

Lavoro e dinamica tecnologica: incubi, illusioni, aspettative

Mauro Lombardi, Marika Macchi

1. Il XXI secolo: un 'futuro discontinuo'

La seconda decade del XXI secolo ci presenta un mondo iperconnesso, dove i processi fisici sono avvolti e permeati da processi digitali (Lombardi 2021; Lombardi e Vannuccini 2022), e dove la complessità dei flussi informativi e fisico-energetici sono multi-scala, con feedback cumulativi che si dispiegano sull'intero Sistema-Terra portano all'emergere di nuovi e sempre più cogenti fattori di rischio globali¹.

Si profila, quindi, un «futuro discontinuo» (Easterbrook 2022) e incerto, a cui dobbiamo aggiungere il rilievo di contesti strategico-operativi profondamente mutati per tutti gli agenti socio-economici, dal momento che i loro contesti interattivi divengono «ambienti sociali strutturati caratterizzati da attività canoniche, ruoli, relazioni, strutture di potere, norme (o regole) e valori interni (obiettivi, fini, scopi)» (Nissenbaum 2009, 132, trad. nostra). In ambienti sociali strutturati lo spazio personale è profondamente modificato dalla pervasività dei dispositivi computazionali: gli smartphone e i dispositivi mobili in genere divengono «extensions of the self» (Shklovski et al. 2014, 2348), quindi essenziali

¹ L'ultimo Global Risks Report del WEF (2022) indica ben 37 fattori di rischio globale, suddivisi in cinque categorie: economici, ambientali, geopolitici, sociali, tecnologici.

Mauro Lombardi, University of Florence, Italy, mauro.lombardi@unifi.it, 0000-0002-3234-7039

Marika Macchi, University of Florence, Italy, marika.macchi@unifi.it, 0009-0008-6677-0995

Referee List (DOI 10.36253/fup_referee_list)

FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup_best_practice)

Mauro Lombardi, Marika Macchi, *Lavoro e dinamica tecnologica: incubi, illusioni, aspettative*, © Author(s), CC BY 4.0, DOI 10.36253/979-12-215-0319-7.138, in Giovanni Mari, Francesco Ammannati, Stefano Brogi, Tiziana Faitini, Arianna Fermani, Francesco Seghezzi, Annalisa Tonarelli (edited by), *Idee di lavoro e di ozio per la nostra civiltà*, pp. 1181-1194, 2024, published by Firenze University Press, ISBN 979-12-215-0319-7, DOI 10.36253/979-12-215-0319-7

per la «costruzione sociale della propria individualità» (Nafus e Tracey 2002, 206). Da strumenti di comunicazione essi si trasformano in «parti organiche di sé» (Oksman e Rautiainen 2003), nonché in meccanismi di ampliamento e strutturazione dei processi decisionali e operativi delle persone, come vedremo successivamente nell'analisi dei rapporti di lavoro all'interno delle piattaforme.

L'orizzonte futuro per l'umanità non può non essere quindi contraddistinto da incertezza (Ahir et al. 2021; Jens Weidmann 2022), a cui si somma anche l'ansietà conseguente all'accelerazione innovativa, che appare a molti osservatori e studiosi una peculiarità della nostra era. Uno degli ambiti in cui sono più manifesti e diffusi i timori conseguenti all'addensarsi degli elementi finora descritti è infatti quello della disoccupazione che la dinamica tecnologica può comportare.

Sia pur in maniera non esaustiva, il nostro lavoro si focalizzerà esattamente su quest'ultimo punto, cercando di delineare tre aspetti-chiave: (1) l'evoluzione del lavoro negli ultimi quarant'anni, (2) la definizione della natura del lavoro alla luce delle discontinuità tecnologiche appena definite, per cercare di comprendere (3) quale possa essere il futuro che si prospetta per le attività umane, in un contesto in cui si dispiegano una molteplicità di dinamiche evolutive, in una serie variabile di domini conoscitivi e contesti strategico-operativi.

2. Incubi: evoluzione del lavoro tra automazione e dinamica competitiva

Gli studi esistenti in merito agli effetti occupazionali della dinamica innovativa odierna forniscono un quadro molto differenziato. Per anni il punto di riferimento delle analisi sono stati i lavori di Frey e Osborne (2013; 2017), in cui si stima che il 47% delle professioni negli USA sono suscettibili di automazione, sulla base dell'analisi di 702 tipologie di lavori, che includono attività di routine e non di routine, escludendo quelle non suscettibili di automatizzazione, perché costituiscono 'colli di bottiglia ingegneristici', cioè basati su capacità allora ritenute non codificabili in software per robot, quali: percezione e manipolazione di materiali, intelligenza creativa, interazione sociale. Wolters (2020) ha sollevato obiezioni di fondo alle procedure di stima adottate da Frey e Osborne: la stima delle professioni automatizzabili si basa su una rilevazione effettuata presso un numero imprecisato di esperti di nuove tecnologie, durante un workshop svoltosi presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Oxford (Frey and Osborne 2013, 263). I 'colli di bottiglia' da essi ipotizzati sono carenti e, aggiungiamo noi, eludono aspetti sistemici rilevanti. Temi di questa rilevanza non sono presi in considerazione dagli esperti, le cui proiezioni sono ancorate alla loro base conoscitiva e a ciò che finora è stato realizzato.

Una metodologia analoga a quella di Frey e Osborne è stata adottata da Manyika et al. (2017), che stimano il potenziale di automazione dell'economia globale, utilizzando i dati di 46 Paesi OECD, e che comprende un totale di quasi l'80% della forza lavoro mondiale. In questo studio si considerano cinque fattori, che possono influenzare l'automazione delle attività lavorative: fattibilità tecnica, costi di sviluppo delle innovazioni, dinamica del mercato del lavoro, benefici economici, accettazione sociale e normativa. Su questa base gli autori esaminano

le possibili variazioni nella composizione delle mansioni (*task*) per 800 professioni, partendo dall'individuazione di 18 *capabilities*². Mediante un algoritmo di Machine Learning, elaborato sulla base di keywords e dell'opinione di non ben precisati esperti, 2000 attività lavorative sono classificate in relazione alle 18 *capabilities*. Il punto di arrivo dell'analisi è che, nel set di Paesi considerati, l'incidenza dell'automazione varia tra il 41% e il 56% dei salari, a seconda del Paese (Manyika et al. 2017, 46, fig. 10)³.

L'adozione di un approccio diverso (dall'*occupation-level* al *job-level*) porta invece a un forte ridimensionamento delle stime di Frey e Osborne: circa il 9% (anziché il 47%) dell'occupazione USA è a rischio di automazione (con una probabilità superiore al 70%) (Arntz et al. 2016, 2017), con un'ampia variazione tra Paesi (dal 12% dell'Austria al 6% della Corea, mentre per l'Italia il rischio riguarderebbe intorno al 10% degli occupati).

Eterogeneità delle mansioni, evoluzione delle competenze, specifiche strategie poste in essere nei vari Paesi, sistemi adattativi specifici sul piano regolamentare e normativo, oltre che i livelli conoscitivi di partenza dei lavoratori e i processi formativi, devono essere presi in considerazione al fine di evitare il pericolo di sovrastimare gli effetti e indurre così conseguenze socio-economiche ingiustificate, se non addirittura dannose.

1.1 Conseguenze dei processi di automazione

Passando in rassegna i principali lavori che hanno affrontato questo tema da un punto di vista empirico, è sicuramente interessante prendere in considerazione il lavoro di Graetz e Michaels (2018), su dati dell'International Federation of Robotics (IFR) in merito alla vendita di robot⁴ negli anni 1990-2007, in cui gli autori calcolano che i robot industriali sono stati utilizzati in un terzo dell'economia e in misura molto minore nel terziario, mentre nello stesso periodo il prezzo dei robot industriali è diminuito di circa il 50%. È conseguentemente aumentata la 'densità di robot per ora lavorata' in diverse attività: in 17 Paesi lo stock di robot per milioni di ore lavorate è aumentato del 150%, soprattutto nei mezzi di trasporto e prevalentemente in Germania, Danimarca e Italia. La crescita della densità di robot è associata ad un aumento significativo della produttività del lavoro, ma gli studiosi rilevano l'interessante fenomeno dei rendimenti decrescenti: l'incremento dell'impiego di robot oltre una soglia genera piccoli incrementi di produttività (Graetz e Michaels 2018, 754). L'impatto sull'occupazione appare irrilevante, sulla base del panel al centro della ricerca, in quanto le ore aggregate di lavoro non sembrano influenzate, ma ciò è unito ad implica-

² «Percezione sensoriale, capacità sensoriali e sociali, destrezza fisica e mobilità, comprensione del linguaggio naturale, e così via» (35).

³ Osservazioni molto critiche verso la metodologia impiegata in questo studio sono sollevate da Wolters (2020), che la ritiene 'opaca', e da Arntz et al. (2016; 2017).

⁴ Così definiti dall'International Organization for Standardization (ISO): «multipurpose manipulating industrial robots».

zioni differenti per tipologie di impiego: la quota di ore lavorate per *low-skilled workers* si riduce se rapportata a quella dei *middle e high-skilled workers*.

Il quadro cambia sostanzialmente per quanto concerne gli USA, secondo lo studio di Acemoglu e Restrepo (2020), che analizzano gli stessi dati IFR 1993-2007 ed elaborano un modello secondo cui un robot addizionale per ogni 1000 lavoratori comporta una diminuzione di 3,3 lavoratori nell'aggregato, cioè tenendo conto di effetti diretti e indiretti, quali: spiazzamento dei lavoratori, riduzione dei salari, minori prezzi al consumo e incremento della quota di capitale rispetto al lavoro nei vari mercati locali USA.

Uno scenario del tutto differente emerge dall'analisi di Aghion et al. (2021) riferita alla Francia. Dal 1995 al 2017 le imprese francesi, specie se esportatrici, registrano correlazioni positive in media, anche se con significative eterogeneità, tra automazione, crescita dell'occupazione aggregata anche per i lavoratori a bassa qualificazione, sostanziale stabilità dei salari e della disuguaglianza, aumento dei profitti⁵. L'analisi di Acemoglu et al. (2020) dell'introduzione di robot in 55.390 imprese francesi perviene a risultati diversi a livello micro e aggregato. Mediante l'adozione di un concetto meno estensivo di quello utilizzato da Aghion et al. (2021), Acemoglu et al. mostrano che l'introduzione di robot nelle imprese è correlata a diminuzioni delle quote di reddito da lavoro e del numero di lavoratori addetti alla produzione, così come ad una crescita del valore aggiunto e della produttività. A livello aggregato, la dinamica si differenzia tra le imprese *ad alto potenziale*, che automatizzano per mantenere o aumentare la propria competitività, e le imprese con *minore propensione innovativa* che, misurate con gli stessi indicatori, conseguono performance opposte.

Per quanto riguarda la Germania, lo studio di Dauth et al. (2017) esamina l'impiego di robot dal 1994 al 2014 in 53 industrie manifatturiere e 19 altre attività, sulla base di dati IFR, arricchiti da micro-dati relativi a 1 milione di lavoratori solo in parte coinvolti nella robotizzazione⁶. La ricerca mostra aspetti interessanti, perché la robotizzazione non influisce sull'occupazione aggregata, in quanto la diminuzione dell'occupazione manifatturiera è compensata dagli incrementi nei servizi. L'analisi delle biografie individuali fa emergere aspetti sorprendenti, per cui i lavoratori di industrie più esposte ai robot hanno effettivamente una probabilità sostanzialmente maggiore di rimanere occupati. In questi casi, tuttavia, la stabilità degli occupati si contrappone all'ingresso di giovani: «In altre parole, i robot non distruggono i posti di lavoro esistenti nel settore manifatturiero in Germania, ma inducono le aziende manifatturiere a creare meno nuovi posti di lavoro per i giovani» (Dauth et al. 2017, 8). Infine, l'ultimo aspetto che emerge dallo studio tedesco concerne l'aumento dei salari per gli *high-skilled* (posizioni scientifiche e manageriali), mentre diminuiscono per i lavoratori con competenze medio-basse.

⁵ Va però rilevato che la definizione di tecnologie per l'automazione impiegata dai due autori è davvero molto ampia (si veda Aghion et al. 2021, 2 nota 4).

⁶ Bisogna tenere presente che gli effetti misurati si riferiscono soprattutto alle localizzazioni dell'industria automobilistica.

Spunti di riflessioni molto interessanti emergono dall'indagine, effettuata da Genz et al. (2021) presso un campione rappresentativo di 2.032 imprese manifatturiere e dei servizi, operanti in Germania. In essa viene svolta un'osservazione sistematica degli effetti sull'occupazione delle scelte di introdurre tecnologie 2.0 (tradizionali strumenti per Raggi-X, fax, fotocopiatrici ecc.), tecnologie 3.0 (computer, macchine a controllo numerico, robot industriali), tecnologie 4.0 (Artificial Intelligence, Augmented Reality, 3D printing etc.). I dati della rilevazione sono correlati ai dati individuali di 172.714 occupati nelle aziende indagate (grazie a database esistenti). Sono così ricostruiti gli andamenti di occupazione e salari nel periodo 2011-2016 e sono acquisite informazioni circa le variazioni a livello di lavoratori in risposta a investimenti tecnologici secondo le tre tipologie descritte, distinguendo le aziende tra *adopters* e *non-adopters*. I risultati ottenuti sono:

- accresciuta stabilità occupazionale complessiva, crescita salariale e guadagni cumulativi per i lavoratori occupati negli *adopters*, con differenze correlate alle scelte tecnologiche. Le tecnologie 3.0 comportano prolungati periodi di occupazione e guadagni cumulativi, mentre le tecnologie 4.0 sono associate a più forti incrementi salariali e analoga stabilità occupazionale. Le tendenze individuate riguardano sia il manifatturiero che i servizi;
- differenze significative tra i vari gruppi di lavoratori, in quanto le migliori performance sono conseguite da coloro che svolgono compiti lavorativi complessi, attività analitiche non di routine e da coloro che hanno beneficiato della formazione professionale più che della frequentazione dell'Università;
- le assunzioni da parte degli *adopters* sono più elevate per lavoratori con determinate caratteristiche, per assumere le quali sono importanti i percorsi di adattamento dei lavoratori alla trasformazione tecnologica della Germania. È infatti significativo il dato concernente le capacità adattative acquisite da coloro che hanno seguito corsi di formazione professionale, che conseguono ad ogni livello (sia per il 3.0 che per il 4.0) migliori performance generali rispetto a chi è in possesso di titoli universitari. È infine evidente sia l'importanza del sistema formativo duale, esistente in Germania, sia la rilevanza crescente che negli anni esaminati hanno assunto le tecnologie dell'informazione, mentre tecnologie di frontiera (IA, RA) svolgono ancora un ruolo minore (Genz et al. 2021, 29-33).

Per quanto concerne l'Italia, elementi di significativo interesse emergono da Bannò et al. (2021), che applicano i due approcci prevalenti nella letteratura internazionale esaminata finora, ovvero l'*occupation-based* (Frey e Osborne 2017) e il *task-based* (Nedelkoska e Quintini 2018). Lo studio in questione comprova quanto emerso in precedenza. Le stime del secondo approccio descrivono un effetto di spiazzamento tra automazione e lavoro meno significativo del primo, a conferma degli aspetti di molti punti precedentemente evidenziati: eterogeneità della composizione delle diverse professioni nel mix di attività di routine, analitiche e basate su caratteristiche non riproducibili in robot o umanoidi (manipolazione, percezione multimodale, intelligenza creativa e intelligenza sociale). La ricerca quantifica per l'Italia ciò che è emerso a livello internazionale (polarizzazione nella probabilità del rischio di sostituzione dei lavoratori,

33% per il primo e 18% per il secondo) e mette in luce un aspetto fondamentale: occorre distinguere tra automazione potenziale e automazione effettiva, perché non è detto che tutto ciò che è tecnicamente possibile sia poi realmente attuato.

Interpretiamo questi percorsi analitici convergenti come una ulteriore prova della 'rischiosità' inerente al fare previsioni in uno scenario contraddistinto da un potenziale tecnico-scientifico, basato su tecnologie rivoluzionarie, le cui diramazioni evolutive dipendono da una molteplicità di fattori e processi.

Difatti Bannò et al. (2021) pongono in risalto una serie di fattori che influenzano i processi di automazione sostitutiva di lavoro e l'evoluzione complessiva dell'occupazione: composizione settoriale e geografica, struttura dimensionale, modello di conduzione (familiare, manageriale), problemi da affrontare nell'introdurre automazione (adattamento delle tecnologie e dei lavoratori a seconda dei settori e delle attività specifiche interessate, complementarità tra tecnologie), insufficienza in Italia di entità che svolgano funzione catalizzatrici dei processi di automazione, infine la possibilità che i processi innovativi generino nuovi lavori e professioni, insieme a nuovi prodotti e servizi. Su queste basi sono proposte osservazioni convergenti con nostre riflessioni, già esposte: «La situazione attuale, tuttavia, non sembra essere una semplice replica dei processi del passato. La velocità del cambiamento è molto più rapida».

Occorre dunque affrontare un tema di fondo, peculiarità dei processi di transizione tecnico-produttiva come quello odierno, denso di incognite e di possibili direttrici di evoluzione: sta forse cambiando la natura del lavoro?

3. Illusioni: abbiamo dato un linguaggio alle macchine

L'era attuale non è la sola ad essere caratterizzata da un intenso e rapido progresso tecnologico. Profondi cambiamenti tecnico-scientifici ed economico-produttivi si sono verificati nel passato, accomunati da alcune peculiarità (Vickers e Ziebart 2019, 3-5). In primo luogo, è bene ricordare che le nuove tecnologie hanno da sempre richiesto un periodo considerevole per la loro implementazione, con l'apparente paradosso di un rapido progresso tecnologico unito a una lenta crescita della produttività. Il ritardo nel realizzare i benefici degli avanzamenti tecnologici ha comportato quindi asimmetrie tra gli attori socio-economici che, a fronte della necessità di effettuare investimenti complementari, hanno potuto contare su Istituzioni capaci di facilitare (o si sono scontrati con Istituzioni che hanno ostacolato) i processi di transizione.

La dinamica tecnico-scientifica degli ultimi decenni del XX secolo e dei primi due del XXI, con gli sviluppi odierni dell'Intelligenza Artificiale, sta mostrando secondo Brynjolfsson et al. (2019) la forma moderna del paradosso appena indicato, cioè la disconnessione tra la percezione di una dinamica innovativa accelerata e la crescita moderata della produttività⁷. L'epoca attuale, che per certi

⁷ «(a) false hopes, (b) mismeasurement, (c) concentrated distribution and rent dissipation, and (d) implementation and restructuring lags» (28-31).

aspetti non è diversa da altre del passato, possiede un potenziale tecnico-scientifico, l'*adjacent possible* nella formulazione di Kauffman (2000), incomparabile con le rivoluzioni tecnologiche verificatesi nel corso della storia umana. Intendiamo riferirci al fatto che dalla metà del secolo scorso si sta pienamente dispiegando il 'sogno logico-matematico' di Leibniz, il filosofo che perseguiva l'obiettivo di creare un linguaggio universale (*characteristica universalis*) in grado di rappresentare la realtà, andando oltre i limiti dei linguaggi naturali. Un primo e parziale tentativo di usare un linguaggio teo-logico-matematico è il celebre medaglione, che egli rappresenta nella lettera del 1697 al duca di Brunswick, Rodolfo Augusto, nella quale è impressa la sequenza di numeri da 0 a 15 nel linguaggio binario 0/1, «Omnibus Ex Nihilo Ducendis, Sufficit Unum» (Leibniz 1969, 366).

Come afferma Glaser (1971), esiste un 'prima' e un 'dopo' Leibniz, ma sono occorsi più di due secoli per sviluppare le intuizioni Leibniziane (Davis 2000), cioè per 'dare un linguaggio alle macchine' (espressione nostra), che ora possono raccogliere informazioni, dialogare tra loro e con gli umani, interagire e proporre scenari di azione, addirittura agire.

Siamo allora in presenza di 'sistemi intelligenti' potenzialmente in grado di sostituire integralmente il ruolo degli umani⁸? Siamo forse nello scenario prefigurato da Keynes (1930) circa la possibilità che entro un secolo sia sostanzialmente risolto o vicino alla soluzione il problema economico fondamentale della razza umana, la soddisfazione dei bisogni basilari per la sussistenza? Il miglioramento di almeno otto volte dello standard di vita e la liberazione dalla necessità di provvedere alle esigenze basilari avrebbero quindi consentito all'umanità di porsi il problema di cosa fare nel tempo libero.

In realtà fare previsioni a lunga scadenza è un compito molto arduo sia in tempi normali, sia soprattutto in tempi di dinamica tecnologica accelerata, come dimostrano alcuni esempi di previsioni del tutto fallaci, effettuate da eminenti personalità del '900, in campo tecnico-scientifico ed economico⁹. Fare previsioni a lungo termine è rischioso, ma non assurdo, se esse sono ancorate a tendenze individuate con un buon grado di precisione e se si rifugge da visioni dicotomiche, del tipo 'tecno-pessimisti' *versus* 'tecno-ottimisti', non rare in tema di disoccupazione tecnologica e di potenzialità degli ultimi sviluppi scientifici.

Le riflessioni sul futuro del lavoro non possono prescindere da due elementi essenziali: 1) le innovazioni radicali generano effetti asimmetrici: distruttivi per molte tipologie di attività e occupazione e, al tempo stesso, creativi a seconda dei bisogni umani, che evolvono in continuazione. Chi avrebbe ad esempio mai immaginato le tipologie di beni consumo odierni agli inizi degli anni '90 del secolo scorso? 2) Esiste sempre una pluralità di traiettorie evolutive possibili

⁸ Taddy (2018, 62): «A full end-to-end AI solution—at Microsoft, we call this a System of Intelligence—is able to ingest human-level knowledge (e.g., via machine reading and computer vision) and use this information to automate and accelerate tasks that were previously only performed by humans».

⁹ Un elenco di casi celebri previsioni completamente disattese, dall'inizio del '900 ad anni più recenti, è contenuto in Dellot et al. (2019, 13).

(*adjacent possible*) e la dinamica socio-tecnica dipende da come evolvono i processi decisionali individuali e collettivi, quindi dalle interazioni tra collettività umane e – nel tempo presente – dalle interazioni tra gli umani e le macchine.

Le direttrici di sviluppo tecnico-scientifico sono l'esito emergente da interazioni complesse tra una serie non predefinita di fattori e meccanismi, come è accaduto ad esempio nel caso del numero di medio ore di lavoro annuali per lavoratore, diminuito da 2.950 nel 1870 a 1.500 nel 1998 nei Paesi dell'Occidente industrializzato (Maddison 2001, 347; Mokyr et al. 2015, 43). Un'ulteriore diminuzione di 75 ore in media è stata stimata dall'OECD (Mokyr et al. 2015). È fondato ritenere che una serie di concause abbiano agito nel determinare la traiettoria indicata: progresso tecnologico, rivendicazioni dei lavoratori, cambiamenti politico-culturali. D'altra parte, i dati quantitativi indicano un aumento del tempo libero, in merito al quale bisogna tenere presente sia il profondo cambiamento della 'qualità' del tempo libero rispetto a quello goduto nell'era preindustriale da strati sociali molto limitati, sia del fatto che la distribuzione odierna del tempo libero e della sua qualità dipende dal reddito e dal livello di istruzione (Mokyr et al., 2015). È comunque interessante osservare che sono accessibili alla maggior parte della popolazione beni materiali e immateriali incomparabili con quelli che fino a qualche decennio fa non potevano essere nemmeno immaginati per le classi agiate e dominanti.

I processi di transizione tra sistemi socio-tecnici tendono ad essere 'potentemente distruttivi' di lavoratori e industrie, mentre emergono nuove sfere di bisogni e *human needs*, oltre ai beni sociali primari definiti da Rawls (1999)¹⁰, formati dalle interazioni tra interessi organizzati, culture, spinte innovative tecnico-produttive e scientifiche. Una molteplicità di forze, spesso anche tra loro contrastanti, agiscono e generano diramazioni evolutive non predeterminabili.

I beni sociali primari fondano le aspettative, come sostiene Rawls, ed è quindi doveroso analizzare se e come le aspettative di un lavoro rispettoso della dignità della persona siano soddisfatte, oppure disattese, trasformandosi eventualmente in un incubo quotidiano.

4. Aspettative: la nuova natura del lavoro

Nel trattare l'*automation anxiety*, nel 2016, l'*Economist* ha formulato la seguente tesi: «ciò che determina la vulnerabilità rispetto all'automazione non è tanto il fatto che il lavoro sia manuale oppure di tipo amministrativo, quanto che sia basato su attività di routine» (trad. nostra). Nello stesso articolo si indicano fenomeni già in atto, quali la *job polarization* e la stagnazione dei salari medi, che sono indicatori parziali di una tendenza più generale verso l'emergere di profonde ed estese asimmetrie socio-territoriali (Glaeser e Rensinger 2010) ed economiche, sia all'interno dei Paesi che tra Paesi (Chancel et al. 2022).

¹⁰ «The primary social goods... are rights, liberties, and opportunities, and income and wealth» (Rawls 1999, 79).

Come abbiamo evidenziato nel par. 2, è molto difficile stimare l'impatto sul lavoro delle nuove tecnologie, perché sia la natura stessa delle tecnologie sia il contesto in cui vengono introdotte possono innescare processi contraddittori¹¹.

Non vi possono essere dubbi sul fatto che le nuove tecnologie abbiano cambiato 'la natura della domanda di lavoro', perché a livello internazionale aumentano le richieste di *non-routine cognitive and socio-behavioral skills*, mentre diminuisce la domanda di competenze specifiche per lavori basati su routine e aumenta la remunerazione per coloro che posseggono combinazioni di skills differenti (World Bank 2019, 23). L'adattabilità è un requisito fondamentale nei cosiddetti *middle income countries* (ad es. Benin, Liberia e Malawi) dove medio-alte basi cognitive vengono richieste insieme ai *socio-behavioral skills* per il lavoro in team. Nelle economie avanzate, invece, è in forte crescita l'occupazione per skills più elevati e per *low skills* che richiedono destrezza e agilità operativa (*dexterity*), mentre la diffusione di piattaforme online elimina le barriere geografiche, favorendo l'impiego sia di skills per routine cognitive (anche in Botswana, Etiopia, Mongolia, Filippine) sia talvolta di skills per routines non cognitive (World Bank 2019, 23-6)¹².

In queste nuove geometrie del lavoro, i cosiddetti 'giganti tecnologici' (*Tech Giants*) offrono, nei loro modelli strategico-operativi, interessanti elementi informativi e spunti di riflessione. Nel *cyberworld*, infatti, si dispiegano reti economico-produttive globali, soprattutto grazie alla funzione delle piattaforme come strutture di *governance*, che hanno a loro disposizione potenza computazionale e sistemi di Intelligenza Artificiale tali che i Tech Giants della Silicon Valley (GAFAM: Google, Amazon, Facebook-Meta, Apple, Microsoft) già nel 2016 realizzano «il consolidamento del potere – su una scala e a un ritmo probabilmente senza precedenti nella storia umana (Lewis-Kraus 2016). Queste società tecnologiche hanno un modello di business che si basa sull'impiego di sistemi di IA e milioni di persone sottopagate e distribuite in tutto il mondo (Williams et al. 2022). Dietro la rappresentazione di agenti intelligenti, si nasconde in realtà un'armata di *gig workers* (etichettatori di dati, corrieri e moderatori di contenuti), che effettua un enorme lavoro di *tagging* e di controllo manuale dei contenuti nei social networks con compensi irrisori (1,46 dollari l'ora post-tassazione), perché reclutati in Paesi con redditi e costo del lavoro molto inferiori a quelli del Paese dove ha sede la casa madre. Siamo dunque in presenza di retribuzioni

¹¹ Ad esempio, in seguito all'introduzione di robot, la società cinese Foxconn Technology, il gruppo assemblatore più grande al mondo, ha ridotto la sua forza lavoro del 30% (World Bank 2019, 21). Nel 2017, grazie al 3D printing, la tedesca Adidas ha creato 2 *speed factories* per la produzione di scarpe, una in Ansbach (Germania) e l'altra ad Atlanta (Usa), tagliando più di 1000 posti di lavoro in Vietnam. Già nel 2012 la Phillips Electronics aveva riportato in Olanda la produzione che aveva in Cina (World Bank 2019, 21) e processi analoghi sono riferiti anche al mondo finanziario e bancario in Israele, Russia e Cina.

¹² È in questo scenario globale, multiforme e apparentemente contraddittorio, che il Bangladesh da solo costituisce il 15% del lavoro online, con 650.000 lavoratori freelance (World Bank 2019, 25).

molto basse per milioni di persone che svolgono lavori ripetitivi in condizioni precarie¹³, sono alla base del cosiddetto *crowd work*, ovvero la scomposizione di grandi volumi di lavoro *time-consuming* in pacchetti distribuiti a una miriade di individui, disposti a lavorare con retribuzioni infinitamente più basse rispetto a quelle richieste dai lavoratori high-skill. Non solo, come se ciò non bastasse, sono messi in atto capillari sistemi di sorveglianza e punizione (Gurley 2022) per comportamenti devianti rispetto agli standard di tempo e performance assegnati da sistemi 'intelligenti'. Le conseguenze per molti *crowd workers* possono essere pesanti: i *content moderators*, ad esempio, soffrono di ansietà, depressione e *post-traumatic disorder* dopo quello che vedono e selezionano a ritmi accelerati (Bradbury e Al-Waheidi 2022)¹⁴. Dietro il fascino dei sistemi intelligenti, che governano flussi globali di informazioni, merci e persone (Roberts 2019), c'è la realtà – come nel caso di chi lavora nei magazzini Amazon – dei sistemi di tracciamento puntuale e sistematico mediante videocamere e scanner per i depositi delle scorte individuali, da consegnare nel rispetto di parametri definiti dai manager su dati aggregati in base alle stime di agenti artificiali circa il comportamento della massa degli operatori (Mims 2021; Gurley 2021). Il tutto avviene chiaramente sulla base di consenso 'biometrico', richiesto dall'impresa ai dipendenti per l'impiego sistematico di sistemi di sorveglianza.

Le attività di *data labeling* per i Tech Giants della Silicon Valley si estendono in molti Paesi (Venezuela, Bulgaria, India, Kenia, Filippine, Messico), impiegando persone appartenenti a minoranze con disagi di varia natura: rifugiati, detenuti, gruppi sociali con poche opportunità di lavoro (Miceli e Posada 2022, per un studio approfondito a livello internazionale).

5. Conclusioni

L'*Economist* nel ripercorrere brevemente la disputa tra 'tecno-pessimisti' (ad es. il *jobless future* di Martin Ford 2015) e 'tecno-ottimisti' (Bessen et al. 2016)¹⁵

¹³ Esistono perfino, in numero crescente, anche casi in cui il lavoro umano viene utilizzato per impersonare chatbots, cioè sistemi di IA, perché molto richiesti da startup per attrarre *venture capitalist*, che premono per «incorporare sistemi di IA nei loro prodotti» (Williams et al., 2022). Un esempio eclatante è stato il lancio di ImageNet nel 2009, un dataset di milioni di immagini prese da Internet ed 'etichettate' (*labeled*), in cui nessuno sapeva che dietro c'era il lavoro di milioni di persone, che classificavano le immagini sulla piattaforma Amazon Mechanical Turk. Non è quindi casuale che, a seguito di Amazon Mechanical Turk, si sia avuta un'esplosione internazionale di società di *data labeling*, dove si lavora a ritmi insostenibili per salari molto bassi e gli uomini sono 'trattati come macchine' in lavori ripetitivi.

¹⁴ Per una documentazione dettagliata si veda Williams et al. (2022).

¹⁵ Nello studio di Bessen et al. (2016) viene argomentato come il processo di automazione possa indurre la creazione di nuove occupazioni, in quanto ha spinto a scoprire e valorizzare spazi per la creazione di nuovi lavori, come è accaduto nel caso delle ATM, le macchine per la distribuzione automatica di denaro. La loro introduzione non ha prodotto un forte calo dei bancari, anzi il minore fabbisogno di personale per operazioni di cassa ha innescato la tendenza ad ampliare la gamma dei servizi offerti alla clientela e quindi a un aumento degli impiegati.

arriva a concludere «che imprese e Istituzioni dovrebbero agire per facilitare il cambiamento delle competenze dei lavoratori e la transizione tra lavori»¹⁶. Dello stesso avviso è anche la nota dell'ILO che si occupa di disoccupazione tecnologica:

Dal punto di vista della formazione professionale, il mandato è chiaro: riqualificare e formare tutte le nuove generazioni in competenze per muoversi in un mercato del lavoro in evoluzione; dove gli spostamenti all'interno del proprio settore possono essere già molto impegnativi, ma dove aumenta la probabilità di dover passare non da un lavoro all'altro, ma da un settore all'altro (OIT s.d.).

Questo 'mantra' delle nuove competenze, non è nuovo nella discussione sullo sviluppo di sistemi produttivi sempre più immersi nelle nuove tecnologie e sempre più bisognosi di avere intelligenze umane che indirizzino l'aumentata capacità di agire delle macchine. Tuttavia, anche per identificare il set di competenze necessarie, è necessario avere chiare quali sono le interazioni tra l'intelligenza umana e lo sviluppo tecnologico, e verso quali traiettorie di sviluppo il sistema istituzionale vuole indirizzare il percorso.

Per usare un'espressione di Floridi (2022, 31), è necessaria una re-ontologizzazione dei processi che «non consista soltanto nel disegnare, costruire strutturare un sistema [...] in modo nuovo, ma nel trasformare fundamentalmente la sua natura intrinseca». Per fare questo è ovviamente necessario prefigurare lo scenario che si avrà di fronte nel prossimo futuro e come lo si vorrà, per quanto possibile, plasmare.

Ad oggi gli orizzonti che vengono proposti in letteratura sono riassunti da Peters et al. (2019) in tre linee principali:

- 1) uno scenario estremo in cui si arriva alla scomparsa del lavoro (*joblessness*), per cui l'uomo, in una visione quasi marxiana, non necessiterà del lavoro per la soddisfazione dei suoi bisogni primari;
- 2) uno scenario intermedio e *ibrido* in cui gli esseri umani controllano di fatto un sistema produttivo formato da un'*intelligenza aumentata*, anziché da sistemi di apprendimento autonomo (*hybrid*);
- 3) un mondo in cui l'Intelligenza Artificiale e i cosiddetti sistemi intelligenti sono solo l'ennesima innovazione tecnologica che non porterà a modificazioni strutturali dei sistemi di produzione e lavoro (*business-as-usual*) e in cui si riprodurrà un modello di innovazione lineare.

Chiaramente i tre scenari necessitano di strutturare differenti sistemi di formazione delle competenze (universitaria, professionale, vocazionale ecc.), e le scelte che i Paesi intraprenderanno non solo dovranno essere coerenti con il sistema socio-tecnico-economico attuale, ma dovranno confrontarsi con l'emergere di nuovi e sempre più cogenti fattori di rischio globali.

¹⁶ «That would provide the best defence in the event that the pessimists are right and the impact of artificial intelligence proves to be more rapid and more dramatic than the optimists expect» (*The Economist* 2016).

La strutturazione dei rapporti di interazione personale e delle relazioni lavorative avviene infatti all'interno di quelli che Hosanagar e Miller (2020) chiamano *algorithmic social systems*, per cui il focus dell'analisi in qualsiasi campo dovrebbe essere costituito dallo studio dei ruoli individuali e dalla dinamica complessa delle interazioni tra persone, dati e algoritmi. Il che a nostro avviso richiede un radicale cambiamento di paradigma analitico e strategico, ovvero il passaggio dal *computational thinking* al *systems thinking*¹⁷, reso ancor più necessario dall'incombente crisi climatica e dalle *megathreats* indicate da Roubini (2022).

Riferimenti bibliografici

- Acemoglu, D. et al. 2020. "Competing with Robots: Firm-Level Evidence from France." *AEA Paper and Proceedings* 110: 383-88.
- Acemoglu, D., and P. Restrepo. 2020. "Robots and jobs: Evidence from US labor markets." *Journal of political economy* 128, 6: 2188-244.
- Aghion, Philippe, Antonin, Celine, Bunel, Simon, and Xavier Jaravel. 2021. "What are the Labor and Product Market Effects of Automation? New Evidence from France (February 2020)." CEPR Discussion Paper No. DP14443. <<https://ssrn.com/abstract=3547376>>.
- Ahir, H., Bloom, N., and D. Furceri. 2022. "The world uncertainty index." *National bureau of economic research*, February 21. <<http://www.nber.org/papers/w29763>>.
- Arntz, M. et al. 2016. "The risk of automation for jobs in OECD countries, OECD Social." *Employment and Migration Working Papers* 189.
- Arntz, M. et al. 2017. "Revisiting the Risk of Automation." *Economics Letters* 159: 157-60.
- Bannò, M., Filippi, E., e S. Trento. 2021. "Rischi di automazione delle occupazioni: una stima per l'Italia." *Stato e Mercato* (dicembre): 315-50.
- Bessen, J. E. 2016. "How computer automation affects occupations: Technology, jobs, and skills." *Boston Univ. school of law, law and economics research paper*. October 3: 15-49.
- Bradbury, R., and M. Al-Waheidi. 2022. "A factory line of terrors: TikTok's African content moderators complain they were treated like robots, reviewing videos of suicide and animal cruelty for less than \$3 an hour." *Business Insider*. August, 1.
- Brynjolfsson, E., Rock, D., and C. Syverson. 2019. "Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics." In *Economics of Artificial Intelligence*, edited by A. K. Agrawal, J. Gans, and A. Goldfarb, 23-55. Chicago: University of Chicago Press.
- Chancel, L., Piketty, T., Saez, E., and G. Zucman. 2022. *World Inequality Report*. World Inequality Lab.
- Dauth, W. et al. 2017. "German Robots: The Impact of Industrial Robots on Workers." *Institute for Employment Research Discussion Paper* 30.
- Davis, M. 2000. *Il Calcolatore Universale. Da Leibniz a Turing*. Milano: Adelphi.
- Dellot, B., Mason, R., and F. Wallace-Stephen. 2019. "The Four Futures of Work Coping with uncertainty in an age of radical technologies, RSA." <https://www.thersa.org/globalassets/pdfs/reports/rsa_four-futures-of-work.pdf> (2019-09-24).

¹⁷ Questo salto paradigmatico è trattato ampiamente in Easterbrook (2014).

- Easterbrook, S. 2014. "From computational thinking to systems thinking: A conceptual toolkit for sustainability computing." In *ICT for Sustainability 2014 (ICT4S-14)*, 235-44. Atlantis Press.
- Easterbrook, S. 2022. "The Discontinuous Future, ACM, Computers and Society." *SIGCAS Comput. Soc.* 50, 3 (December): 8. <https://doi.org/10.1145/3557900.35579>
- Floridi, L., 2022, *Etica dell'intelligenza artificiale: Sviluppi, opportunità, sfide*. Milano: Raffaello Cortina Editore.
- Ford, M. 2015. *The Rise of The Robot. Technology and the Threat of a Jobless Future*. New York: Basic Books.
- Frey, C. B., and M. A. Osborne. 2017. "The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?" *Technological forecasting and social change* 114: 254-80.
- Frey, C. B., and M. A. Osborne. 2017. "How susceptible are our jobs to computerisation?" *Technological Forecasting and Social Change*: 254-80.
- Genz, S., Gregory, T., Janser, M., Lehmer, F., and B. Matthes. 2021. "How do workers adjust when firms adopt new technologies?" *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper*: 21-073.
- Glaeser, E. L., and M. G. Resseger. 2010. "The Complementarity Between Cities and Skills." *Journal of Regional Science* 50, 1: 221-44.
- Glaser, A. 1971. *History of binary and other nondecimal numeration*. Tomash Publisher.
- Graetz, G., and G. Michaels. 2018. "Robots at work." *Review of Economics and Statistics* 100, 5:753-68.
- Gurley, L. K. 2022. "Amazon Delivery Drivers Say They Sacrifice Their Safety to Meet Holiday Rush." *Vice Motherboard*, December 14.
- Hosanagar, V., and A. P. Miller. 2020. "Who Do We Blame for the Filter Bubble? On the Roles of Math, Data, and People in Algorithmic Social Systems." In *After the Digital Tornado. Networks, Algorithms, Humanity*, edited by K. Werbach, 103-21. Wharton School: University of Pennsylvania.
- Kauffman, S. 1995. *At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity*. Oxford: Oxford University Press.
- Kauffman, S. 2000. *Investigations*. Oxford: Oxford University Press.
- Keynes, J.-M. 1930. "Economics possibilities for our grandchildren." In *Essays in Persuasion*, 321-32. London: Norton & Company.
- Leibniz, G. W. 1969. *Philosophical Letters and Papers*. Kluwer.
- Lewis-Kraus, G. 2016. "The Great A.I. Awakening." *The New York Times*, 14 December.
- Lombardi, M. 2021. *Transizione Ecologica e universo fisico-cibernetico*. Firenze: Firenze University Press.
- Lombardi, M., and S. Vannuccini. 2022. "Understanding emerging patterns and dynamics through the lenses of the cyber-physical universe." *Patterns* 3, November 11.
- Maddison, A. 2001. "The World Economy." *OECD*.
- Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P. and M. Dewhurst. 2017. "A future that works: AI, automation, employment, and productivity." *McKinsey Global Institute Research*, Tech. Rep. 60: 1-135.
- Miceli, M., and J. Posada. 2022. "The Data-Production Dispositif." *Proceedings of ACM Human-Computer Interaction* 6, November.
- Microsoft. 2022. "Work Trend Index Annual Report Great Expectations: Making Hybrid Work." *Work*, March 16.
- Mims, C. 2021. "The Way Amazon Uses Tech to Squeeze Performance Out of Workers Deserves Its Own Name: Bezosism." *The Wall Street Journal*, September 11.

- Mokyr, J., Vickers, C., and L. Ziebarth. 2015. "The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different?" *The Journal of Economic Perspectives* 29, 3 (Summer): 31-50.
- Nafus, D., and K. Tracey. 2002. "Mobile phone consumption & concepts of personhood." In *Perpetual contact: Mobile communication, private talk, public performance*, edited by J. Katz, and M. Aakhus, 206-21. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nedelkoska, L., and G. Quintini. 2018. "Automation, skills use and training." *OECD Library*...
- Nissenbaum, H. 2009. "Privacy in context: Technology, policy, and the integrity of social life." In *Privacy in Context*. Stanford University Press.
- OIT s.d. "Technological unemployment." <<https://www.oitcenterfor.org/en/digitalizacion/technological-unemployment>> (2024-03-11)
- Oksman, V., and P. Rautiainen. 2003. "Perhaps it is a Body Part": How the Mobile Phone Became an Organic Part of the Everyday Lives of Finnish Children and Teenagers." In *Machines that become us: The social context of personal communication technology*, edited by J. E. Katz, 293-308. New Brunswick (N.J.): Transaction Publishers.
- Peters, M. A., Jandrić, P., and A. J. Means. 2019. "Introduction: Technological unemployment and the future of work." *Education and technological unemployment*: 1-12.
- Rawls, J. 1999. *A Theory of Justice* (Revised Edition). The Belknap Press of Harvard University Press Cambridge. Massachusetts 2000.
- Roberts, S. T. 2019. *Behind the Screen: Content Moderation in the Shadows of Social Media*. New Haven (CT): Yale University Press.
- Roubini, N. 2022. "The Age of Megathreats." *Project Syndicate*, 5 November.
- Shklovski, I. et al. 2014. "Leakiness and Creepiness in App Space: Perceptions of Privacy and Mobile App Use, Leakiness and creepiness in app space: Perceptions of privacy and mobile app use." *CHI*: 2347-356.
- Taddy, M. 2018. "The technological elements of artificial intelligence." In *The economics of artificial intelligence: An agenda*, 61-87. Chicago: University of Chicago Press.
- The Economist*. 2016. "Automation and anxiety. Will smarter machines cause mass unemployment?" 25 June.
- Vickers, C., and N. L. Ziebert. 2019. *Lessons for Today from Past Periods of Rapid Technological Change*. United Nations: DESA Department of Economics and Social Affairs, March.
- WEF, World Economic Forum. 2022. "Global Risks Report. Youn H. et al., 2021, Invention as a combinatorial process: evidence from US patents." *R. Soc. Interface* 12: 20150272. <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2015.0272>
- Weidmann, J. 2022. "A new age of uncertainty? Implications for monetary policy." *Jacobsson Lecture, Bank for International Settlements*, 26 June.
- Williams, A. 2022. "How quiet quitters gain from doing less work." *DW Deutsche Welle* (international broadcast), September 14.
- Williams, A., Miceli, M., and T. Gebru. 2022. "The Exploited Labor Behind Artificial Intelligence." *Noema*, 13 October.
- Wolters, L. 2020. "Robots, Automation, and Employment: Where We Are." *MIT Industrial Performance Center, Working Paper*...
- World Bank. 2019. "World Development Report. The Changing Nature of Work. Wolters L., 2020, Robots, Automation, and Employment: Where We Are." *MIT Industrial Performance Center, Working Paper*.