

La nuova rivoluzione dell'intelligenza artificiale

LA TRASFORMAZIONE DIGITALE STA ORMAI INVESTENDO TUTTI I SETTORI ECONOMICI IN TUTTI I PAESI DEL MONDO, CON PROFONDE CONSEGUENZE PER LA VITA E IL LAVORO. IN QUEST'AMBITO, GLI EFFETTI PIÙ RILEVANTI SI MANIFESTANO, E SEMPRE PIÙ SI MANIFESTERANNO, CON L'INTRODUZIONE DI FORME SEMPRE PIÙ AVANZATE DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE. NELL'ARCO DEI PROSSIMI DECENNI, GLI EFFETTI SARANNO GENERALIZZATI E MASSICCI, ANCHE SE NON NECESSARIAMENTE SEMPRE VIRTUOSI.

DI ENRICO SASSOON

Solo pochi mesi fa, nel precedente studio di Progetto Macrotrends intitolato *Orizzonte 2030* (allegato a *HBR Italia* di dicembre 2016) si proponeva ai lettori la visione di una “quarta rivoluzione industriale” fondamentalmente basata sui formidabili processi di digitalizzazione che investono in misura e intensità crescenti l'economia e la società in senso globale. A distanza di meno di un anno, è indispensabile oggi riprendere le analisi effettuate per abbracciare una realtà che sta emergendo con rapidità del tutto inattesa, ma che promette di avere un impatto di enorme portata all'interno di un orizzonte temporale che sembra ormai dover essere molto più vicino di quanto non si potesse immaginare pochissimo tempo fa: quello dell'intelligenza artificiale (Artificial Intel-

ligence - AI) e dell'automazione avanzata.

Su questo tema le conoscenze presso il grande pubblico, ma anche nell'ambito più informato della business community nazionale e internazionale, sono ancora relativamente arretrate, quando non addirittura approssimative. Non è quindi un esercizio inutile proporsi di portare le informazioni più recenti su questi temi. In questo breve contributo si cercherà dunque di esporre in modo sintetico:

- cos'è e come funziona l'intelligenza artificiale;
- che impatto iniziale sta avendo e quali effetti avrà in futuro;
- dove viene prioritariamente sviluppata e con quale scala di investimenti;
- quali conseguenze avrà - e in parte sta già producendo - sul mondo del lavoro;
- quali implicazioni ne derivano in termini di sviluppo e diffusione delle conoscenze e delle competenze;
- quali rischi si possono prevedere, quali prevenire e quali soluzioni adottare.

Una non inutile avvertenza: dato che Progetto Macrotrends costituisce un lavoro di gruppo, interdisciplinare e reiterato nel tempo, quanto qui esposto va letto in modo coordinato con i diversi altri saggi pubblicati nel rapporto precedente e con quelli che compongono questo studio.

Cos'è e come funziona la AI

Dopo i tre grandi cicli di innovazione tecnologica di rilevanza generale (*general purpose*) del passato

– la macchina a vapore, l'elettricità e il motore a combustione interna – che hanno cambiato la storia del mondo, siamo oggi nel pieno di un quarto ciclo basato, sulle tecnologie digitali. Su una definizione di questo genere poche sarebbero le voci in contrasto. Ma cosa definisce oggi questo nuovo ciclo di innovazione? Due esperti del MIT come McAfee e Brynjolfsson, autori dell'importantissimo lavoro *La nuova rivoluzione delle macchine* (2015), in cui hanno magistralmente tracciato i caratteri della nuova era digitale, fanno un passo più avanti e arrivano a indicare nell'intelligenza artificiale – e, in particolare nella capacità delle macchine di apprendere (*machine learning* – ML) – la più importante tecnologia di rilevanza generale della nostra epoca. Il *machine learning* è a sua volta definito come la capacità delle macchine di continuare a migliorare la propria prestazione senza la necessità che gli umani debbano spiegare esattamente come svolgere al meglio i compiti assegnati. Questa capacità si è evoluta rapidamente negli ultimi anni ed è oggi largamente disponibile: «Siamo oggi in grado di costruire sistemi che apprendono come svolgere dei compiti per conto proprio», dichiarano i due esperti nella loro nuova opera *Machine, Platform, Crowd* (2017).

Perché questo fenomeno sia così importante è del tutto chiaro, così come sono da tempo sotto la lente delle analisi e delle osservazioni le possibili implicazioni, in positivo (potenziamento del lavoro umano, migliore qualità del lavoro e della vita) e in negativo (sostituzione del lavoro umano e perdita di controllo parziale o totale dei sistemi produttivi e tecnologici). Ma almeno altre due sono le implicazioni di fondo:

- grazie a robotica e AI siamo oggi in grado di automatizzare compiti in misura senza precedenti. Infatti, molte conoscenze umane non sono facilmente codificabili e trasferibili a una macchina: il riconoscimento vocale o facciale ne è un esempio. Ma grazie a ML e a AI queste possibilità stanno rapidamente aumentando;
- i sistemi di ML stanno diventando eccellenti discepoli, in grado di acquisire capacità di performance oltre l'umano: per esempio, nell'eseguire diagnosi mediche o nell'individuare frodi e truffe. Già oggi queste capacità sono usate da aziende all'avanguardia, ma nei prossimi anni saranno crescentemente diffuse ovunque.

Per McAfee e Brynjolfsson nei prossimi dieci anni l'effetto trasformativo di queste tecnologie sarà

formidabile e le imprese che non si propongono già oggi di avviare sperimentazioni e di introdurle in progressione avranno grossi problemi a restare sul mercato. Trattandosi di tecnologie *all-purpose* gli effetti dell'intelligenza artificiale saranno sempre più forti in tutti i settori: produzione, retail, trasporti, finanza, sanità, istruzione, diritto, pubblicità, assicurazioni, entertainment e settore pubblico. AI e ML saranno (in parte già sono) i driver del cambiamento a tutti i livelli: mansioni e occupazioni; processi di business; e modelli di business (si veda in proposito il contributo di Umberto Bertelè).

I progressi maggiori nel campo dell'intelligenza artificiale si concentrano su due grandi aree definibili come quelle della *percezione* e della *cognitività*. Nella prima ricadono capacità come il riconoscimento vocale e il riconoscimento di immagini, ambedue fondamentali nei processi di ML. Nella seconda vanno inseriti i processi di accumulo di conoscenze e le capacità di risoluzione di problemi. In entrambe le categorie i progressi si stanno verificando con rapidità inattesa e sempre crescente.

Alcuni esempi giustificano queste affermazioni. Nel campo del riconoscimento vocale (per esempio nella dettatura di un testo a un computer), secondo uno studio della Stanford University, nell'ultimo anno soltanto la velocità è fortemente aumentata e il tasso di errore è crollato dall'8,5 al 4,9%. Nel riconoscimento di immagini, sistemi utilizzati per le auto senza conducente nel riconoscimento dei pedoni per strada sono passati da un errore ogni 30 fotogrammi a un errore ogni 30 milioni. La rapidità di questi progressi è in costante aumento in coincidenza con la sempre maggiore efficacia delle "reti neurali" e, soprattutto del nuovo approccio basato su *deep neural net* molto estese.

Per quanto riguarda la seconda area, sono spesso richiamate le performance di computer che hanno ormai surclassato gli umani in giochi complessi come gli scacchi, il poker e il cinese Go, successi che si pensava avrebbero richiesto almeno altri dieci anni. Ma di impatto più diretto per il mondo del business sono alcune altre performance: DeepMind di Google ha utilizzato sistemi ML per migliorare l'efficienza di raffreddamento di centri-dati con un guadagno di oltre il 15%, dopo gli interventi di ottimizzazione effettuati da umani; la società di cybersecurity Deep Instinct utilizza con successo

agenti intelligenti per individuare il malware; PayPal fa lo stesso nel campo del riciclaggio di denaro; un sistema IBM processa le richieste di risarcimento danni presso società di assicurazione; dozzine di società usano il ML per operare a Wall Street; Amazon utilizza la AI per produrre le famose raccomandazioni ai suoi clienti. Gli esempi di applicazione sono ormai numerosissimi e di crescente impatto e da essi si evince una differenza fondamentale rispetto al tradizionale processo di creazione di un software: il *machine learning* impara da esempi, invece di essere programmato in funzione di un determinato risultato, come si è fatto creando software nell'ultimo mezzo secolo. Molta della conoscenza umana è "tacita" e non codificabile né, dunque, trasferibile. È quello che è stato definito come il "paradosso di Polany" che pone un limite già al passaggio di conoscenze tra umani e, perciò, a maggior ragione verso le macchine. Ora, grazie alla AI, questa

barriera sembra in via di superamento. AI e ML si declinano in molte direzioni diverse, ma le prestazioni migliori derivano da un approccio bottom-up chiamato *supervised learning* (si veda la figura 1 e l'articolo di Euro Beinat sul punto), che si fonda sul fornire alla macchina migliaia o milioni di esempi che danno la risposta corretta a un dato problema. Su questa base il sistema può elaborare una soluzione non prevista dagli input forniti. La tecnologia utilizza algoritmi molto più sofisticati di quelli delle generazioni precedenti, che utilizzano il *deep learning* basato su reti neurali. Per funzionare adeguatamente richiede però enormi quantità di dati e una colossale capacità di calcolo, il che richiede di norma l'uso di supercomputer, ponendo un serio limite all'utilizzo. Ma in certi casi il risultato sembra innegabile: JPMorgan ha per esempio introdotto un sistema di questo tipo per riesaminare i contratti commerciali in essere, compito che richiedeva qualcosa come 360.000 ore di lavoro e che ora viene svolto in pochi secondi.

In prospettiva, l'obiettivo è però di costruire macchine discenti basate su un *unsupervised learning*, che è poi quanto facciamo noi umani. Se si riuscirà a realizzare l'obiettivo le macchine riusciranno a pensare in modo autonomo e forse a superare il Test di Turing, nel quale la differenza tra computer e persone tende ad annullarsi. Ma qui entriamo in un terreno minato, peraltro già ampiamente percorso nella fantascienza da autori visionari e prolifici come Philip K. Dick (gli androidi di *Blade Runner*) o come Isaac Asimov (le tre leggi della robotica) e in celeberrimi film come *2001, Odissea nello spazio*, dove il supercomputer Hal si ribella al controllo umano.

Senza andare così lontano, basti ribadire che le tecnologie di rilevanza generale della AI e del ML stanno entrando in misura sempre più intensa nel contesto di business, fornendo contributi sempre crescenti sia in modo diretto, sia indiretto, ossia abilitando un intero eco-sistema di innovazioni connesse e complementari. Nuovi processi e nuovi prodotti vengono resi possibili da quanto descritto, ossia da sistemi di visione, riconoscimento vocale, capacità di problem solving, potenziamento del lavoro. Comprendere l'intensità e la velocità del fenomeno è dunque ormai una priorità per ogni azienda e per i suoi leader.

FIGURA 1.
Sistemi di Supervised Learning*

Input X	Output Y	Applicazione
Registrazione vocale	Trascrizione	Riconoscimento vocale
Dati di mercato storici	Dati di mercato futuri	Bot commerciali
Fotografie	Didascalie	Etichettatura delle immagini
Proprietà chimiche di un farmaco	Efficacia della cura	R&S dei farmaci
Dettagli delle transazioni in negozio	La transazione è fraudolenta?	Individuazione delle frodi
Ingredienti di una ricetta	Recensioni dei clienti	Raccomandazioni sui cibi
Storico degli acquisti	Futuri comportamenti d'acquisto	Customer retention
Posizione e velocità dei veicoli	Flussi di traffico	Semafori
Facce	Nomi	Riconoscimento facciale

* Molti dei recenti progressi nel machine learning implicano il passaggio da un set di input a un set di output, come negli esempi riportati da due pionieri di questo campo: Tom Mitchell e Michael I. Jordan.

FONTE MCAFEE E BRYNJOLFSSON, 2017.

L'impatto iniziale dell'AI e gli effetti attesi

L'intelligenza artificiale ha iniziato da relativamente poco tempo un percorso che avrà effetti potenti soprattutto tra 5-10 anni, ma già oggi il suo impatto è chiaramente visibile e almeno in parte misurabile. Né potrebbe essere altrimenti: la capacità di apprendimento delle macchine viene costantemente alimentata da rapidi progressi che riguardano la disponibilità di dati strutturati e non strutturati (i big data), il marcato miglioramento degli algoritmi sottostanti e gli inesauribili avanzamenti nel hardware e nelle diverse componenti. Secondo il MIT, negli ultimi 20 anni la disponibilità di dati è aumentata di 1.000 volte, gli algoritmi chiave da 10 a 100 volte a seconda dell'area applicativa, e la velocità del hardware di almeno 100 volte (si veda il già citato *Orizzonte 2030* per un esame degli effetti della cosiddetta Legge di Moore che, per quanto del tutto empirica, si sta rivelando ben più concreta e longeva di quanto il suo stesso estensore avesse mai immaginato).

Nel quadro dei grandi processi di digitalizzazione sempre più rapidi e intensi, gli investimenti e l'adozione di AI e ML sono dunque in rapida crescita, valutabile in circa il 40% di aumento annuo nel triennio 2013-2016, secondo un recente studio del McKinsey Global Institute (*Artificial Intelligence: the Next Frontier?*, 2017). In valore assoluto, si stima che gli investimenti nel 2016 siano ammontati a una cifra compresa tra i 26 e i 39 miliardi, essenzialmente nell'area del *machine learning* (fino a 7), della computer vision (circa 3) e del riconoscimento vocale/linguaggio naturale (meno di uno), come si vede nella figura 2. E, come ci si può aspettare, sono le grandi società e piattaforme tecnologiche come Google, Amazon, Facebook, Alibaba, Baidu e simili a fare la parte del leone, con investimenti di scala superiore al miliardo all'anno nelle rispettive aree di interesse. Investimenti più contenuti e fortemente *industry-specific* sono portati avanti da altri giganti industriali quali GE, ABB, Siemens, Bosch, IBM, Apple, Microsoft e, in campo automobilistico, BMW, Tesla e Toyota.

I dati più generali nascondono però una estrema variabilità a seconda dei settori e non potrà stupire sapere che quelli all'avanguardia sono i settori high tech e delle telecomunicazioni, l'automobile, i servizi finanziari (soprattutto il fintech) e le utility; a una distanza progressivamente crescente si inseriscono poi entertainment e media, prodotti di

FIGURA 2. Gli investimenti AI nel 2016

(miliardi di dollari)



FONTE MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. 2017.

consumo, trasporti e logistica.

Trattandosi di una rivoluzione agli albori, questi investimenti vanno considerati già piuttosto rilevanti anche se sono solo frazione di quelli in generale dedicati alla digitalizzazione. Per esempio, nel 2016 hanno rappresentato il 2-3% degli investimenti dei venture capital rispetto al 60% indirizzato ai più generali processi di digitalizzazione. Ma nei prossimi anni gli investimenti sono destinati

ad essere verticalmente incrementati e i più spinti “tecno-ottimisti” arrivano a prevedere un impatto degli investimenti in AI di oltre 100 miliardi al 2025. Va chiarito che ci si riferisce qui ad applicazioni di AI e ML in ambiti ristretti e per compiti specifici: un sistema di riconoscimento di immagini come quello sviluppato dalla società ImageNet ha un tasso di errore probabilmente inferiore a quello di un essere umano ma funziona male in condizioni problematiche di luce e di certo è inutile nel riconoscimento vocale; altre società molto avanzate come Aptonomy e Sanbot, che producono rispettivamente droni e robot, fanno largo uso di tecnologie di riconoscimento di immagini ma i loro prodotti svolgono solo i compiti per i quali sono progettati. In sostanza, oggi e per molto tempo ancora la AI resta nell’ambito di tecnologie specifiche e si resta ben lontani da macchine che possano esibire un’intelligenza di tipo generale attraverso campi diversi.

Lo studio MGI citato delimita l’ambito delle tecnologie AI considerate a cinque fattispecie che sono la robotica e i veicoli autonomi, la computer vision, il linguaggio, gli agenti virtuali e il *machine learning*. Progressi in un campo possono in qualche caso estendersi a uno o più degli altri, come accade tipicamente per il ML, ma

in generale vale la delimitazione indicata.

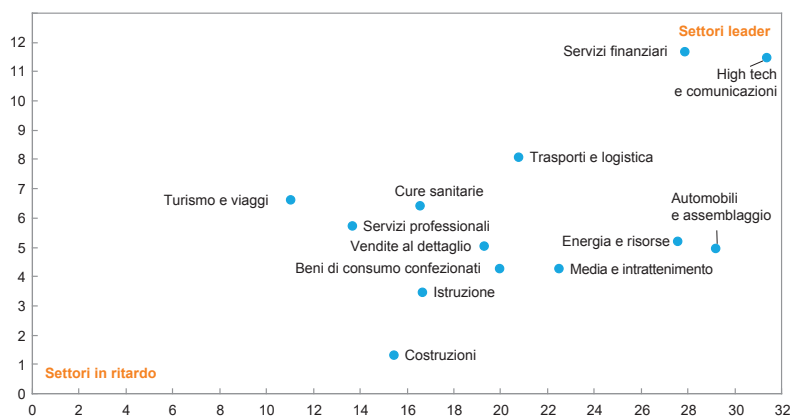
Esiste in generale un forte consenso in merito alle prospettive dell’AI nei prossimi 10 anni. Già nel prossimo triennio, secondo un’indagine dell’Economist Intelligence Unit, molte aziende progettano di essere “attivamente impegnate” in questo campo, ma chiaramente moltissime sono le aziende che, prima di entrare in un campo così complesso, restano in attesa di sviluppi più chiari e riconoscibili. Un atteggiamento troppo prudente e attendista potrebbe però avere i suoi costi, dato che i primi e più audaci potranno accumulare un vantaggio competitivo difficilmente colmabile dagli inseguitori.

Dalle analisi correnti, sembra di poter concludere che le aziende che si stanno maggiormente impegnando nell’AI continueranno a farlo anche in futuro, essendo già evidenti i benefici connessi: maggiore produttività, migliore qualità di prodotti, maggiore efficienza nei processi, più alti margini di profitto. Nel prossimo triennio, sempre secondo MGI, i settori traenti nell’adozione di AI saranno ancora i servizi finanziari, il high tech e le telecomunicazioni, i trasporti e la logistica, l’auto, l’energia e l’entertainment; in un’area intermedia si porranno la sanità, i servizi professionali, il retail e le costruzioni, ma con investimenti decisamente meno importanti. In coda, malinconicamente, i servizi turistici (figura 3).

L’impatto a dieci anni da oggi potrà dunque essere realmente importante. Si potrà porre, peraltro, nelle aziende più orientate ad AI e robotica un problema legato alla capacità della forza lavoro di corrispondere alle esigenze delle organizzazioni in termini di capacità di lavoro e competenze. Un tema sempre più discusso che solleva questioni di grande rilievo ma sulle cui prospettive non vi è oggi grande accordo. È l’argomento del prossimo paragrafo.

FIGURA 3. La domanda di AI in futuro

(Variazioni % medie stimate per i prossimi 3 anni)



FONTE MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. 2017.

Tecnologia, lavoro e competenze

Per quanto si riferisce al mondo del lavoro, così come per quanto riguarda più in generale la valutazione degli effetti della *digital revolution*, esperti di tecnologia ed economisti sono impegnati in un acceso dibattito che vede due fronti contrapposti: i tecno-ottimisti, secondo i quali si aprono di fronte a noi entusiasmanti prospettive in termini di formidabili guadagni di produttività, di miglioramento della qualità dei prodotti e dei processi e di

rilevante contributo al benessere individuale e collettivo; e una nutrita schiera di tecno-pessimisti, che temono un impatto decisamente negativo in termini di distruzione di posti di lavoro, di difficoltà di controllo e di accentuazione dei rischi sociali (o addirittura politici) conseguenti ad eccessi nell'automazione e nella robotizzazione.

La domanda che, un po' a tutti i livelli, molti si pongono è se questa rivoluzione industriale produrrà gli stessi effetti di quelle precedenti, in cui la creazione di posti di lavoro e di mestieri e professioni del tutto nuovi ha di gran lunga superato la distruzione, o se questa volta le cose saranno differenti. Gli esperti che hanno collaborato alla precedente edizione di Progetto Macrotrends, così come quelli che hanno dato il loro contributo allo studio 2017, sono certamente collocabili tra i tecno-ottimisti, ma questo non significa che non si intravedano difficoltà e rischi sia in generale, sia in particolare per quanto riguarda il mondo del lavoro.

Un punto di arrivo cruciale delle analisi che qui vengono proposte (che è al contempo un nuovo punto da cui partire) è che l'automazione dei processi sulla base di AI e ML tenderà in primo luogo ad affiancarsi al lavoro umano, sia di tipo manuale che di tipo intellettuale, a potenziarlo (lavoro umano aumentato) e non a sostituirvisi tout court. Secondo una ormai ben nota stima MGI, che ha esaminato oltre 2.000 attività lavorative per quantificarne la fattibilità tecnica in termini di automazione con il ricorso a tecnologie ritenute efficaci, la quota di attività totalmente automatizzabili non supererebbe il 5% del totale; una quota ben più rilevante, però, potrà essere progressivamente affiancata da macchine intelligenti, e solo una percentuale minoritaria non subirà, per il futuro prevedibile, conseguenze importanti.

Là dove si verificherà la sostituzione parziale, circa il 60% di tutte le occupazioni sono suscettibili di automazione fino ad almeno un terzo del totale. Su scala globale, questo significherebbe un impatto che andrebbe a toccare il 50% dell'economia mondiale, ovvero circa 1,2 miliardi di persone, e un ammontare di poco inferiore ai 15.000 miliardi di stipendi e salari. Il tutto concentrato per oltre la metà in soli quattro Paesi: Stati Uniti, Cina, Giappone e India. È appena il caso di sottolineare che le differenze da Paese a Paese saranno piuttosto rilevanti poiché dipendono fortemente dal potenziale di utilizzo delle tecnologie basato sulla struttura delle relative economie, e che questi differenziali saranno marcatamente divaricati

FIGURA 4.

Potenziale di automazione nei diversi settori economici

(percentuale di possibile automazione)

Ospitalità e ristorazione	73	Finanza e assicurazioni	43
Manufacturing	60	Arte e intrattenimento	41
Trasporti	60	Immobiliare	40
Agricoltura	57	Amministrazione	39
Retail	53	Sanità e assistenza	36
Miniere	51	Informazione	36
Costruzioni	47	Professionisti	35
Servizi di pubblica utilità	44	Management	35

FONTE MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. 2017.

a seconda dei settori, dei livelli salariali e dalla dinamica della forza lavoro (figura 4).

Infatti, la fattibilità tecnica, ovvero l'esistenza di tecnologie dimostrabilmente efficaci, non è l'unico elemento in gioco: altri fattori importanti che condizioneranno l'avanzata dell'AI sono i costi connessi all'applicazione sia dell'hardware che del software ai fini dell'automazione, la dinamica del rapporto fra domanda e offerta di lavoro, il grado e livello di competenze dei lavoratori e la dinamica dello sviluppo di conoscenze e competenze, i reali benefici attesi dall'automazione e – ultimo ma certamente non meno importante – il regime regolatorio che disciplinerà il processo.

Naturalmente, a tutto ciò che precede va a sommarsi un ulteriore fattore, difficilmente valutabile e prevedibile: l'accettazione sociale dell'utilizzo di macchine sempre più intelligenti e la capacità di gestire da un punto di vista economico e sociale l'impatto sugli stili di vita.

C'è però chi tende a sdrammatizzare alquanto i timori di una futura disoccupazione tecnologica. Tra i più attendibili i due esperti del MIT, McAfee e Brynjolfsson, che non si limitano a ribadire un argomento variamente ricorrente, e certo del tutto fondato, che si richiama essenzialmente alla capacità creativa degli umani difficilmente replicabile dalle macchine. Al fondo della loro argomentazione si pone la constatazione che finora le analisi sulla distruzione di posti di lavoro - a partire da quella pionieristica di Carl Frey e Michael Osborne

(“The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?”, Oxford University, 2013) si sono concentrate sui mestieri a rischio, mentre hanno dato pochissima attenzione a quelli che vengono abilitati da un nuovo contesto tecno-economico, ossia da un nuovo eco-sistema in cui forme diverse di AI si affiancano al lavoro umano potenziandolo. L'osservazione è pertinente, poiché se è relativamente facile verificare, come nella citata indagine MGI, ciò che corre il rischio di sparire, ben più difficile è immaginare mestieri e professioni che ancora non esistono e, soprattutto, quantificarle.

Poiché in altri articoli di questo rapporto sui Macrotrends sono presenti le analisi sui settori e su mestieri e professioni più interessati, oggi e in futuro, dall'avvento dell'AI e più in generale dai processi di digitalizzazione (si vedano in particolare i contributi di Scabbio, Lamborghini e Lorenzi), ciò che preme qui sottolineare è che la sostituzione/affiancamento ai diversi livelli sarà strettamente connessa ai livelli di competenza delle persone: quanto maggiori le caratteristiche di ripetitività e routine nei mestieri e nelle professioni (in questo senso ben poco distingue un lavoro manuale routinario di fabbrica da una attività ripetitiva e codificabile in uno studio legale) tanto più probabile e fattibile è l'automazione. E quanto maggiore è l'aspetto individuale e creativo, fondato su competenze difficilmente acquisibili, tanto minore è la probabilità di automazione di quelle attività.

L'aspetto delle competenze è certamente cruciale, ma lo è altrettanto quello di identificare quali competenze potranno contribuire ad aiutare i lavoratori ai diversi livelli a fronteggiare le diverse problematiche che si creano con l'avvento di AI e robotica. L'effetto della concorrenza delle macchine intelligenti è già chiaramente visibile: sia a livello di fabbrica, dove l'introduzione della robotica è iniziata da molti anni, con una netta accelerazione in corso ovunque (e persino in Cina dove gli investimenti sono massicci); sia nelle professioni intellettuali dalla revisione dei bilanci agli studi legali, dalla diagnostica medica alla selezione e diffusione di notizie nei media. Si impone, e si imporrà con crescente urgenza, il riaddestramento e l'aggiornamento delle conoscenze e delle competenze per fare fronte all'eliminazione di mansioni e alla sostituzione parziale o totale con l'automazione.

L'aspetto base consiste certamente nel dotare an-

che i lavoratori ai livelli più bassi di conoscenze digitali tali da consentire loro di gestire l'affiancamento o il potenziamento; a maggior ragione la sostituzione. Ma da più parti si sottolinea l'esigenza che, specie in Europa e soprattutto in Italia, si accentui l'orientamento di studio verso le materie scientifiche e, in particolare, quelle definite nell'acronimo STEM, ossia scienze, tecnologia, engineering e matematica. Questa indicazione appare sensata anche laddove, e accade sempre più spesso, si ponga in evidenza la rilevanza degli studi umanistici e delle doti relazionali per la futura gestione di organizzazioni con elevate componenti di digitalizzazione.

In questo contesto, si è da tempo compreso che non è più realistica la difesa a oltranza del posto di lavoro e che occorre invece dotare i lavoratori di caratteristiche di impiegabilità (*employability*) che consentano al mercato del lavoro di ricollocarli là dove è richiesto. Questo richiede uno sforzo massiccio di istruzione/rieducazione che riguarda milioni di persone e che dovrà essere realizzato di comune intesa da scuola, università, istituti tecnici, aziende e istituzioni di diverso genere. Le imprese, che già oggi spesso non riescono a trovare lavoratori ai diversi livelli con le competenze necessarie (*mismatch*), sono in prima linea nello sforzo di *retraining*, ma certo non possono surrogare né il compito dell'istruzione pubblica (si veda Lamborghini in proposito) né una consapevole responsabilità individuale di persone motivate a nuovi percorsi di aggiornamento.

Che si tratti di una vera e propria situazione di urgenza sta diventando evidente. Ancor più se si tiene conto delle parallele trasformazioni nell'ambito demografico e delle relative modificazioni dei regimi previdenziali ovunque nel mondo. L'allungamento della vita umana (si veda l'articolo di Odile Robotti) procede a ritmi crescenti e si coniuga con la necessità di far crescere l'età pensionabile per rendere sostenibile il sistema della previdenza. Da qui discendono implicazioni di enorme portata.

Un dato relativo alla dinamica delle aspettative di vita rende evidente il fenomeno: se i baby boomer, nati nei decenni '40 e '50 del Novecento, avevano alla nascita una probabilità dell'1% di arrivare a 100 anni, i nati degli ultimi anni hanno ormai una probabilità del 50% di superare quella soglia. Questa dinamica, accostata al processo di automazione finora descritto, implica non solo l'esigenza di un frequente aggiornamento delle

conoscenze e competenze, ma la ridefinizione e riprogrammazione delle diverse fasi di vita degli individui. In altre parole, la dinamica finora considerata normale di una successione lineare in tre fasi, articolate in istruzione-lavoro-pensione, sta iniziando a cedere il passo a una nuova dinamica dove le fasi di istruzione e lavoro si alternano più volte in funzione di reiterati cambiamenti di professione per giungere molto più tardi alla fase del *retirement*. Con tutto ciò che ne consegue in termini di riprogrammazione personale in termini finanziari, ma anche sociali e psicologici: come sottolineano Gratton e Scott, vivere fino a 100 anni è una buona cosa solo se i decenni in più possono essere ben vissuti, o rischiano di creare situazioni di enorme disagio e/o infelicità (Linda Gratton & Andrew Scott, *The 100-Year Life*, 2016).

Nei fatti, il ritmo del cambiamento e dell'introduzione più rapida del previsto di digitalizzazione e automazione inducono a ritenere che anche la visione di una nuova dinamica di periodica alternanza tra istruzione e lavoro sia destinata a rivelarsi insufficiente e che occorra invece già proporsi un obiettivo ancora più difficile e ambizioso di "apprendimento continuo" (*continuous learning*) dove rafforzamento e aggiornamento di conoscenze e competenze si affianchino permanentemente all'attività di lavoro.

Un breve accenno finale va fatto in relazione alle ipotesi, in questo studio scarsamente contemplate, di un futuro in cui tenderà progressivamente ad affermarsi una massiccia distruzione di posti di lavoro da parte delle macchine, che sarebbero in questo contesto in grado di soddisfare a basso costo e alta produttività le esigenze di produzione e fornitura di beni e servizi lasciando in buona sostanza masse di persone ovunque nel mondo senza prospettive di lavoro e, dunque di guadagno. Questa prospettiva implica, nella visione di alcuni, l'esigenza di predisporre e diffondere politiche di "reddito di base" di cui lo Stato si dovrebbe fare carico nei confronti dei cittadini. Anche se le prime esperienze di elargizione ad alcune fasce di cittadini sono già in corso (per esempio, in Finlandia) da quanto detto finora discende che questo tipo di soluzione, peraltro di quasi impossibile sostenibilità economica generale, non sia né probabile né realistica e che vada, almeno per ora, relegata alla variegata (e purtroppo sempre più diffusa) area di un populismo scarsamente responsabile.

Considerazioni utili e futili sui rischi dell'AI

Un esperto di computer inavvertitamente lascia libera un'entità AI senziente di nome Archos R-14 che si propone subito di far fuori allegramente l'umanità intera. Le prime azioni vanno a buon fine, anche perché ben dissimulate, così vengono infettati tutti i dispositivi personali, le driverless car, le guide computerizzate degli aerei, le case gestite da domotica, gli ascensori, i programmi finanziari, i sistemi sanitari e chi più ne ha più ne metta. Seguono i prevedibili disastri a catena finché, dopo un bel po' di va e vieni, Archos viene neutralizzato e i buoni vincono (tranne che l'AI riesce segretamente a mandare in extremis un messaggio a sconosciute macchine aliene). È la trama di un bel libro di fantascienza di qualche anno fa, dal titolo di *Robocalypse*, che ha Daniel H. Wilson come autore. Ed è un po' l'incuboparadigma che si può applicare alle nostre fantasie sull'intelligenza artificiale.

Con la progressiva avanzata dell'AI, sappiamo cosa stiamo facendo? La domanda non è peregrina se gente seria come i banchieri centrali di mezzo mondo - da Draghi (BCE) a Bernanke (ex-Fed) a un'altra mezza dozzina di colleghi - ha sentito il bisogno di riunirsi a discutere di questo tema sotto la guida di esperti come David Autor, Joel Mokyr e altri luminari di economia e tecnologia. Discussione innescata dal saggio dello stesso Autor (con Anna Salomons) dal titolo "Does Productivity Growth Threaten Employment?" (European Central Bank, 2017).

L'apocalisse del banchiere centrale (che, si sa, è abbastanza poco dotato di fantasia) riguarda questioni serie come l'occupazione, la produttività e simili. Ma il punto centrale resta la domanda posta sopra. Ossia, fino a che punto fare evolvere le AI, dare loro autonomia, diventarne dipendenti e, perché no, vittime potenziali. Ne avevamo già visto i primi esempi con Hal, ma anche con gli androidi descritti da Dick (a proposito, il suo bel libro si intitola *Do Androids Dream of Electric Sheep?*, e forse non lo abbiamo preso abbastanza sul serio), o nei futuri remoti dei film seriali dedicati a Terminator.

Citare a ripetizione, nel contesto di questo studio sul futuro, film e libri di fantascienza può sembrare incongruo, ma non lo è. Scrittori visionari hanno anticipato di decenni ciò che osserviamo ora, così come Verne e Wells avevano prefigurato attorno

alla fine dell'Ottocento i viaggi spaziali. Molto di recente, un super-esperto di AI, Oren Etzioni (CEO dell'Allen Institute for Artificial Intelligence) ha esplicitamente richiamato le "tre leggi della robotica" enunciate da Asimov nel 1942 come una buona base per regolare i nostri futuri rapporti con AI e robot (*The New York Times*, 4.9.2017). E se Bill Gates ha ipotizzato l'introduzione di una tassa sui robot per finanziare le alternative derivanti dalla perdita di posti di lavoro, il visionario capo di Tesla, Elon Musk, ha esortato i governanti del mondo a regolare l'introduzione dell'intelligenza artificiale "prima che sia troppo tardi". La pensano come lui alcuni ricercatori che qualche tempo fa hanno deciso di porre fine all'idillio di Alice e Bob, due computer evidentemente non stupidi che si erano inventati un linguaggio loro per non farsi capire, nelle loro evidentemente intime interazioni, dai programmatori umani.

Insomma, come ha correttamente sostenuto Luciano Floridi, docente di filosofia a Oxford (*Il Sole 24 Ore*, 2017) è indispensabile che ci si ponga la questione del rapporto tra umani e macchine non tanto per evitare che l'intelligenza di queste arrivi a sopraffare l'intelligenza di quelli, ma per evitare che la stupidità umana si fonda con la stupidità dei robot. È un tema logico, altrettanto filosofico quanto etico, ma alla fine terribilmente pratico e concreto.

Se siamo portati a ritenere che gli scienziati, i tecnologi, gli imprenditori, e i politici e i militari, siano persone razionali, dobbiamo anche ritenere che non delegheranno a delle macchine le scelte sulla nostra sicurezza e sulla nostra vita. Ma se

siamo, come è ben possibile, propensi a dubitarne, allora occorre che fissiamo di comune intesa le regole per far circolare le auto senza conducente nelle vie delle nostre affollate città, per consentire ai robot finanziari di gestire le operazioni in Borsa e gli investimenti della gente, per autorizzare sofisticati software a fare ricerche legali, per affidare la diagnostica medica ad assistenti robotici, o anche solo per far tagliare il prato ad autonomi tagliaerba senza minacciare le zampe del cane di casa. E a maggior ragione, ovviamente, per consentire la creazione e l'utilizzo di robot militari nei teatri di operazione.

E questo è possibile, ricorrendo ai sempre più sofisticati approcci allo sviluppo dell'intelligenza artificiale, siano essi basati su metodologie bottom-up (come il *deep learning* e il *reinforced learning*) o top-down (come i sistemi bayesiani centrati sulle capacità di astrazione), che in fondo hanno tutti quanti lo scopo di far sempre più avvicinare le capacità di imparare delle macchine a quelle dell'uomo (si legga in proposito il saggio di Alison Gopnik della Berkeley University, "Making AI More Human", *Scientific American*, 2017).

In fondo, il tempo per riflettere e agire con giudizio lo abbiamo, visto che per assistere al trionfo dell'AI occorreranno secondo alcuni almeno 20 anni e secondo altri non meno di 120. Un lasso di tempo da utilizzare al meglio.

 **ENRICO SASSOON** è Direttore responsabile di *Harvard Business Review Italia* e presidente di Leading Events/The Ruling Companies.

BIBLIOGRAFIA

- Andrew McAfee ed Eric Brynjolfsson, *La nuova rivoluzione delle macchine*, Feltrinelli, 2015.
- Andrew McAfee ed Eric Brynjolfsson, *Harnessing Our Digital Future. Machine, Platform, Crowd*, W. W. Norton and Company, 2017.
- Enrico Sassoon (a cura di), *Progetto Macrotrends. Orizzonte 2030*, fascicolo allegato a *Harvard Business Review Italia*, dicembre 2016.
- Carl Frey e Michael Osborne, "The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?", Oxford University, 2013.
- Linda Gratton & Andrew Scott, *The 100-Year Life*, Bloomsbury, 2016.
- McKinsey Global Institute, *Artificial Intelligence: the Next Frontier?*, 2017.
- Daniel H. Wilson, *Robocalypse*, Doubleday, 2011.
- Philip K. Dick, *Do Androids Dream of Electric Sheep?*, Doubleday, 1968.
- Oren Etzioni, "How to Regulate Artificial Intelligence", *The New York Times*, 4.9.2017.
- Luciano Floridi, "L'intelligenza artificiale aiuta il pianeta", *Il Sole 24Ore*, 2.7.2017.
- Alison Gopnik, "Making AI More Human", *Scientific American*, June 2017.