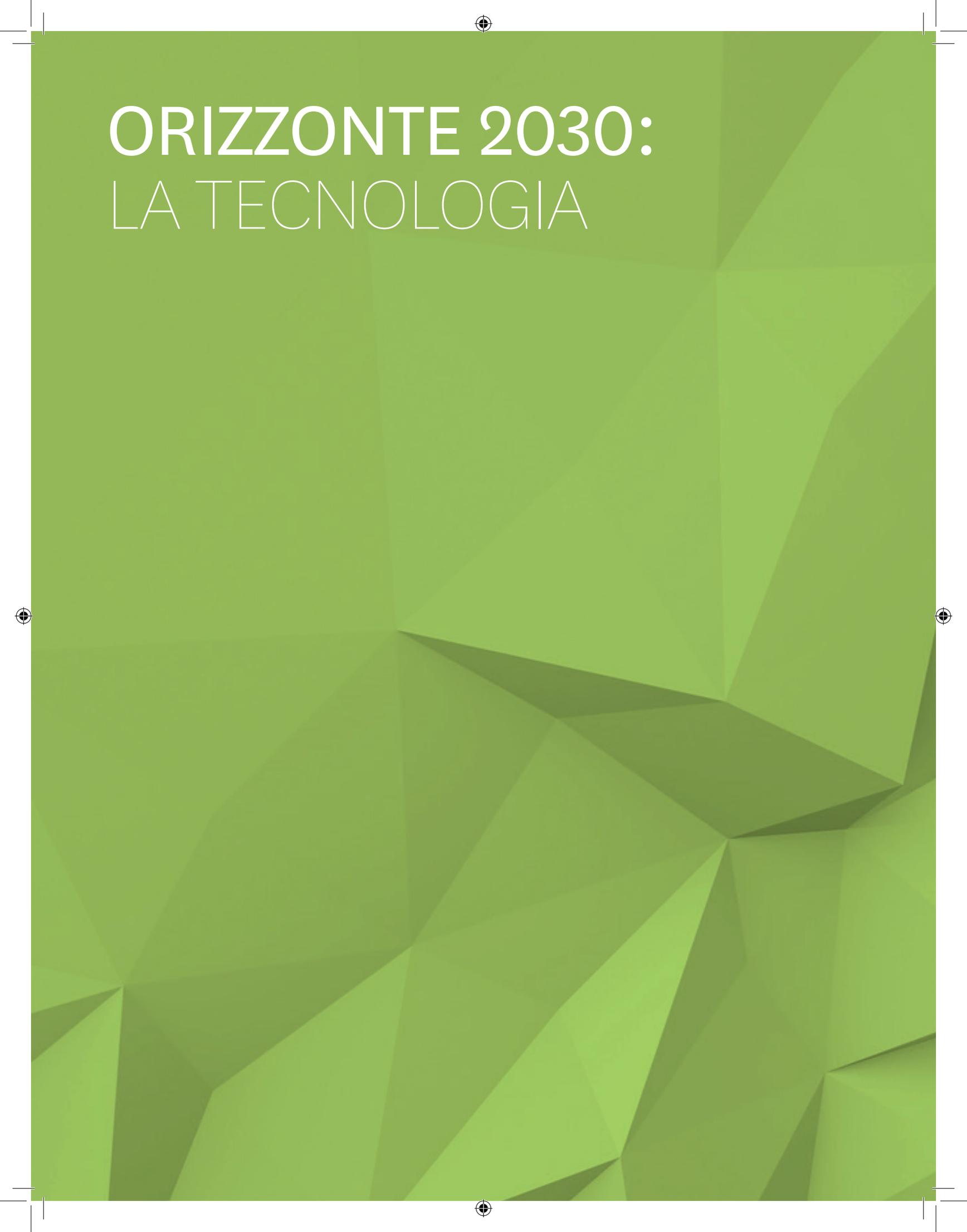


ORIZZONTE 2030: LA TECNOLOGIA

The background of the page is a vibrant green color with a low-poly, geometric pattern. The pattern consists of various shades of green, from light to dark, creating a sense of depth and movement. The shapes are irregular polygons that fit together like a mosaic. There are four registration marks (crosshairs) located at the corners of the page: top center, bottom center, left center, and right center. The text is white and positioned in the upper left quadrant.

ORIZZONTE 2030: LA TECNOLOGIA

La forza dirompente che l'uomo deve imparare a dominare

DI ANDREA GRANELLI

AAll'Institute for the Future dicono: «La legge fondamentale degli studi sul futuro è che non esistono fatti sul futuro. Solo narrazioni». Come ha osservato Luca De Biase sul suo blog, le previsioni in effetti non attraversano un momento di grande popolarità. *The Economist* ha scritto in proposito: «L'economia è la scienza che studia perché le sue previsioni non si sono avverate».

Questo lavoro è stato costruito partendo da uno specifico target – i top manager e, più in generale, i decisori – dai suoi bisogni e soprattutto dalla sua capacità di assorbire (e riutilizzare) informazioni e nuovi frame interpretativi per prepararsi a un futuro incerto. Prepararsi sia a livello mentale, per non disorientarsi, sia a livello attuativo, identificando appena possibile le pre-condizioni, aumentando la flessibilità organizzativa e costruendo nuove competenze. In parole povere essere un po' più preparati al futuro, con a disposizione, già studiati e pronti per l'uso, diversi scenari “*what-if?*”.

L'obiettivo è dunque mettere in condizione il lettore di saper capire e valutare (o perlomeno dare il giusto peso) a concetti (trend, tecnologie, piattaforme, ...) di cui molto si parla, senza esserne disorientati; ma anche dare la possibilità di risalire alla singola fonte (per farsi il suo punto di vista sulla credibilità dell'affermazione fatta e sulla coerenza complessiva) e consentire eventuali approfondimenti della lettura.

I trend sono separati per motivi espositivi ma sono mutualmente connessi. Nel rapporto 2016 di Sitra (*Mega-trends 2016. The Future Happens Now*) per il Governo finlandese si osserva: «I trend vengono sì presentati

come indipendenti, ma dobbiamo evidenziare il fatto che sono fortemente interconnessi e interdipendenti; tutti hanno in comune dei punti di intersezione. Ad esempio la tecnologia è strettamente coinvolta nel risolvere i problemi legati al cambiamento climatico ma, d'altra parte, la stessa tecnologia è parte del problema dello sfruttamento delle risorse naturali. L'ambiente globale ha un impatto su come e dove la tecnologia viene sviluppata e sfruttata. Il cambiamento climatico e l'uso eccessivo di risorse naturali, dal canto loro, creano nuove criticità di sicurezza e pressioni all'azione su scala globale. Questa lista può prolungarsi senza fine».

Più che prevedere, si tratta dunque di mettere in luce le forze che plasmano i comportamenti, i *tipping point* (i punti di svolta che danno il via alle discontinuità), le skill necessarie per fronteggiare i nuovi contesti, la trasformazione in atto di valori, credenze e pre-giudizi.

La cosa più complessa in questo processo non è tanto identificare i contenuti quanto piuttosto il quando ciò accadrà (quello che gli antichi Greci chiamavano il *kairòs*, il tempo giusto e opportuno) e gli effetti collaterali, indesiderati, imprevedibili. Quelle conseguenze che escono dal *mainstream* delle previsioni attese (e desiderate) ma che possono cambiare le carte in tavola.

Bill Gates ha recentemente osservato che «la maggior parte delle persone tende a sovrastimare il tasso di cambiamento che avverrà nei prossimi 2 anni e a sotto-stimare il tasso di cambiamento dei prossimi 10».

L'idea di “conoscere” o “predire” l'avvenire significa pensare che è preordinato, immutabile, e questo permette

solo fatalismo e rassegnazione. “Prevedere” l’avvenire invece, secondo Jacques Attali (*Prevedi la tua vita (e quella degli altri)*, 2016), implica la possibilità di intuire i possibili sviluppi, di influire sulle tendenze e cambiarne il cammino. La pigrizia è il peggior nemico dell’anticipazione. Ma la previsione è la migliore alleata della libertà: è l’unico modo per evitare che si realizzi lo scenario più cupo, per ciascuna delle nostre vite come per l’umanità. Il futurologo Jamais Cascio sul suo blog www.openthefuture.com ha fatto due osservazioni interessanti sull’arte di predire il futuro. Innanzitutto «Gli esercizi previsionali che si traducono in un’unica storia del futuro sono meno utili di quanto sembri, poiché NON possiamo prevedere il futuro. Lo scopo di “pensare al futuro” non è di fare previsioni; lo scopo è cercare implicazioni sorprendenti. Costruendo futuri multipli (ciascuno centrato su un importante dilemma) possiamo osservare le criticità da diverse angolature e provare a ipotizzare cosa succede quando i fattori chiave collidono in modi diversi». Inoltre «Qualsiasi cosa prevederemo sarà sbagliata. Il futuro che alla fine prenderà piede sarà quasi certamente diverso da quello che avevamo ipotizzato, ma lo sbaglio sarà fruttuoso. Scenari ben costruiti producono infatti piccole manifestazioni di futuro (quelle che i consulenti chiamano momenti “aha!”) che danno indicazioni e nuove tracce di ciò che val la pena osservare con maggiore attenzione e che, probabilmente, avremmo ignorato senza questo esercizio simulativo».

Si tratta dunque di costruire una cultura del futuro, ben rappresentata in un famoso pensiero di Adriano Olivetti: «È vero che non siamo immortali: ma a me pare sempre di avere davanti un tempo infinito. Forse, perché non penso mai al passato, perché non c’è passato in me; in me non c’è che futuro». Si tratta di passare dalla “gestione del probabile” alla “guida (e/o orientamento) del possibile” (si veda “Delighting in the Possible”, *McKinsey Quarterly* n. 2/2015). Una delle finalità legate alla capacità di cogliere i segnali deboli e interpretare i trend è ricordato da Klaus Schwab, fondatore e presidente del World Economic Forum, nel suo ultimo libro (*La quarta rivoluzione industriale*, Franco Angeli, 2016): aumentare la consapevolezza della portata e della velocità della rivoluzione tecnologica, nonché della eterogeneità dei suoi effetti.

E questa cultura del futuro sarà intrinsecamente multidisciplinare, romperà gli steccati dei domini di competenze. Nella premessa al rapporto *20 Combinatorial Forecasts* dell’Institute for the Future si ricorda: «Il prossimo decennio verrà definito da tecnologie che coinvolgeranno contemporaneamente molte delle discipline tradizionali. Sarà semplicemente non più possibile capire il futuro estrapolando i trend dei singoli domini

come la logistica o l’intelligenza artificiale. L’innovazione si manifesterà ai confini di questi domini e combinando specifiche tecnologie. Per prepararsi a un mondo dove il software condiziona la legge, la biologia condiziona la manifattura e le emozioni possono essere misurate, servirà una comprensione più ampia delle tecnologie emergenti per cogliere le loro possibili applicazioni e implicazioni».

Comprendere i trend tecnologici

La tecnologia è il motore principale della grande e accelerata rivoluzione in atto. La tecnologia cambia tutto: il prodotto, i processi aziendali, le regole del gioco, il consumatore e i processi di consumo, i luoghi in cui si produce e consuma. E il digitale ne è il cuore pulsante, la bussola e il sistema nervoso. Non è solo una componente, ne è il fattore abilitante, il collante, il traduttore in comportamenti.

Come osserva il rapporto di Accenture *Technology Vision 2016. The Primacy of People in the Digital Age*, dopo un decennio di straordinarie innovazioni tecnologiche ne è emersa una diventando dominante: il digitale. Nel 2015 il digitale rappresentava già il 22% dell’economia mondiale e questa espansione continua. Si ipotizza infatti che nel 2020 questo valore raggiunga il 25% (mentre nel 2005 era “solo” il 15%).

Vista la diffusione e pervasività del digitale, se vogliamo mettere a fuoco i suoi possibili contributi e leggerne sia le dinamiche che le azioni, è necessario un approccio multidisciplinare. Il World Economic Forum – in una riflessione sulla quarta rivoluzione industriale (gennaio 2016) – osservava: «Dobbiamo sviluppare un punto di vista complessivo e condiviso su come la tecnologia sta condizionando la nostra vita e ridefinendo il nostro ambiente economico, sociale, culturale e umano».

La finalità ultima nel capire e anticipare i trend tecnologici non è tanto prevederli, quanto prepararsi agli scenari che questi aprono e plasmano, monitorando i segnali deboli, presidiando le condizioni abilitanti e preparandosi a creare quelle pre-condizioni che assicureranno i futuri vantaggi competitivi.

Più che concentrarsi sulle tecnologie come oggetto, questo rapporto punta la sua lente sulle forze trasformative in atto e su quali competenze saranno necessarie per cogliere al meglio le opportunità che ogni ondata tecnologica apre, e proteggersi nel contempo, dalle sue dimensioni problematiche, dalle ricadute inattese.

Le tecnologie si possono dividere in due grandi filoni: le tecnologie “core” (strettamente legate all’output di specifici settori) e le tecnologie “abilitanti” – per loro natura

orizzontali e pervasive – che coinvolgono e trasformano tutti i settori economici e la società in genere.

TECNOLOGIE CORE: nanotecnologie, genomica, micro-meccatronica, neuroscienze.

TECNOLOGIE ABILITANTI: digitale, energia.

Il focus di questo studio è sulle tecnologie abilitanti – centrali sia per la loro universalità che per il loro potere trasformativo – e in particolare sul digitale. **Il digitale è una tecnologia orizzontale, con tasso di crescita esponenziale e sostanzialmente “infestante”:** infatti cresce e si diffonde a ritmi vorticosi e si accoppia e si ibrida con qualsiasi cosa; entra sia nei prodotti che nei processi (produttivi, commerciali e di governo dell’impresa); ed è protagonista sia del business che dell’immaginario giovanile. Un rapporto del 2015 del World Economic Forum (*Deep Shift. Technology Tipping Points and Societal Impact*) mette in luce con grande chiarezza questa dimensione totalizzante del digitale.

«**La connettività digitale permea tutti gli aspetti della nostra vita** – dal modo con cui interagiamo con il sistema economico e con il sistema decisionale politico, fino alle competenze che ci servono per avere un lavoro. Tanto maggiore è l’affidamento che faremo sulle risorse in rete, tanto più saremo interdipendenti. Non a caso, molti stakeholder si stanno domandando se l’industria sarà in grado di trovare un giusto equilibrio tra privacy, sicurezza e fiducia. Nello stesso tempo, la crescente digitalizzazione sta trasformando l’offerta di molte industrie da basata sul prodotto a basata sul servizio. E sebbene questa nuova tipologia di offerta sia altamente automatizzata e standardizzata, può essere personalizzata grazie al software. La sempre più naturale integrazione fra mondo fisico e mondo digitale tramite sensori in rete, attuatori, e hardware e software integrati negli oggetti trasformerà i modelli di business. In sintesi il mondo si prepara a sperimentare un tasso esponenziale di cambiamenti grazie alla diffusione del software e dei servizi».

I 6 trend da tenere sott’occhio

Il contributo della tecnologia alla trasformazione della società e dei mercati è riassumibile in 6 trend, integrati da un macrotrend, **la rivoluzione digitale** (*every company will be a “digital company”*), che in buona parte li spiega e li rende possibili. I 6 trend sono i seguenti (vedi figura 1):

- 1. La trasformazione dei processi produttivi:** flessibili, ibridati con il digitale, circolari, iper-personalizzabili (declinazione di Industria 2.0).
- 2. La rivoluzione della mobilità:** prepariamoci a viaggiare, a lavorare e a comunicare in maniera diversa (video, avatar...).
- 3. L’evoluzione dell’apprendimento:** apprendere, ri-

Figura 1. I trend tecnologici del prossimo futuro

Every company will be a “digital company”

1. La trasformazione dei processi produttivi
2. La rivoluzione della mobilità
3. L’evoluzione dell’apprendimento
4. La sfida dell’uomo aumentato
5. Governare in tempi incerti ...
ma sempre più dominati da algoritmi
6. Vivere nell’epoca dei conflitti, delle guerre a “bassa intensità” e del terrorismo fai-da-te

Diffusa crisi dei valori e dei fondamenti

cordare e creare ... nell’era dell’information overload, dell’obsolescenza della conoscenza e della progressiva smemoratazza biologica.

4. La sfida dell’uomo aumentato: dall’augmented humanity (post-human, ...) alla rivincita delle tecnologie soft.

5. Governare in tempi incerti ... ma sempre più dominati da algoritmi: ambiguità, cultura del rischio, rivoluzione dei dati.

6. Vivere nell’epoca dei conflitti, delle guerre a “bassa intensità” e del terrorismo fai-da-te: la nuova centralità di *safety & security* e il dilemma dell’anonimato e della privacy.

Come sottofondo a questi trend vi è, infine, una crescente e diffusa **crisi dei valori e dei fondamenti** che va dalle certezze della scienza fino alle leggi dell’economia e alle regole “giuste” per la convivenza civile. Questa crisi determina e orienta buona parte di questi trend.

La rivoluzione digitale. Su questo macro-fenomeno il consenso è pressoché totale. Nessuno dubita che il digitale sia la cifra del futuro prossimo venturo. La questione è piuttosto quali delle sue molteplici dimensioni avranno un ruolo maggiormente trasformativo e quali saranno gli effetti collaterali più dannosi (che oggi non riusciamo a prevedere) – visto che sui possibili benefici i fornitori di queste tecnologie continuano a versare fiumi di inchiostro (figura 2).

Di elenchi di future tecnologie digitali ve ne sono moltissimi. Non sono particolarmente utili e ispirativi ma elencano almeno i capitoli tecnologici:

- Fusione delle soluzioni software con le tecnologie per la connettività (Apps, Cloud, Agents/Bots, ...).
- Esplosione dei dati e delle tecnologie per la loro raccolta, filtro e interpretazione (business analytics, modelli 3D, realtà virtuale e aumentata, sistemi di intelligenza artificiale, ...).

- Innovazione continua dei personal device e loro ibridazione con gli oggetti domestici (vestiti, mobili, accessori d'arredo, ...).
- Diffusione capillare e ubiqua dei sensori e dell'Internet "dentro" le cose (IoT).
- Industrializzazione della Stampa 3D e ibridazione dei materiali con le nano-tecnologie (la cosiddetta *digitalization of matter*).
- Ibridazione uomo macchina (androidi, robot, ...) e aumento del "potere dell'algoritmo" e del "distributed trust" (ad esempio la Blockchain).

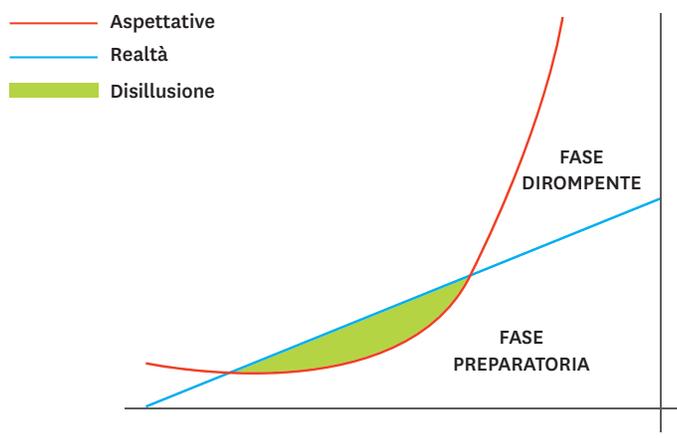
Molte di queste tecnologie sono oramai concrete e diffuse; pensiamo al cloud, alle piattaforme di ePayment (e, più in generale, di smaterializzazione del denaro), ai sistemi wireless (connettività e device). Per quanto riguarda, invece, le dimensioni più rilevanti e foriere di trasformazioni future, ve ne sono sostanzialmente tre; le richiamo nell'accezione data nel già citato rapporto del World Economic Forum:

- **Computing, communications and storage everywhere.** Il continuo e rapido declino nella dimensione e nei costi delle tecnologie di calcolo e connettività guida una crescita esponenziale nelle possibilità di accesso e utilizzo di Internet. Ciò consentirà alle capacità elaborative e di archiviazione di essere accessibili dovunque: ognuno avrà "in tasca" le capacità elaborative di un super-computer, con possibilità di archiviazione pressoché illimitate.
- **The Internet of Things.** Entreranno nel mercato sensori sempre più piccoli, intelligenti e a basso prezzo e verranno inseriti ovunque: nelle case, nei vestiti, negli oggetti, nelle città, nei mezzi di trasporto, nelle reti elettriche e, naturalmente, anche nei processi produttivi.
- **Artificial intelligence (AI) and big data.** I processi esponenziali di digitalizzazione creano volumi esponenziali di dati, su ogni cosa e su ciascuno. In parallelo, avanza rapidamente sia la sofisticazione e complessità dei problemi affrontabili con il software sia l'abilità dei programmi di apprendere e auto-evolvere. Ciò consentirà nuove prospettive al *decision making* e darà sempre più spazio ai sistemi di intelligenza artificiale e alle **piattaforme** robotiche sia nei processi decisionali che negli stessi ruoli lavorativi.

Parte di queste innovazioni si trasformeranno in piattaforme dove verranno aggregate domanda e offerta consentendo nuove forme di servizio, con prezzi e livelli prima inconcepibili. Il fenomeno è già in atto da diverso tempo e realtà come Uber e Airbnb ne sono esempi concreti e attuali (si veda, sul tema delle piattaforme, il saggio di Stefano Lorenzi). Il digitale è dunque un fenomeno ubiquo e radicalmente trasformativo che

Figura 2.

La crescita esponenziale delle tecnologie



pervade ogni aspetto della vita di un'azienda:

- Forza un alleggerimento e una semplificazione complessiva (dei processi, delle strutture, dei luoghi di lavoro).
- Supporta non solo l'automazione dei processi, ma anche il monitoraggio di comportamenti e fenomeni e il supporto decisionale.
- Richiede nuove e più sofisticate competenze.

Sui **lati oscuri** ci sarebbe moltissimo da dire. Non si tratta né di allarmismo o complottismo, né di masochismo o di antimodernismo. Come ci ricorda il filosofo Paul Virilio «La tecnologia crea innovazione ma – contemporaneamente – anche rischi e catastrofi: inventando la barca, l'uomo ha inventato il naufragio, e scoprendo il fuoco ha assunto il rischio di provocare incendi mortali». I lati oscuri sono dunque strutturali e non accidentali e per questo vanno conosciuti e previsti. Inoltre, mettono in luce cause e meccanismi profondi e meno apparenti del fenomeno: come quando i medici studiano le persone affette da specifiche patologie "menomanti" per capire meglio il funzionamento "da sano". Infine sono spesso il prodotto di una grande creatività ... che va colta e "purificata". Svelano potenzialità inattese e richiedono, spesso, competenze particolarmente sofisticate.

Anche per questi motivi Gartner Group ha costruito – qualche anno fa – un modello che aiuta a prevedere la tipica evoluzione di una nuova tecnologia, chiamandolo *hype cycle*: ogni tecnologia, quando nasce, ha un momento di crescita vorticoso, supportato da una grande e diffusa illusione, dove tutti sono convinti che questa tecnologia cambierà (in bene) moltissime cose e porterà grandi ricchezze (ha funzionato con il vapore, i nuovi sistemi di trasporto, con l'elettricità, ... e quindi anche con

il digitale). A un certo punto – però – ci si rende conto che non tutto quello che è stato promesso può essere fatto e nasce la fase della disillusione; cadono le attese, i giornali incominciano a riempirsi di “cattive notizie”, si riducono gli investimenti; poi, una volta elaborato il lutto, si arriva alla normalità e da lì si inizia a ricrescere, con normalità (figura 3).

Ma quali sono questi lati oscuri del digitale? C'è solo l'imbarazzo della scelta. Ad esempio le inesattezze e falsificazioni di Wikipedia, il potere sotterraneo e avvolgente di Google Click, la fragilità psicologica indotta dagli universi digitali, il finto attivismo politico digitale svelato dall'espressione *click-tivism*, il diluvio incontenibile della posta elettronica, il pauroso conto energetico dei data centre o i crescenti problemi dello smaltimento del digitale. Ma anche il bullismo digitale; la relativizzazione del diritto alla privacy e del diritto all'oblio; l'espulsione crescente dal mondo del lavoro (e senza alternative di riqualificazione) di masse crescenti di lavoratori spiazzati dal divario fra crescita delle tecnologie e incremento della produttività del lavoro (figura 4); le Cyber War e il terrorismo 2.0 ... e la lista potrebbe continuare per molto.

Incominciano anche a diffondersi le raccomandazioni per una vera e propria disintossicazione digitale. Ad esempio Brian Solis, nei suoi “25 Disruptive Tech Trends For 2016 – 2018” (www.briansolis.com) suggerisce che

la “Digital Detox” migliora la produttività, anche quella digitale: «Il digitale tende a diventare la nostra droga. Le persone impareranno a riprogettare in senso critico i propri processi lavorativi, perché saranno obbligate a farlo, per non soccombere. Ci sono troppe mail, troppe riunioni e troppo poca leadership per cambiare questa routine. Ciò richiede una rivoluzione personale nel modo di lavorare – una “*individual productivity hack*”. Queste azioni vanno molto oltre il semplice miglioramento della produttività ... ciascuno di noi avrà bisogno di migliorare l'esperienza digitale e le relazioni; ciascuno di noi avrà bisogno di disintossicarsi periodicamente dal digitale e di concentrarsi sulle cose che davvero contano. I modi saranno molti e creativi. Mentre alcuni semplicemente si scollegano dalla rete, altri ...

- scriveranno su un foglio le distrazioni che incontrano per gestirle in un secondo momento;
- controlleranno la mail solo una volta a settimana;
- organizzeranno meeting con durate modulari da 20-25 minuti;
- sentiranno solo musica strumentale (senza cantanti);
- non risponderanno a ogni chat, whatsapp, SMS, che ricevono;
- ...

1. La trasformazione dei processi produttivi. La rivoluzione è in atto da tempo ma assumerà nel prossimo futuro una nuova configurazione. La parole

Figura 3. **Il Hype Cycle di Gartner nel 2016**

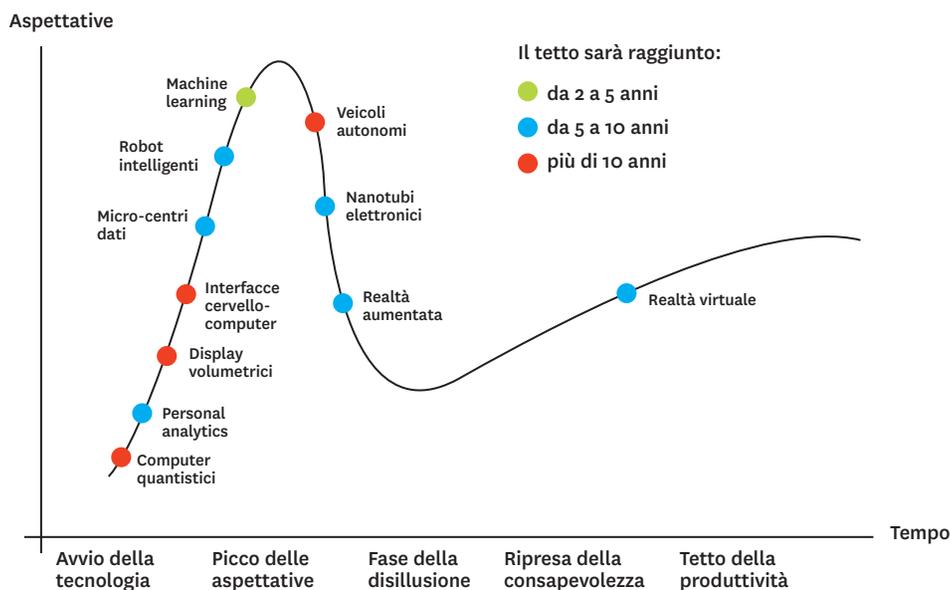
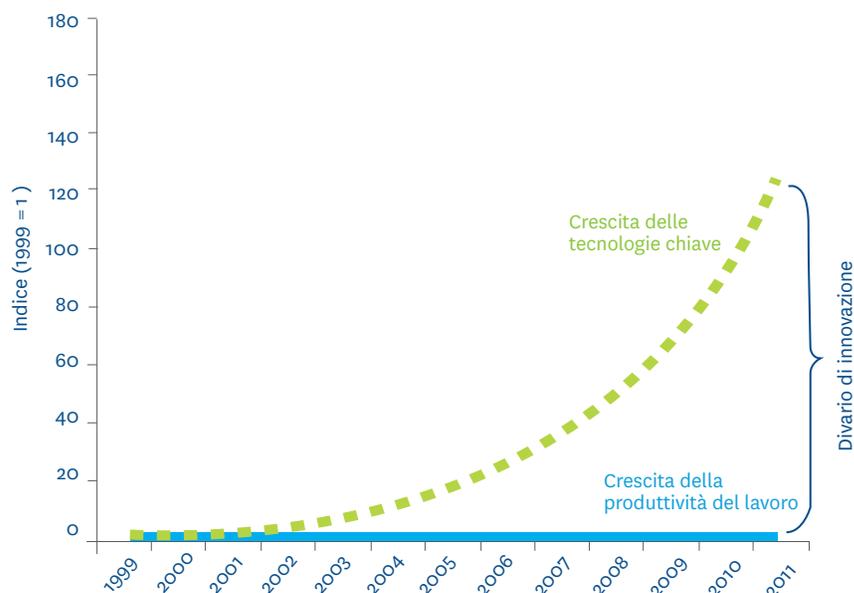


Figura 4. **Tecnologia e produttività di lavoro**



chiave sono molte: Industry 4.0, Manufacturing 4.0. Molte delle tecnologie che caratterizzeranno il futuro dei processi produttivi sono state identificate – in coerenza con le direttive europee – nel *Piano nazionale Industria 4.0 – Investimenti, produttività e innovazione* presentato dal ministro Calenda a Milano il 21 settembre 2016. Nello specifico:

- robot collaborativi interconnessi e rapidamente programmabili (Advanced Manufacturing Solutions).
- Stampanti in 3D connesse a software di sviluppo digitali (Additive Manufacturing).
- Realtà aumentata a supporto dei processi produttivi (Augmented Reality).
- Simulazione tra macchine interconnesse per ottimizzare i processi (Simulation).
- Integrazione di informazioni lungo la catena del valore dal fornitore al consumatore (Horizontal & Vertical Integration).
- Comunicazione multidirezionale tra processi produttivi e prodotti (Industrial Internet).
- Gestione di elevate quantità di dati su sistemi aperti (Cloud).
- Sicurezza durante le operazioni in rete e su sistemi aperti (Cyber Security).
- Analisi di un'ampia base dati per ottimizzare prodotti e processi produttivi (Big Data and Analytics).

Interessanti in questo ambito le riflessioni del Manufacturing Leadership Council (MLC) di Frost & Sullivan, un'organizzazione rivolta a leader e dirigenti e focalizzata

sulla realizzazione della crescita trasformativa nel settore manifatturiero. Sei sono le sfide critiche che il settore manifatturiero e, più in generale, il mondo produttivo si troveranno ad affrontare nella progressiva introduzione di nuove tecnologie e nuove metodologie produttive.

- L'organizzazione delle fabbriche del futuro.
- L'azienda manifatturiera integrata (dalla produzione alla logistica).
- L'innovazione nella produzione e l'adozione di materiali innovativi.
- Tecnologie che trasformano (sia i processi produttivi che le modalità di consumo).
- La trasformazione delle competenze (sia del top management che della forza lavoro).
- La sicurezza informatica.

In particolare la sfida delle risorse umane (nuove competenze, nuovi ruoli, il dramma dell'espulsione forzata) sarà probabilmente la più grande. «Il futuro del settore produttivo non solo sarà pieno di nuove opportunità di forte crescita basate sull'utilizzo intelligente delle nuove tecnologie fisiche e digitali, come Internet delle cose, Big Data e cloud, ma sarà anche un luogo stimolante in cui lavorare per una nuova generazione di dipendenti», afferma David R. Brousell, cofondatore del MLC.

All'interno di questo cluster di tecnologie che trasformeranno i processi produttivi, due filoni tecnologici avranno un particolare impatto. Il McKinsey Global Institute, nella sua disamina sui trend tecnologici (*The 12 Disruptive Tech Trends You Need to Know, 2015*) li identifica in

lità di uno scontro con uno o più pedoni, l'auto a guida automatica dovrebbe sacrificare la vita del passeggero?». Jean-François Bonnefon della Toulouse School of Economics ha studiato la questione con sondaggi d'opinione tra i cittadini americani, e le risposte possono essere molto diverse. «In generale, la maggior parte delle persone intervistate preferisce il sacrificio di un passeggero anziché del pedone», dice. Ma non quando devono immaginare «di essere loro il passeggero». In quel caso, i risultati cambiano in modo drastico.

Dietro tutto ciò c'è il cosiddetto «problema del carrello» (*The Trolley Problem*), dilemma etico formulato per la prima volta nel 1967 dalla filosofa Philippa Foot; il suo obiettivo era rendere conto della distinzione fra uccidere e lasciar morire. È però diventato uno dei problemi più annosi della filosofia e delle scienze cognitive; è un esperimento sul pensiero capace di testare le intuizioni morali. Uno degli esperti che lo studia è Judith Jarvis Thomson del MIT. Il problema ha molte formulazioni, ma l'originaria è la seguente: «Un carrello senza controllo si sta dirigendo verso 5 operai che stanno lavorando sui binari. L'unico modo per salvarli è quello di azionare uno scambio e indirizzare il carrello verso un binario secondario, dove però si trova un altro operaio che, investito dal carrello, morirà. È moralmente accettabile azionare lo scambio per deviare il carrello?». Questo genere di problemi viene oggi affrontato (potremmo dire inconsapevolmente dalla dimensione etica) dai progettisti delle auto senza conducente.

3. L'evoluzione dell'apprendimento. In un mondo che cambia e si trasforma, aggiornare le competenze è vitale (si veda il contributo di Bruno Lamborghini). Il digitale ha fatto molti tentativi di supportare il processo di apprendimento, ma fino ad ora con scarsi risultati. L'insieme di tecnologie, contenuti digitali e metodologie che va sotto il nome di eLearning si è rivelato molto deludente. Anzi vi è una sorta di paradosso dell'eLearning; in realtà non si dovrebbe parlare di eLearning bensì, più propriamente, di eTeaching. Lo sforzo è stato infatti quasi esclusivamente concentrato nell'automatizzare le lezioni, le attività d'aula, la produzione di contenuti, dimenticandosi quasi completamente di aiutare il discente nel processo di assimilazione e riutilizzo di tali contenuti.

La domanda a cui i progettisti di questi sistemi dovrebbero fare maggiore attenzione è piuttosto: «Quando l'utente è davanti al computer e sta seguendo un percorso di eLearning, come impara davvero? Impara a memoria quello che sta vedendo sullo schermo? Prende appunti su un block notes che tiene sul tavolo, a fianco del suo PC? Oppure si ipotizza che il suo apprendimento «rimanga» nel sito dove in quel momento sta vedendo i

contenuti e lui vi possa tornare come e quando vuole – anche fra 10 anni – per riprendere e riutilizzare quella conoscenza...?»

Se ci pensiamo bene, quando la cultura era orale l'apprendere era completamente mnemonico e quindi lo sforzo era tutto mentale; con l'arrivo del libro si è naturalmente ridotto lo sforzo mnemonico perché il supporto utilizzato era sempre disponibile per la consultazione e veniva anche personalizzato dal discente (per esempio con le sottolineature o le note a piè o nei bordi della pagina). Poi è arrivato il digitale: ci saremmo aspettati che con questa nuova tecnologia lo sforzo umano di memorizzazione (molto costoso dal punto di vista dell'energia impiegata e dell'attenzione necessaria) si sarebbe ancor più ridotto... Invece, nei fatti, è aumentato.

Il digitale viene oggi impiegato nei processi di apprendimento unicamente come strumento di produzione di contenuti e non aiuta in nessun modo a organizzare i contenuti e la memoria di colui che deve apprendere. Anzi sempre più frequentemente si rendono disponibili contenuti che sono ancora più difficili da memorizzare o rielaborare. Se, per esempio, guardo il filmato della lezione di un premio Nobel o un TED talk, quanto più l'intervento è straordinario e affascinante, tanto più difficile è ricordarne i contenuti e riutilizzarli in contesti differenti. Siamo sedotti dalla notorietà dell'oratore, dalle sue abilità espositive, ma possiamo ricordare (e soprattutto riutilizzare in modo creativo quanto ascoltato) solo se «rompiamo» il flusso espositivo, se decostruiamo l'intervento e ne estraiamo gli elementi informativi, i *learning object*. Tutto ciò viene lasciato alle abilità del discente, senza oltretutto nessun metodo né strumento digitale a supporto. Abbiamo certamente passato una bellissima ora, ci siamo divertiti, ci siamo anche appassionati ma al massimo siamo rimasti suggestionati; non abbiamo dunque appreso veramente, a meno che non impieghiamo – dopo – molte energie «tradizionali» a selezionare, elaborare, estrarre, rielaborare, associare, arricchire, contestualizzare quanto ascoltato.

Uno dei trend più importanti dell'apprendimento sarà organizzare tramite il digitale la propria conoscenza personale. Si tratterà di costruire dei contenitori personali – digitali – che contengano idee, informazioni, pezzi di libri che ci hanno colpito, appunti sparsi e su cui stiamo lavorando, ricordi, curiosità. Questo spazio – nella sostanza un sito web accessibile dovunque ci sia un collegamento alla rete – sarà sia una sorta di nostra memoria estesa sia una rappresentazione di noi stessi, dei nostri gusti, delle nostre preferenze. Alcuni lo chiamano «sé digitale».

Già oggi si vedono le prime tracce di contenitori digitali di conoscenza personale. In gergo si chiamano ePort-

folio. Una definizione di queste piattaforme ci viene dalla National Learning Infrastructure Initiative inglese: «Raccolta di attestazioni autentiche e diverse tratte da un più ampio archivio che rappresenta ciò che una persona, o un'organizzazione, ha appreso nel tempo, su cui la persona o l'organizzazione ha riflettuto, realizzata per la presentazione a uno o più destinatari per uno specifico scopo retorico». E evidente che il taglio è ancora didattico-burocratico, per mostrare le abilità e il know how acquisito dallo studente: infatti l'utente costruisce dinamicamente le relazioni tra dati e informazioni acquisite, sviluppando nei fatti una rappresentazione digitale di una parte della propria conoscenza personale. Ma i futuri sé digitali saranno molto di più: non solo raccoglieranno il materiale formativo e gli spunti di lavoro,

ma anche ciò che piace, i propri ricordi, le proprie impressioni, i propri fantasmi; anche perché noi "siamo la nostra memoria". Senza memoria, la nostra identità si dissolve e noi "scompariamo". Ungaretti ha riassunto questo fatto in un verso potente: «Tutto, tutto, tutto, è memoria».

4. La sfida dell'uomo aumentato. L'uomo ha sempre sognato di auto-potenziarsi, rendendosi fortissimo, invincibile e immortale. La risposta è stata sempre del mito o della letteratura. Nei tempi più recenti, sono state sviluppate una serie di tecnologie che, se usate insieme, consentono effettivamente un potenziamento dell'uomo. Questo campo di indagine, che costituisce le tecnologie cyborg, coincide con quel complesso di tecnologie convergenti che a partire dal 2002 sono descritte con l'a-

ORIZZONTE 2030: IL LAVORO

Le competenze al centro del cambiamento

di Bruno Lamborghini

IL COMPLESSO RAPPORTO tra progresso tecnologico e attività lavorative è antico quanto l'uomo. Anche l'invenzione della ruota ha modificato molte attività, eliminandone alcune e creandone altre. Poi, con l'avvio della rivoluzione industriale e lo sviluppo del lavoro dipendente come bene negoziabile, si sono manifestate sempre più preoccupazioni di fronte al progresso tecnico che sostituiva attività lavorative con macchine quali la macchina a vapore e il telaio tessile, dando luogo a reazioni anche violente, come il sabotaggio, definito anche luddismo.

Adam Smith, all'inizio della prima rivoluzione industriale a metà '700, quando già si ponevano problemi circa il lavoro e le organizzazioni determinati dai processi di automazione, chiedeva di rispondere dando nuova preparazione ai lavoratori e raccomandando di perseguire tre obiettivi: *skills*, cioè competenze, *dexterity* cioè capacità operativa, *judgment* cioè consapevolezza, capacità critica e aggiungeva ancora *moral sentiments*. Sono raccomandazioni assolutamente valide anche oggi, di fronte a ben più profondi cambiamenti sotto la spinta delle nuove ondate tecnologiche.

Quante volte in questo periodo si è richiesti di indicare ai giovani come cambierà il lavoro e quali saranno le professioni necessarie nel futuro. L'imbarazzante risposta è che possiamo solo cercare di dare qualche indicazione in base al buon senso e nulla più. Prevedere il futuro del lavoro, dominare l'incertezza è infatti impossibile perché il futuro in sé non esiste. Il futuro lo costruiamo noi giorno per giorno, investendo in innovazione e in nuove competenze e accettando il rischio di cambiare per creare il nuovo che ancora non conosciamo.

Lo straordinario sviluppo industriale del '900 è stato determinato dalla produzione e del consumo di massa basati sull'organizzazione scientifica del lavoro, sul taylorismo-fordismo con la parcellizzazione ripetitiva delle attività lavorative, e sul *marketing push*.

Ora questi modelli sembrano aver raggiunto il loro punto di crisi, anche nei Paesi di nuova industrializzazione. In primo luogo per i mutamenti nei comportamenti sociali e nei consumi di massa, in parte con la sostituzione dei consumi di beni materiali con beni immateriali; la piramide di Maslov viene profondamente modificata. L'organizzazione

delle imprese si trasforma seguendo i nuovi asset costituiti dai dati e dalle competenze professionali high tech, rispetto ai capannoni delle fabbriche e alle economie di scala, secondo lo schema dell'Industria 4.0.

La globalizzazione prima e poi l'accelerazione di processi di automazione determinati dalle tecnologie digitali, e in particolare dall'Intelligenza Artificiale, determinano crescente perdita di attività lavorative tradizionali con pesanti conseguenze sociali (che sono al centro del successo elettorale di Donald Trump) quali la progressiva perdita di ruolo della *middle class* che ha costituito l'elemento centrale dello sviluppo degli ultimi 100 anni. Si accentua la polarizzazione dei redditi, da una parte con una maggioranza *low tech* e *low salary* e dall'altra con una crescente classe high tech e alte retribuzioni.

Le preoccupazioni per lo sviluppo e per il futuro dell'occupazione crescono, tanto che Sommers parla di "stagnazione secolare" (si vedano in proposito il saggio di Enrico Sasso e la testimonianza di Emilio Rossi) cui sembra condannato l'intero pianeta, non solo gli USA, oppure si argomenta di una "decrescita felice" (1).

cronimo NBIC della National Science Foundation (NFS), l'agenzia governativa per lo sviluppo delle tecnologie del governo degli Stati Uniti. Questa sigla è composta dalle iniziali dei prefissi dei campi di specializzazione tecnologica che servono alla realizzazione dell'improvement umano: nano - bio - info - cogno. Il documento fondativo che ha lanciato questa importantissima (per lo meno dal punto di vista delle risorse allocate a livello pubblico) linea di ricerca è stato prodotto nel 2002 direttamente dalla NFS: *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science.*

Cyborg e post-human: la medicina fino allo scorso decennio conosceva limitate apparecchiature in grado di poter convivere stabilmente con il corpo: le protesi con

funzione recuperativa, peraltro molto limitata, per persone non normodotate o, ad esempio, impianto di ausili elettromeccanici dell'apparato circolatorio (pacemaker o simili). Attualmente si prospetta, grazie ai contributi delle nanotecnologie e della bionica, la possibilità di realizzare corpi migliori destinati a esistenze che qualcuno definisce non semplicemente umane (Paolo Benanti: *The cyborg: corpo e corporeità nell'epoca del post-umano*, 2012).

La cyborgizzazione potrebbe passare attraverso una relazione moralmente inconsapevole con gli artefatti tecnologici. Il problema del multiplo uso cui si prestano le soluzioni tecnologiche, che è via via servito per limitarne l'uso o incoraggiarne lo sviluppo, si collega direttamente all'intenzionalità: un uso consapevole dell'innovazione

De Masi, riferendosi alla progressiva robotizzazione delle fabbriche e degli uffici con conseguente netta riduzione della necessità di lavoro perché i robot lavorano e creano ricchezza al nostro posto, parla di una nuova fase della storia umana ricca di tempo libero con straordinarie possibilità di arricchimento culturale. Interessante prospettiva, ma quanto prossima ai nostri giorni?

Il libro di Brynjolfsson e Mc Afee sulla seconda età delle macchine con la sostituzione di lavoro con la robotizzazione, non solo nelle fabbriche ma anche nei servizi e in molte attività smart, conclude che «la tecnologia non è il nostro destino. Siamo noi a dare forma al nostro destino». E credo che sia questo il messaggio da seguire.

Le *digital disruptive technologies* che guidano positivamente e contaminano l'innovazione di tante altre tecnologie, come le biotecnologie, la genetica, le scienze della vita, le nuove strade dell'energia, i materiali e le nanotecnologie, come ben descritto nel contributo di Andrea Granelli, aprono straordinarie opportunità di crescita e di nuove attività di lavoro e di professionalità. Si tratta di innovazioni non *capital intensive*, ma invece *skill intensive* e si basano sull'impegno creativo di intere community (i cosiddetti *digital innovation hub*). Le persone, non le tecnologie sono al centro.

Ma l'elemento più critico è la formazione continua di *skill*, di competenze professionali in grado di gestire il cambiamento e

un rapporto interattivo con le macchine.

Vi sono oggi ancora gravi *skill gap* sia nelle professionalità informatiche (carenza di data scientist, di security manager, di digital marketing expert) sia soprattutto nella capacità di utilizzo delle tecnologie digitali da parte di tutti gli operatori nelle imprese e nelle istituzioni.

La Commissione Europea ha evidenziato la necessità di creare professionalità di *e-leadership* in grado di applicare il digitale per innovare prodotti e processi. La diffusione delle tecnologie digitali è trasversale a tutte le attività determinando quindi modifiche strutturali. I bit rappresentano un nuovo linguaggio comune a umani e macchine. Basti pensare che entro il 2020 saranno 50 miliardi gli oggetti connessi tra loro e con noi, generando miliardi di dati che potremo gestire al meglio solo se riusciremo a creare un comune linguaggio digitale. Altrimenti saranno le macchine a dialogare tra loro e a decidere per noi.

Affrontare il cambiamento continuo nelle organizzazioni, nelle capacità lavorative e nelle competenze non è certamente facile; siamo istintivamente portati alla conservazione, al mantenimento di quanto sappiamo fare (*business as usual*).

La velocità di adattamento al cambiamento da parte nostra non riesce a tener dietro alla velocità particolare di questa ondata di innovazione tecnologica. Deve essere un adattamento flessibile perché il cambiamen-

to è permanente. Il nuovo lavoro è radicalmente diverso dal modello tradizionale del posto fisso di lavoro che dura una intera vita. Il nuovo posto di lavoro è nella capacità di ciascuno di rinnovarsi e reinventarsi quasi quotidianamente, apprendendo continuamente. E questo vale sia ai livelli alti sia a quelli più bassi nella specializzazione del lavoro. E' quanto hanno capito bene e stanno facendo gli *startupper*, i *freelancer*, i FabLab, i centri di *coworking* ormai divenuti i veri laboratori dell'innovazione, ma questo deve divenire capacità comune di auto apprendimento e autoimprenditorialità in tutte le attività, anche in quelle meno qualificate, creando e partecipando a un'intelligenza collettiva/connettiva di condivisione, avendo la capacità di contaminarsi reciprocamente, inventando nuove piattaforme organizzative. Sono, in definitiva, le persone che trasformano le organizzazioni, non le tecnologie, come dice bene nel suo saggio Stefano Lorenzi. Prevedere il futuro del lavoro è, dunque, impossibile perché il futuro del nostro lavoro e della nostra vita è costruito da ciascuno di noi investendo in innovazione, nelle tecnologie, ma soprattutto in nuove competenze, e accettando il rischio di cambiare ogni giorno per creare il nuovo che ancora non conosciamo. Non è questo, in fondo, il mestiere, la missione dell'imprenditore?

Bruno Lamborghini è Presidente di Prometeia Associazione e Vicepresidente di AICA.

tecnologica implica una neutralità morale delle diverse tecnologie ma implica anche indirizzarne gli effetti e le funzioni verso un fine responsabilmente capito e assunto. La sfida dell'uomo aumentato non è dunque solo tecnologica, ma anche (e forse soprattutto) culturale, etica, giuridica. La società Global Trends, nel suo rapporto "10 Trends to Watch for 2016 and Beyond" introduce una metafora molto suggestiva, la "Augmented Humanity", per ricordare che la ricerca non sta solo cercando di umanizzare le macchine ma anche di digitalizzare l'uomo. Visioni artificiali, accesso diretto e in tempo reale a grandi archivi di dati (anche per riconoscere e/o avere informazioni su chi abbiamo appena incontrato), esoscheletri, ricostruzione e arricchimento di ciò che vediamo, monitoraggio in tempo reale dei parametri fisiologici: l'elenco è molto lungo e lo diventerà sempre di più. L'invecchiamento della popolazione è una delle conseguenze più evidenti di questo rafforzamento dell'uomo grazie alla tecnologia. E sarà una delle aree più interessanti e controverse dell'innovazione tecnologica dei prossimi anni.

5. Governare in tempi incerti ... ma sempre più dominati da algoritmi. Purtroppo – al crescere delle nostre capacità tecnologiche – non è cresciuto il nostro "dominio" (sia dal punto di vista pratico che conoscitivo) dell'ambiente che ci circonda.

Questa consapevolezza si è originata proprio all'interno del nucleo duro della scienza – biologia, fisica, chimica – e si è progressivamente esteso a molte altre discipline (come per esempio la psicoanalisi, e le scienze economiche), come la varietà (e importanza) dei nomi di molti dei protagonisti di questo nuovo pensiero critico testimoniano: Darwin, Freud, Heisenberg, Monod, Einstein, Gödel, Simon, Kahneman. Gli economisti – prendendo a prestito un'espressione usata nell'ambiente militare americano – incominciano a descrivere il contesto in cui ci muoviamo come caratterizzato da VUCA – *Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity*.

La sfida del VUCA consiste nell'operare in un ambiente imprevedibile, complesso, ambiguo e soprattutto mai sperimentato prima. In particolare l'ambiguità non va ignorata/eliminata ma utilizzata perché è ricchissima di informazioni. Ha osservato il filosofo Gustave Thibon che uno dei segni della mediocrità di spirito è vedere contraddizioni laddove ci sono soltanto contrasti, e cioè una tensione feconda tra poli diversi e complementari fra loro. Uno dei tentativi di correre ai ripari da questa complessità

è fidarsi sempre di più delle macchine, dei loro algoritmi e delle basi dati su cui costruire regole euristiche. Emblematico è un articolo scritto nell'ormai lontano 2008 su *Wired* dall'allora direttore Chris Anderson: «Gli scienziati hanno sempre contato su ipotesi ed esperimenti. [...] Di fronte alla disponibilità di enormi quantità di dati questo approccio - ipotesi, modello teorico e test - diventa obsoleto. [...] C'è ora una via migliore. I petabyte ci consentono di dire: "La correlazione è sufficiente". Possiamo smettere di cercare modelli teorici. Possiamo analizzare i dati senza alcuna ipotesi su cosa questi possano mostrare. Possiamo inviare i numeri nel più grande insieme di computer [cluster] che il mondo abbia mai visto e lasciare che algoritmi statistici trovino modelli [statistici] dove la scienza non può. [...] Imparare a usare un computer di questa scala può essere sfidante. Ma l'opportunità è grande: la nuova disponibilità di un'enorme quantità di dati, unita con gli strumenti statistici per elaborarli, offre una modalità completamente nuova per capire il mondo. La correlazione soppianta la causalità e le scienze possono avanzare addirittura senza modelli teorici coerenti, teorie unificate o una qualche tipo di spiegazione meccanicistica».

Il grande interesse verso una piattaforma come Blockchain deriva da un filone di pensiero simile a quello di Anderson: gli uomini sono esseri difettosi, pigri e discontinui. La macchina invece no. Se programmata bene può svolgere funzioni incredibili senza l'ausilio dell'uomo. Il Blockchain è la tecnologia (in verità è un protocollo) alla base dei Bitcoin, la famosa *criptovaluta* (ma è una delle tante) che permette di effettuare transazioni economiche senza passare da intermediari bancari.

L'entusiasmo e il credito che questa tecnologia sta ricevendo sono dovuti al fatto che si è scoperto che la Blockchain ha una gamma enorme di possibili applicazioni. In pratica può permettere a chiunque, sia esso una persona o un gruppo, di collaborare, creare relazioni professionali o contrattuali senza dover fare riferimento a un'autorità centrale che ne sancisca e tuteli la validità. Dovunque nasca una relazione fra due controparti che debba essere garantita da un terzo, può entrare in gioco la Blockchain.

La forza della Blockchain è che nessuno può controllare tutta la catena di blocchi e quindi falsificare il meccanismo. O meglio a nessuno converrebbe investire così tanti soldi da comprare i nodi per controllare un volume di scambi nella rete inferiore all'investimento stesso. E, una volta venuta alla luce l'effrazione, nessuno userebbe più il Bitcoin. Il fatto



quindi che sia impossibile controllare la rete di autorizzazioni vuol dire che il processo è autonomo e non è più sottoposto al controllo umano (anche quello benigno). L'algoritmo diventa la governance del sistema. E la governance sarà dunque il grande regno dei big data e dell'intelligenza artificiale; l'obiettivo sarà cercare di dominare l'indominabile e prevedere l'imprevedibile. Una delle discipline più importanti sarà il "Data-Driven Design", il cui obiettivo è guidare la progettazione utilizzando i sempre più numerosi dati disponibili sulla rete.

Ma molti osservatori ritengono che la ricetta per vivere in un mondo così complesso e imprevedibile non sia necessariamente "ancora più tecnologia", quanto piuttosto una maggiore capacità umana. Intuito, empatia, la capacità di fare le domande (più che dare risposte), *trouble shooting* saranno tutte capacità che - unite a sistemi di previsione, pianificazione e controllo basate sui dati, consentiranno all'uomo di navigare in acque sempre più tumultuose.

6. Vivere nell'epoca dei conflitti, delle guerre a "bassa intensità" e del terrorismo fai-da-te. Il problema della sicurezza sta esplodendo. Il perdurare, anzi l'acuirsi, di guerre a bassa intensità e il fenomeno del terrorismo nelle sue varie forme stanno cambiando gli scenari cui eravamo abituati. Da una parte si chiede più sicurezza, ma dall'altra si vuole la privacy. Il trade-off è evidente: per poter individuare i potenziali terroristi o prevenire i cyber attacchi, le Sicurezze nazionali devono poter guardare tutto e analizzarlo con grande profondità per trovare segni, ricorrenze, indizi; e ciò viola la privacy. Questo dibattito ha accompagnato la rete fin dai suoi albori. Nel 1991 P. Zimmermann realizzò e distribuì gratuitamente negli Stati Uniti la prima release del programma PGP (Pretty Good Privacy), un sistema di crittografia che si basava sulle tecniche di crittografia a "doppia chiave". Per la sua realizzazione Zimmermann viene accusato dagli Stati Uniti di esportazione illegale di strumenti crittografici (che, a quei tempi, erano equiparati a una tecnologia militare particolarmente sensibile). Nel 1996 l'accusa a Zimmermann di esportazione illegale per la realizzazione di PGP venne però ritirata.

Quindi niente di particolarmente nuovo. Solo che ai tempi del PGP lo scontro era fra le istituzioni e una élite, piccola e molto ideologizzata. Inoltre ciò che si poteva sapere osservando le rete era infinitamente marginale rispetto a quanto si può sapere oggi. Oggi il tema è completamente diverso. Sulla rete (e nelle memorie degli smartphone) c'è una parte rilevante della nostra identità (basti vedere le sempre più frequenti richieste della magistratura di poter "leggere" i contenuti degli smartphone

appartenuti a vittime di omicidi). Inoltre il grado di interconnessione della rete digitale la rende collegata a moltissime infrastrutture neurali. Il caso delle azioni di hackeraggio durante le elezioni americane è sintomatico delle possibilità di violare i sistemi digitali. Infine anche i gruppi terroristici ne fanno grande uso. Isis è particolarmente sofisticato nell'usare il deep web e i sistemi di criptazione per nascondere sia i contenuti dei messaggi sia i trasmettitori/ricettori, le criptovalute per trasferire denaro senza che possa essere tracciato, e una profonda conoscenza dei social media per depositare messaggi in quantità infinita e reclutare foreign fighters occidentali. Oltretutto vi sono algoritmi molto potenti che possono dedurre comportamenti, interessi e preferenze partendo da semplici tracce digitali. Amy Webb, nei suoi *8 Tech Trends to Watch in 2016*, mette in luce un gruppo di tecnologie che fanno molto discutere: quelle relative alla cosiddetta *algorithmic personality detection*. Webb pone il problema nel seguente modo: «Sapevi che alcune società di assicurazioni prima di stipulare una polizza vita tentano di delineare la tua personalità? E lo fanno osservando ciò che leggi, a quale sito web sei iscritto, le foto che pubblichi sui social media, e molto altro ... per capire quanto sei "rischioso" per loro. Alcune aziende che prestano denaro hanno usato questo genere di algoritmi per prevedere le tue future transazioni finanziarie. Questi algoritmi permetteranno di calcolare il futuro successo lavorativo di un impiegato ...»

È questa la frontiera della privacy e del diritto all'anonimato (e all'oblio) nell'epoca dei conflitti permanenti. Dobbiamo abituarci al contesto e ricordarci che anche la più piccola traccia digitale rimane e verrà analizzata da qualcuno.

Una diffusa crisi di valori e dei fondamenti. Questi trend tecnologici e le loro ricadute sul mercato e nella società non possono essere completamente afferrati se non si considera quest'ultima dimensione che orienta, motiva molte delle idee scoperte e delle letture.

I temi valoriali e morali sono sempre più al centro della vita aziendale e vanno molto oltre le riflessioni sull'"etica aziendale" (che viene spesso banalizzata nella moralità di manager e imprenditori) o sulla Corporate Social Responsibility. Sembra un discorso teorico, ma è invece molto concreto e attuale. Abbiamo già visto come molte dimensioni problematiche del digitale (i suoi lati oscuri) richiedano schemi interpretativi che vadano oltre la semplice utilità/funzionalità e che i trend come le macchine a guida automatica affrontino di petto (e "risolvano" in modo autonomo e multilaterale) veri e propri dilemmi etici.

Come ha osservato il filosofo Paul Goodman nel suo *New Reformation. Notes on a Neolithic Conservative*, «di-

penda o no dalla nuova ricerca scientifica, la tecnologia è un ramo della filosofia morale, non della scienza». I rischi di un'intelligenza artificiale che assuma un potere tale da diventare un Golem incontrollabile incominciano a preoccupare gli stessi imprenditori innovativi e scienziati visionari. Un gruppo di questi – tra cui Bill Gates, Stephen Hawking, Elon Musk, Steve Wozniak e Noam Chomsky (sostenuti da molti scienziati) – ha denunciato nel 2015, con una lettera aperta che si è trasformata in petizione, questi rischi e ha fondato il Future of Life Institute (<http://futureoflife.org/>), il cui slogan è emblematico della missione: *“Technology has given life the opportunity to flourish like never before ... or to self destruct”*.

Il punto di attacco è stato di bandire l'utilizzo bellico dell'intelligenza artificiale e, in particolare, i cosiddetti armamenti autonomi. Una decisione che gli esperti giudicano essenziale per impedire un'escalation militare paragonabile a quelle avvenute con lo sviluppo delle armi da fuoco e l'avvento delle bombe atomiche. I firmatari del testo spiegano che le *autonomous weapons*, o “armi autonome” sono dispositivi bellici in grado di scegliere e ingaggiare i propri bersagli senza la guida di un operatore umano (non si considerano quindi i missili o droni teleguidati), apparecchi che possono prendere decisioni autonomamente e che potrebbero

ORIZZONTE 2030: LA MOBILITÀ

Soluzioni innovative tra integrazione e personalizzazione

di Lanfranco Senn

LA MOBILITÀ È DIVENUTA una crescente necessità ma anche una crescente possibilità. Ciò riguarda sia le persone che le imprese e la globalizzazione ha sicuramente accentuato queste prospettive. C'è da chiarire che quando parliamo di mobilità tendiamo a riferirci indifferentemente - o un po' ambigualmente - a infrastrutture (condizione necessaria ma non sufficiente per soddisfare la domanda di mobilità) e “servizi di trasporto”, cioè le attività di gestione di treni, aerei, navi e persino dei mezzi privati con cui si dà una risposta (“auto-prodotta”) alle esigenze di mobilità. Se dunque è opportuno ragionare separatamente, per valutare il prossimo futuro della mobilità, tra infrastrutture e servizi è a questi ultimi che si dedicherà maggiore attenzione. Le ragioni sono abbastanza ovvie. Le risorse finanziarie pubbliche per progettare e costruire infrastrutture sono sempre più scarse. Anche i grandi programmi che si sentono enunciare servono più a elencare “desiderata” più che a calendarizzare gli investimenti. D'altro canto il mondo sviluppato ha sempre più un bisogno di migliorare la qualità e le prestazioni delle infrastrutture esistenti

piuttosto che fare nuovi grandi investimenti. Il mondo in via di sviluppo – tranne poche eccezioni – ne avrebbe invece un grande bisogno, ma qui le risorse sono ancora più scarse e la domanda esplicita insufficiente per attirare risorse private. In generale nonostante i grandi sforzi per canalizzare queste ultime verso gli investimenti infrastrutturali – da parte degli organismi multilaterali, dell'Unione europea dei Governi nazionali – le incertezze “politiche, normative e amministrative” legate alla loro realizzazione e gestione frenano gli investitori privati, con eccezione forse per quelli istituzionali e per i fondi. Si può prevedere dunque che nei prossimi 10-15 anni si finirà per concentrarsi sulla realizzazione di nuove infrastrutture con grande selettività nelle priorità, privilegiando probabilmente gli investimenti di *upgrading* tecnologici e di migliore progettualità qualitativa. Queste considerazioni cautelative sugli sviluppi dell’“offerta” infrastrutturale – con conseguenze non irrilevanti per gli operatori del settore e il probabile acuirsi della concorrenza tra di loro e l'incremento di attività “lobbisti-

che” – sono controbilanciate da uno scenario di accelerato sviluppo della domanda di servizi per soddisfare, come si è detto, un forte aumento della domanda di mobilità. Su questo fronte è probabile che alcuni trend già iniziati si vadano consolidando negli anni futuri.

1. In primo luogo sta crescendo la tendenza da parte delle persone e delle imprese ad “autogestire” o gestire proattivamente il proprio bisogno di mobilità. Se si osservano alcuni grandi segmenti di mercato come il turismo, la mobilità urbana, la logistica delle merci – per citare solo alcuni grandi esempi – l'evoluzione delle tecnologie informatiche consente di rafforzare questa previsione. Il supporto che tali tecnologie consentono di dare alle varie tipologie di utenti con la valorizzazione delle grandi fonti di informazione e la loro “organizzazione” (big data e open data) è impressionante. Chi si muove per turismo, alle varie scale territoriali, è sempre più in grado di organizzare e prenotare i propri spostamenti; chi si muove in città dispone di informazioni sempre più precise sull'articolazione dei propri movimenti e sugli

essere utilizzati per esempio per pattugliare una determinata area e attaccare qualunque obiettivo (parliamo di persone ovviamente) che risponda a determinati criteri prestabiliti (abbigliamento, gruppo etnico di appartenenza, ecc.) che lo identifichino come nemico.

È inutile sottolineare come queste tecnologie che puntano a “eliminare” un nemico ben identificato siano della stessa famiglia (e abbiano finalità “simili”) agli algoritmi utilizzati dalle auto a guida autonoma, che devono scegliere il male minore durante un incidente, valutando attentamente il target verso cui dirigere l'auto.

Oltre il digitale

L'energia è per definizione una tecnologia trasversale, diffusa e fondamentale. Le sue dimensioni tecnologiche si dividono in tre aree: estrazione/produzione, accumulo e diffusione. In ciascuno di questi ambiti vi sono moltissime attività di ricerca e tecnologie coinvolte (pensiamo ai processi estrattivi o alle produzioni innovative – ad esempio da moto ondoso – oppure alla grande sfida delle batterie per accumulare grandi quantità di energia, fino alla distribuzione via etere dell'energia).

Il punto è che – a prescindere dagli operatori che operano nel settore dell'energia – ognuna di queste innovazioni si traduce in tre specifiche dimensioni: riduzione dei

orari e i tempi di percorrenza; chi progetta le proprie attività di organizzazione logistica è in grado di disporre di informazioni integrate sui servizi alternativi di trasporto di breve e lunga distanza, nonché sulle localizzazioni degli impianti di produzione e distribuzione e sul peso dei diversi mercati locali e globali.

2. Sempre nell'ottica dell'“autodeterminazione” delle scelte di mobilità vanno previste la crescita e la diffusione dei fenomeni *associati* alla *sharing economy*. L'uso di auto e biciclette noleggiate nei tempi e nei luoghi che soddisfano il bisogno di mobilità, senza comportare oneri di proprietà, di manutenzione, di parcheggio sta costituendo un'innovazione culturale e *comportamentale* (*prosumerism*, produzione e consumo insieme di servizi) che si può prevedere si diffonda anche ad altri modi di trasporto non solo individuali ma anche collettivi, persino nel campo marittimo, ferroviario e aereo (es. charter). Anche taluni servizi “a chiamata” nel trasporto pubblico urbano ed extraurbano negli orari di morbida che consigliano servizi regolari di linea vanno annoverati tra quelli che rispondono alla tendenza di corrispondere in modo “personalizzato” alla domanda di mobilità.

Una terza tendenza di cui siamo in certa misura agli albori è quella che riguarda la cooperazione e l'integrazione multimodale. Alla domanda di mobilità interessa solo marginalmente il modo di trasporto con cui essere

soddisfatta: viaggiare o trasportare merci su strada, su ferro, su aereo o via acqua non costituisce una scelta a priori, ma una decisione relativa alla convenienza del modo “migliore” (in termini di costi, di frequenza, di puntualità, di qualità dei servizi,...) per raggiungere le destinazioni volute. In questa direzione la domanda “costringerà” sempre di più l'offerta a trovare forme di coordinamento e collaborazione fino a incidere persino su alcune forme di concorrenza: si va infatti affermando sempre più il fenomeno della *coopetition* - strategia mista di collaborazione e competizione tra le imprese che offrono servizi di mobilità anche multimodale (strada-ferro, ferro-aereo, ferro-mare) e con riflessi sulla progettazione a monte delle infrastrutture; e in vista di una più efficiente organizzazione dei flussi di breve di lunga distanza. Assisteremo quindi a una grande tendenza alla riorganizzazione industriale nei settori, spinta dai processi di liberalizzazione, dalla modifica del ruolo dello Stato, dal ridursi delle risorse intermedie dallo Stato e soprattutto dalla modifica delle caratteristiche della domanda.

Queste tendenze hanno molteplici implicazioni su tutti gli operatori della “filiera” della mobilità. Alcuni sono già stati evocati. In generale si può affermare con sufficiente certezza che cambieranno non pochi modelli di business degli operatori sia infrastrutturali che gestori di servizi, per garantire soddisfazione alla domanda di mobilità. L'ottica è quella di garantire rapporti sempre più convenienti

di prezzo-qualità (low-cost generalizzato); di segmentare l'offerta in funzione di una domanda sempre più personalizzata (*sharing economy* e *on demand economy*) e legata a fasce di utenti in evoluzione (anziani, disabili, non sistematici). L'impatto forse più significativo potrebbe riguardare tuttavia i produttori di “veicoli” per la mobilità, per introdurre mezzi *driverless*, cioè senza conducente: se questo vale già per alcuni mezzi ferroviari (specie le metropolitane), è già in corso una significativa ricerca e sperimentazione per la guida automatica delle automobili. L'innovazione tecnologica, d'altro canto, è già stata avviata nella direzione di mezzi sempre più ambientalmente compatibili: non solo nel caso della mobilità elettrica su gomma – da tempo avviata ma che sembra trovare ancora difficoltà “di sistema” per affermarsi e diffondersi – ma anche nel caso del trasporto aereo e ferroviario.

Infine, a supporto dell'accelerazione di grandi cambiamenti nel campo della mobilità, non possono essere sottaciuti i grandi sforzi compiuti in materia di sistemi di gestione, controllo e sicurezza del traffico: sono già in atto a livello urbano ed extra urbano per la mobilità su gomma, così come per il trasporto aereo, ma si vanno anche sperimentando forme di controllo satellitare per la circolazione dei treni e delle navi, di trasporto sia delle merci che dei passeggeri.

Lanfranco Senn è Presidente del Gruppo CLAS SpA.

prezzi, capillarità distributiva, reliance dei sistemi energetici (per prevenire la gestione dei picchi, i black-out e le emergenze ... pensiamo per esempio ai terremoti).

Contrariamente al digitale – che richiede preparazione, ripensamenti produttivi, nuove forme competitive, specifiche competenze – l'utilizzo dell'innovazione nel campo energetico non richiede alla maggior parte delle imprese trasformazioni radicali. Gli stessi produttori di device o di sistemi di mobilità devono "semplicemente" modificare una specifica parte (ad es. il motore) ma il resto rimane sostanzialmente invariato.

Oltre all'energia, vi sono due altri ambiti tecnologici che, per rilevanza e per esponenzialità di crescita e impatto, vanno necessariamente menzionati. Anche questi ambiti sono fortemente ibridati dal digitale, ma hanno naturalmente vita propria: sono infatti piattaforme tecnologiche verticali e saranno centrali per alcuni specifici settori economici.

Efficace e ancora attuale è la descrizione che ne dà Ray Kurzweil in un libro tuttora importante e suggestivo anche se scritto nel lontano 2006 (*Ray Kurzweil Predicts Three Technologies Will Define Our Future*):

- **la genetica**, che nasce dall'intersezione fra l'informazione e la biologia;
- **le nanotecnologie**, che nascono dall'intersezione fra l'informazione e il mondo fisico.

La terza area tecnologica identificata da Kurzweil – la robotica, che egli definisce come la costruzione di una robusta intelligenza artificiale – è invece ricompresa nei trend precedentemente analizzati.

La rivoluzione genetica consentirà all'uomo di (ri)programmare la sua stessa biologia e la rivoluzione nanotecnologica ci consentirà di manipolare la materia a livello molecolare e atomico; potremmo considerarla la nuova frontiera del design e della manifattura, dove la forma non verrà disegnata e realizzata da designer e macchine, ma verrà direttamente scritta nella materia stessa.

Interessante è anche il concetto – estremo ma suggestivo – di *exponential technologies* (o meglio *exponentially growing technologies*) coniato dalla Singularity University, un progetto nato dall'iperattivismo di Kurzweil. È chiaro che l'ispirazione viene dal mondo dell'energia e dal digitale – tecnologie davvero esponenziali – e il punto è vedere se queste caratteristiche (che dipendono da una loro autentica trasversalità) si applicano tali e quali in altri contesti. Va inoltre ricordato che la curva esponenziale cresce "in modo esponenziale" ma parte molto lenta e all'inizio sembra addirittura ferma. Per questo motivo è importante prevedere in anticipo i comportamenti esponenziali. Quando si manifestano è troppo tardi per catturarli.

Rob Nail, CEO della Singularity University, osserva che «il motivo per cui una tecnologia diventa esponenziale dipende dalla presenza di un numero crescente di utilizzatori che partecipano e giocano con quella tecnologia, creando spunti e modi innovativi di utilizzo e pertanto contribuiscono al suo futuro breakthrough».

Secondo questo centro di ricerca ed educazione al futuro, sono sei le aree dove questi processi di crescita esplosiva si manifesteranno:

1. biotecnologie e bioinformatica;
2. energia e sistemi per l'ambiente;
3. network e sistemi di computing;
4. intelligenza artificiale e robotica;
5. medicina e neuroscienze;
6. nanotecnologie.

Che fare?

Non basta la consapevolezza sui possibili percorsi delle nuove tecnologie e un'idea dei possibili impatti (sia positivi che negativi). La sfida è prepararsi all'azione, non farsi cogliere impreparati. È quindi necessario organizzare e preparare le aziende a queste sfide.

Tre sono i possibili ambiti di intervento: costruire nuove capacità; monitorare il futuro, seguendo le nuove tecnologie e il loro impatto; aprirsi alle contaminazioni esterne e alle sperimentazioni dagli esiti imprevedibili.

Creazione di nuove capacità. L'esplosione digitale richiede tre tipi di competenze:

- di base, relative all'uso smart di specifiche applicazioni;
- settoriali, dove le competenze digitali si integrano e ibridano quelle funzionali (pensiamo al digital marketing, al web recruiter, al supervisor dei processi produttivi automatizzati ...);
- soft, una sorta di pre-condizioni, di capacità abilitanti per consentire un buon uso delle competenze digitali.

L'adozione di pratiche efficaci nell'uso del digitale dipende da diversi fattori – molto più articolati e sofisticati di quelli affrontati dalla banale alfabetizzazione. Detto in altri termini, non basta aggiungere una "e" davanti a "leadership" dando qualche spolverata digitale ai manager e lasciando che continuino a fare quello che hanno sempre fatto: occorre rileggere la leadership con la lente del digitale e, sempre più frequentemente, addirittura ripensarla. Come ha affermato Albert Einstein, «non possiamo risolvere i nostri problemi con il pensiero che avevamo quando li abbiamo creati».

L'alfabetizzazione punta a insegnare i rudimenti degli strumenti digitali più utilizzati, mentre bisogna costruire comprensione, sensibilità e senso critico nei confronti del fenomeno nel suo complesso.

Non basta conoscere "per nome" i trend tecnologici e

le principali applicazioni digitali di moda, i benefici (soprattutto come li raccontano i fornitori) della specifica applicazione digitale o essere addestrati al suo utilizzo. Un'autentica educazione digitale deve fornire ai manager:

- i criteri "obiettivi" di scelta di un'applicazione;
- la conoscenza delle precondizioni di utilizzo e dei potenziali effetti collaterali;
- gli elementi per costruire *business case* realistici;
- modi per identificare i lati oscuri e gli aspetti più problematici del digitale;
- le implicazioni organizzative, psicologiche e linguistiche a valle della *digital transformation*: cosa deve essere cambiato per usare al meglio le nuove soluzioni digitali.

In particolare, è vitale combattere le false credenze, soprattutto sull'uso, e comprendere in profondità le specificità e le dimensioni problematiche del digitale. La comunicazione muscolare del digitale sta uccidendo il senso critico e introducendo comportamenti stereotipati e accettati passivamente e acriticamente (ad es. l'uso pavloviano di una eMail sempre più invadente o l'essere permanentemente in riunione, che diventa sempre di più indistinguibile da un'attività routinaria e quindi inefficace...).

Il secondo tema è il ruolo delle competenze soft, delle scienze umane. Non si può non pensare alle anticipazioni di Adriano Olivetti, che riteneva la presenza di intellettuali e letterati necessaria e trasversale. Egli riteneva infatti, e a ragione, che le scienze umane potessero assicurare un progresso equilibrato dell'impresa ed evitassero gli eccessi del tecnicismo, contribuendo inoltre a ridare senso e bellezza a oggetti tecnici sempre più complessi.

Questa visione venne pienamente sposata dal più grande innovatore del XXI secolo: Steve Jobs. Nella Apple World Wide Developers Conference del 2010 egli affermò: «Il motivo per cui Apple è stata capace di creare prodotti come l'iPad dipende dal fatto che abbiamo sempre provato a essere nell'incrocio fra tecnologie e arti liberali». Di quali competenze soft (oltre a quelle tecnologiche o hard) abbiamo bisogno, allora, per cavalcare e dominare questa straordinaria ondata di nuove tecnologie rese possibili dalla rivoluzione digitale? Di seguito un piccolo elenco:

- flessibilità adattativa (per essere pronti a cogliere le opportunità man mano che si presentano).
- Discernimento tecnologico (per cogliere le implicazioni etiche degli atti tecnologici).
- Mentalità indiziaria (per estrarre il potenziale dei big data e anticipare il futuro prima degli altri).
- Capacità bisociative/probabilistiche (per far coesistere soluzioni antagoniste).
- Pensiero critico (per contenere i lati oscuri e cercare sempre le migliori soluzioni).

Un ultimo quesito: come possiamo cogliere la sfida delle *exponentially growing technologies*? La Singularity University nasce da questa sfida, ben rappresentata da una riflessione di Peter Diamandis, uno dei suoi fondatori (nonché presidente di the X Prize Foundation e co-fondatore di Planetary Resources, la prima "asteroid-mining company"): «Il nostro cervello è programmato per essere lineare. Ma nei prossimi decenni il tasso di cambiamento aumenterà così tanto che quasi tutto ciò che possiamo oggi concepire potrebbe accadere».

Ad esempio il Singularity University's Executive Program ha l'obiettivo di informare, educare e preparare i top manager e imprenditori a riconoscere le opportunità di crescita e i contributi disruptive di questa particolare classe di tecnologie.

Monitoraggio del futuro. Bisogna essere pronti e vigili e osservare ciò che accade, soprattutto i fatti minuti e apparentemente poco rilevanti per cogliere le trame del mondo che sarà, idealmente prima degli altri. Tre raccomandazioni:

- leggere e documentarsi aumentando il numero di fonti da cui approvvigionarsi;
- investire in start-up "radicalmente innovative", che guardano le cose in modo diverso e provano a cogliere quelle opportunità;
- creare partnership "atipiche" con attori che complementino le nostre capacità e punti di vista.

Apertura alle contaminazioni esterne e alle sperimentazioni imprevedibili, lanciando progetti interni con il coraggio di non dare obiettivi misurabili e misurando i risultati sulle capacità di guardare le cose con una prospettiva diversa. Infatti, come ci ricorda Marcel Proust nella sua *Recherche*, «l'unico vero viaggio verso la scoperta non consiste nella ricerca di nuovi paesaggi, ma nell'aver nuovi occhi».

Un'ultima riflessione: in quali ambiti si concentreranno maggiormente gli impatti tecnologici del digitale? Non solo nella produzione e nell'organizzazione aziendale, ma in altri due ambiti:

- l'uomo e il suo modo di comunicare, apprendere, potenziarsi, divertirsi,
- I luoghi: la casa (pensiamo alla domotica), la città (le smart city), il territorio, l'ambiente e agricoltura (dall'*ambient intelligence* alla *smart land*), il patrimonio culturale (dalla scoperta al monitoraggio, al restauro, alla tutela fino alla fruizione e valorizzazione) e - naturalmente - i sistemi di mobilità (dai sistemi urbani fino ai droni e ai satelliti).



Andrea Granelli, è presidente di Kanso

Le fonti ... per saperne di più

In questo lavoro abbiamo utilizzato una serie ampia, articolata e soprattutto volutamente disomogenea di fonti per costruire un punto di vista che non vuole esserne la media statistica, quanto piuttosto una sensazione ponderata. Non tutte le fonti sono citate in modo esplicito nel testo, per evitare appesantimenti nella lettura. Sei sono le tipologie di fonti utilizzate: i luoghi di fabbricazione (professionale) del futuro; il futuro indirizzato dei fornitori di tecnologie; il punto di vista dei vip e delle riviste che possono influenzare i trend stessi; la visione sfrontata (e talvolta stupefacente a tutti i costi) dei futurologi; i segnali deboli delle start-up più coraggiose; qualche pensiero distopico. Questa è una selezione ragionata di alcune delle fonti utilizzate per chi volesse approfondire.

MEGATREND

John Naisbitt, *Megatrends. Ten New Directions Transforming Our Lives*, (1982).

Jacques Attali, *Breve storia del futuro*, (2007).

Jacques Attali, *Prevedi la tua vita*, (2016).

Sitra, *Megatrends 2016. The Future Happens Now*, (2016).

AT&Kearney, *Top 12 Global Trends to Watch in 2016*.

Global Trends, *10 Trends To Watch For 2016 And Beyond*.

Frost & Sullivan, *Top 20 Global Mega Trends*, (26 novembre 2015).

Peter De Keyser, *Growth Makes You Happy*, (2015).

Riccardo Stagliano, "Le previsioni del Club di Roma - I ragazzi che gridavano al lupo, alla fine, erano ottimisti", *La Repubblica*, 21 maggio 2013.

Klaus Schwab, *La 4° rivoluzione industriale*, World Economic Forum, (2016).

TREND TECNOLOGICI

World Economic Forum, *Deep Shift. Technology Tipping Points and Societal Impact*, (settembre 2015).

Gartner, *Top 10 Strategic Technology Trends 2016*.

Deloitte, *Tech Trends 2016. Innovating in the Digital Era*.

Accenture, *Technology Vision 2016. The Primacy of People in the Digital Age*.

Ilan Mochari, (www.inc.com): *Vision 2020: 6 Predictions for the Most Disruptive Tech Trends*, (17 aprile 2015).

Brian Solis, *26 Disruptive Tech Trends for 2016 - 2018*.

McKinsey Global Institute, *The 12 disruptive tech trends you need to know* (luglio 2015).

Amy Webb, "8 Tech Trends to Watch in 2016", *HBR*, dicembre 2015.

Frost & Sullivan, *Le 10 tecnologie emergenti che trasformeranno sanità e medicina*, (12 luglio 2016).

SDA Bocconi-Devo Lab, *Technology Clusters*.

World Economic Forum, *The Fourth Industrial Revolution: What It Means, How To Respond*, (14 gennaio 2016).

Frost and Sullivan, *Stratecast Predictions 2016: The Year Ahead*.

MIT Technology Review, *letture periodiche*.

IDC, *La spesa ICT si sposta verso la digital transformation*, (settembre 2016).

Nancy S. Giges, *Top 5 Trends In Nanotechnology*. (www.asme.org, marzo 2013).

Frost & Sullivan, *Le 6 sfide secondo il Manufacturing Leadership Council*, (settembre 2016).

AAVV, *Micro-Nano Mechatronics - New Trends in Material, Measurement, Control, Manufacturing and Their Applications in Biomedical Engineering*, (2014).

AIRI, *Le Innovazioni del prossimo futuro. Tecnologie prioritarie per l'industria*, (novembre 2016).

"INNOVATION ADDICTED"

Max More, *The Extropist Manifesto*, (1998).

Robert Pepperell, *The Posthuman Manifesto*, (2003).

Singularity University, <https://su.org/>.

Ray Kurzweil, *Ray Kurzweil Predicts Three Technologies Will Define Our Future*, (19 aprile 2016).

Institute for the Future, *20 Combinatorial Forecasts*, (2014).

Jamais Cascio, www.openthefuture.com.

Kevin Kelly, *The Three Breakthroughs That*

Have Finally Unleashed AI on the World, (wired.com, 27 ottobre 2014).

Kevin Kelly, *The Inevitable. 12 Inevitable Tech Forces That Will Shape Our Future*, (giugno 2016).

Jim Carroll, *25 Trends for 2025*, (dicembre 2014).

SCENARI POSSIBILI

The Economist, *The World in 2014*.

Marco Bevolo, *Design Futures - Create the Livable City*, (seminario, ottobre 2016).

FUTURE SKILLS

Mikhael Osborne, *The Future of Employment. How Susceptible Are Jobs to Computerisation?*, (settembre 2013).

The Institute for the Future, *Future Work Skills, 2020*.

Bloomberg, *The Bloomberg Job Skills Report 2016: What Recruiters Want*.

World Economic Forum, *Future of Jobs - "The jobs of the future - and two skills you need to get them"*, (2 settembre 2016).

UBS, *WorkForce Futures*, (settembre 2016).

LETTURE BOTTOM-UP

Chris Dixon, *Eleven Reasons to Be Excited About the Future of Technology*, (www.medium.com, 18 agosto 2016).

John Batelle, *These Six Companies May Well Change the World. We Should All Be Rooting for Them*, (www.medium.com, 22 giugno 2016).

Bloomberg Beta (fondo VD di Bloomberg), *Machine Intelligence Landscape* (tavola).

VISIONI PESSIMISTICHE

Bloomberg Business, *A Pessimist's Guide to the World in 2016*.