque non sono incolpabili; ma occorre agire in modo tempestivo e mirato, partendo dai punti deboli evidenziati dai dati.

Sono notevoli anche le differenze tra regioni italiane. Un indicatore regionale ("r-DESI"), sviluppato dalla Banca d'Italia²³, fa vedere – e non è una sorpresa – che le regioni del Centro Nord si collocano al di sopra della media nazionale e sono in linea con i maggiori paesi europei; il Mezzogiorno fatica a recuperare. Alla vigilia della pandemia (ultimo dato disponibile), l'indicatore collocava la Toscana in settima posizione, in linea con la media (ce ne ha parlato il direttore Venturi).

Al livello di impresa, l'eterogeneità nell'adozione delle tecnologie digitali avanzate, come l'intelligenza artificiale, i big data, l'internet delle cose e la robotica, è ancora più evidente. Questi divari sono influenzano fortemente i differenziali di performance tra imprese leader e imprese in ritardo²⁴. Nel nostro Paese la dicotomia è particolarmente pronunciata. La trasformazione digitale riguarda principalmente le aziende più mature e più grandi²⁵.

Uno studio condotto da ricercatori di Banca d'Italia, Istat e Ocse²⁶ identifica nel capitale umano di lavoratori e manager uno dei principali fattori interni associati alla digitalizzazione 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. La diffusione della tecnologia digitale risente inoltre della disponibilità di collegamenti in banda ultra larga e della prossimità di corsi di laurea nelle materie scientifiche; quest'ultimo effetto è più intenso per le imprese medio-piccole, che dipendono di più dall'offerta di lavoro locale.²⁷

22 Questo caso, sia detto per inciso, è interessante perché mette in luce il fatto che, oltre a un guadagno di efficienza nella fornitura di servizi pubblici, la digitalizzazione della PA può favorire una più ampia diffusione delle nuove tecnologie nel settore privato. La fatturazione elettronica, pur imponendo alle aziende costi di adozione e apprendimento, le ha spinte a dotarsi di nuovi strumenti gestionali e ha spinto l'innalzamento del loro livello tecnologico.

23 A. Benecchi, C. Bottoni, E. Ciapanna et al. (2023), "Digitalisation in Italy", *Social Indicators Research*, vol. 169, pp. 1-32.

24 F. Calvino e C. Criscuolo (2019), "Business dynamics and digitalization", *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 62, OECD Publishing, Paris.

25 M. Bugamelli e F. Lotti (2018), "Productivity growth in Italy: a tale of a slow-motion change", *Questioni di economia e finanza*, Banca d'Italia, n. 422.

26 F. Calvino, et al. (2022), "Closing the Italian digital gap: The role of skills, intangibles and policies", *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 126, OECD Publishing, Paris.

27 La qualità della rete influisce sull'adozione delle tecnologie digitali di base (come i servizi *cloud* e il software gestionale) da parte della generalità delle imprese e di tecnologie più avanzate da parte delle sole aziende con elevato capitale umano, mostrando che le infrastrutture, pur necessarie, non possono da sole sopperire a una carenza qualitativa del capitale umano.

La scolarità media in Italia è minore che altrove²⁸, con la conseguenza di un'offerta limitata di lavoratori qualificati. Anche il livello delle competenze per data scolarità è relativamente poco soddisfacente, come continuano a mostrare le indagini internazionali.²⁹

* * *

Come ogni grande trasformazione tecnologica, la transizione digitale ha un effetto pervasivo. È uno tra i principali fattori da cui dipenderanno le prospettive di crescita del benessere economico delle economie avanzate.

Nell'ultimo quarto di secolo l'Italia ha visto un sostanziale ristagno della produttività del lavoro; la crescita del prodotto per abitante è stata la più bassa dell'Unione europea. Bisogna dunque guardarsi dal rischio di restare ai margini del processo innovativo. Tre aree in cui servono rapidi miglioramenti sono la dotazione infrastrutturale (tra cui la diffusione capillare della rete a elevata velocità), il capitale umano (livelli di conoscenze e attività di ricerca, pubblica e privata), e la qualità dell'azione pubblica. I progressi conseguiti in questi campi mi sembrano alla fine i parametri più importanti con cui si dovrebbe giudicare, al di là dei pur essenziali benchmark formali, il successo sostanziale del PNRR. Se si accentueranno i processi di riallocazione della forza lavoro tra settori e mansioni, occorrerà inoltre rafforzare i percorsi di formazione e di riqualificazione della popolazione adulta, ancora molto fragili.

L'azione pubblica non può sostituirsi all'attività delle imprese, né illudersi troppo di dirigerla, ma può e deve creare le condizioni migliori per consentire al sistema produttivo di adattarsi a condizioni in continuo, imprevedibile mutamento. Il notevole processo di consolidamento attraverso il quale sembra essere passato il sistema produttivo negli ultimi dieci o quindici anni, contribuendo tra l'altro alla resistenza dell'economia italiana a fronte degli shock pandemico ed energetico, conforta sulla possibilità di contare, alla lunga, sulle capacità di reazione del sistema delle imprese³⁰.

Uno strumento per accompagnare le necessarie transizioni strutturali sono gli incentivi pubblici, da scegliere però con attenzione. Le forme di incentivazione automatica, come i crediti di imposta, sembrano di regola più efficaci rispetto a quelle che prevedono l'assegnazione di fondi a seguito di bandi competitivi o si basano su decisioni discrezionali

28 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.

29 In base alla *Survey of Adult Skills*, il punteggio medio per l'Italia, nelle abilità sia di alfabetizzazione che numeriche, risulta significativamente inferiore alla media OCSE. La *Survey of Adult Skills*, parte del *Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC)*, 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* in contesti ad alto contenuto tecnologico (si veda *Skills Matter: Additional Results from the Survey of Adult Skills*, OECD Skills Studies, OECD Publishing, 2019).

30 Ho accennato a questi temi in un recente intervento (*Presentazione de rapporto sull'economia della Lombardia*, 28 giugno)

nella selezione dei progetti³¹. Gli incentivi vanno comunque disegnati giudiziosamente, calibrando costi e benefici, evitando sprechi di risorse che non ci possiamo permettere ed effetti distorsivi che non ci dobbiamo augurare.

Alcuni dei rischi, anche di natura extra-economica, che accompagnano l'avvento dell'era digitale non sono da sottovalutare³². A quelli che ho già menzionato, inclusi i più radicali sui quali non me la sento di esprimermi, aggiungo la preoccupazione circa distorsioni mal controllabili, potenzialmente discriminatorie, degli algoritmi decisionali dell'intelligenza artificiale³³. Sono poi una preoccupazione costante, specie in Europa, potenziali abusi dei dati personali e violazioni della privacy³⁴. La necessaria regolamentazione dovrebbe cercare, se possibile, di perseguire la tutela efficace di beni pubblici rilevanti evitando un'eccessiva burocratizzazione e un sistema normativo troppo complesso.

Per la transizione digitale, come per la gemella transizione verde, mi pare sensato partire dall'idea che si tratta di trasformazioni per certi aspetti inevitabili e irreversibili. Non serve voltarsi indietro. Se è giusto interrogarci sui costi e i pericoli del progresso tecnologico e cercare di minimizzarli e prevenirli, non è meno importante guardare con fiducia alle occasioni da cogliere, investendo energie e risorse perché il Paese possa tornare su un sentiero di crescita sostenuta.

Ringrazio Antonio Accetturo, Emanuela Ciapanna, Sara Formai, Sauro Mocetti e Roberto Torrini per avermi assistito in vari modi nella preparazione di questo intervento, nonché Claudia Biancotti, Piero Cipollone e Riccardo Cristadoro per utili commenti.

-
- 31 G. de Blasio e F. Lotti (2008), "La valutazione degli aiuti alle imprese", Il Mulino, Bologna. A. Accetturo e G. de Blasio (2019), "Morire di aiuti. I fallimenti delle politiche per il Sud e come evitarli", IBL Libri, Milano. F. Cingano, F. Palomba, P. Pinotti ed E. Rettore (2022), "Making subsidies work: rules vs. discretion", Banca d'Italia, *Temi di discussione*, 1364, 2022
- 32 In tema di AI, una visione preoccupata è tratteggiata in D. Acemoglu (2023), "Harms of AI", *The Oxford Handbook of AI Governance*.
- 33 Unione europea (2022). "Bias in algorithms. Artificial intelligence and discrimination". European Union Agency for Fundamental Rights.
- 34 Si veda, su questo, la discussione in J. Choi, D.-S. Jeon e B.-C. Kim (2019), "Privacy and personal data collection with information externalities", *Journal of Public Economics*, vol. 173, pp. 113-124.

