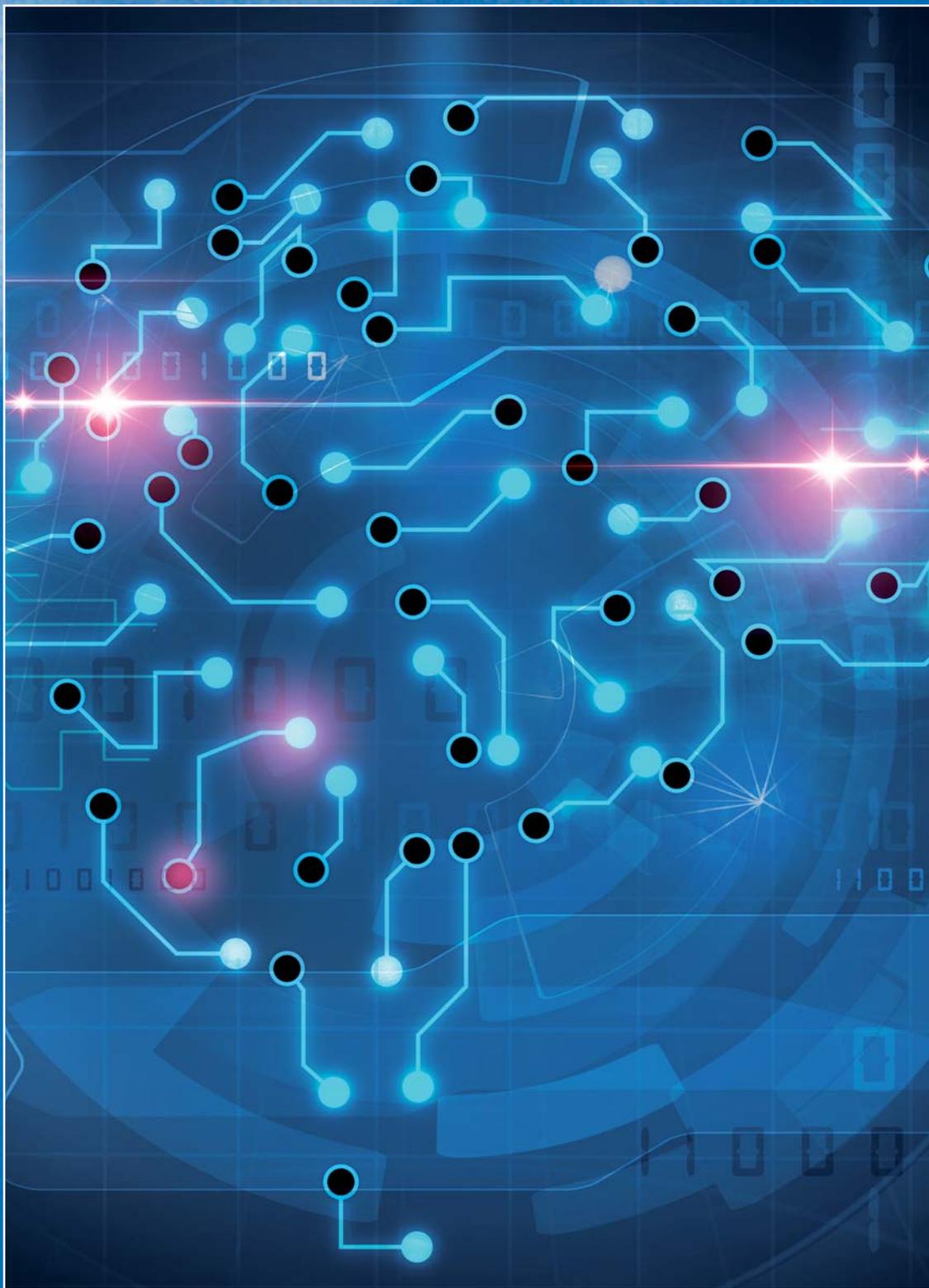


Rivista ufficiale dell'AEIT Seguito de "L'Elettrotecnica" fondata dall'AEI nel 1914

AEIT - Volume 106 - Numero 1/2 gennaio/febbraio 2020 - ISSN 1825-828X



gennaio/febbraio 2020

**AEIT**

# IN PRIMO PIANO: Frontiere dell'intelligenza artificiale



Associazione Italiana di Elettrotecnica, Elettronica, Automazione, Informatica e Telecomunicazioni

Poste Italiane Spa - Sped. in Abb. Postale - D. L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 N. 46) Art. 1, comma 1, DCB Milano



---

## ABB HVDC

For a stronger, smarter  
and greener grid

Paesi di tutto il mondo vengono collegati tramite elettrodotti transfrontalieri in altissima tensione, per soddisfare la crescente domanda di elettricità e aumentare i livelli di sicurezza, mantenendo elevato il livello di affidabilità e bilanciando gli scambi tra produzione e carichi. ABB guida questa sfida con sistemi di interconnessione HVDC (alta tensione in corrente continua) Classic e HVDC Light®, che assicurano la trasmissione di grandi potenze con un ridotto impatto ambientale.

In 60 anni di comprovata esperienza, ABB ha gestito più di 120 progetti in tutto il mondo, per un totale equivalente di 130000 MW di capacità di trasporto, corrispondenti a circa la metà della potenza installata. ABB ha una posizione di rilievo in particolare nel settore dei convertitori a tensione impressa (VSC) grazie all'installazione e messa in servizio di 20 impianti su 26 esistenti da oltre venti anni. [abb.com/hvdc](http://abb.com/hvdc)





VOI ESPRIMETE  
UN DESIDERIO,  
NOI REALIZZIAMO  
UN PROGETTO.

..... - CO<sub>2</sub>

Una nuova idea di città, un nuovo modo di vivere.  
**Costruiamo insieme un futuro di energia sostenibile.**

edison.it | seguici su  

# IN QUESTO NUMERO

**A** un focus sull'Intelligenza Artificiale (IA), per quest'altro bel numero della rivista, si aggiunge bene un'editorialista (donna) che dirige la rivista "Mondo Digitale" dell'AICA (Associazione Italiana per l'Informatica e il Calcolo Automatico), *Viola Schiaffonati*: amici di AEIT per lungo tempo la rivista e l'AICA (presieduta anni fa dal nostro storico redattore Arrigo Frisiani), ed essendo Viola Schiaffonati allieva del compianto Marco Somalvico - primo ordinario di Intelligenza Artificiale e autore tempestivo di un volume omonimo. Abbiamo cercato di traguardare l'IA sotto punti di vista non si dice inediti ma almeno non banali, e con un fondo d'inquietudine che sarebbe stato del film di Spielberg se lo avesse fatto Kubrick. Lo stesso, ricorrente, leitmotiv di nuovo umanesimo digitale va maneggiato con cautela.

Entriamo subito dentro a queste problematiche con il lavoro di altri due nostri preziosi redattori, *Angelo Luvison* e *Maurizio Molinaro*, sui problemi etici dell'IA. Con una scrittura accattivante ma colta, passiamo attraverso esempi chiarificatori, che vanno dal classico problema del *trolley* alle analisi mediche, alle applicazioni militari, alle automobili a guida autonoma. Sempre i valori etici sono centrali, perché una vita umana non è un numero (neanche in questi tempi di Coronavirus), gli uomini sono fallibili, le nuove tecnologie - come i vecchissimi utensili e le vecchie macchine - devono convivere con aspetti sociali e morali: affinché l'IA migliori le nostre esistenze.

L'articolo di *Pietro Terna* parte dal passato (la cibernetica degli anni '60), transita per la svolta degli anni '90 verso l'IA, guarda al futuro: tra mercato e pianificazione economica, tra libertà "democratiche" e "nuovi territori" da sogno o da incubo.

Davvero "apocalittiche" (come da molte citazioni riportate) potrebbero essere le prospettive disegnate da *Pierangelo Pozzi*: prevalenza delle immense quantità di dati e conseguente conoscenza (digitale) in divenire, rispetto alla conoscenza umana e alle sue rappresentazioni provvisorie ma culturalmente condivise; egemonia cumulative, rispetto al ragionamento sistemico. L'umanesimo digitale che si spera sarà allora quello che riconosce le ragioni dell'essere umano per allargarne gli spazi, non per restringerli!

La tradizionale compra-vendita di spazi pubblicitari può avere applicazioni di IA, anche qui sulla base di Big Data che gli utenti forniscono con le loro infinite tracce di interessi, gusti, corrispondenze ecc. Anche qui le prospettive potrebbero essere terrificanti se informazioni commerciali idonee (anche economicamente) alle nostre esigenze non si accompagnassero con la tutela dei diritti fondamentali delle persone. Ce ne parlano *Eleonora Lanfranco* e *Daniele Roffinella*.

I due contributi finali sono di collaboratori già noti alla rivista (in ordine alfabetico: *Edward Smith* e *Mauro Ugolini*). Il primo affronta le tappe principali della storia e degli sviluppi dell'IA, ma soprattutto gli impatti sull'occupazione (a fronte del tramonto di certe professioni, altre e nuove ne nasceranno: con quale bilancio?). L'altro contributo tratta di veicoli senza conducente, declinando in varie forme la guida autonoma (utopia dell'automazione totale? scenari estremi o soluzioni di compromesso? governo, ambientalismo, proprietari, produttori, sicurezza, etica, esigenze socio-psicologiche dei conducenti...).

La rivista è pubblicata con il concorso del Consiglio Nazionale delle Ricerche. È vietato riprodurre articoli della rivista senza citarne la fonte. Registrazione Tribunale di Milano del 29.08.1948 - N. 395. Iscrizione R.O.C. numero 5977 10.12.2001. Poste Italiane Spa - Spedizione in Abb. Postale - D. L. 353/2003 (conv. in Legge 27/02/2004 N. 46) Art. 1, comma 1, DCB Milano

Abbonamento annuale (6 numeri) € 90,00 da versare sul conto corrente postale n. 274209.

**Fascicoli separati** € 15,00  
**Arretrati** € 30,00  
**Tiratura** 6 000 copie

 Associato all'USPI Unione Stampa Periodica Italiana

**Proprietaria ed Editrice** © Associazione Italiana di Elettrotecnica, Elettronica, Automazione, Informatica e Telecomunicazioni - AEIT

**Direttore:**  
Andrea Silvestri

**Direttore Responsabile:**  
Maurizio Delfanti

**Comitato Editoriale:**  
Michela Billotti, Sergio Giacomo Carrara,

Claudio Cherbaucich, Guido Clerici, Bruno Cova, Alessio Borriello, Eugenio Di Marino, Arrigo Frisiani, Elena Fumagalli, Dario Lucarella, Angelo Luvison, Stefano Massucco, Marco Merlo, Maurizio Molinaro, Giovanni Ricca, Marino Sforna, Attilio Skoff, Mauro Ugolini, Fabio Zanellini

**Redazione:**  
Fabrizio Trisoglio - red\_aeit@aeit.it

**Hanno collaborato:**  
A. L. Fontana, G. Notaro

# S O M M A R I O

AEIT • numero 1/2

gennaio/febbraio 2020

## **Editoriale** **4**

### **Le frontiere dell'IA: la questione morale**

Viola Schiaffonati

## **Comunicazione della Presidenza ai soci dell'AEIT** **7**

Debora Stefani

## **Frontiere dell'intelligenza artificiale**

### **Dilemmi etici dell'intelligenza artificiale** **8**

Angelo Luvison, Maurizio Molinaro

### **Intelligenza artificiale: come sta modificando i mercati e l'economia** **18**

Pietro Terna

### **Dopo il Bit Bang: dalla conoscenza umana a quella digitale** **24**

Pieraugusto Pozzi

### **Programmatic Advertising e intelligenza artificiale** **30**

Eleonora Lanfranco, Daniele Roffinella

### **Intelligenza Artificiale: nell'Era della Post-Informazione** **40**

Mauro Ugolini, Edward Smith

### **La visione della guida autonoma: forze e paradossi** **50**

Edward Smith, Mauro Ugolini

## **Imprese e mercato** **60**

Anna Lisa Fontana

## **Imprese e prodotti** **62**

Anna Lisa Fontana

#### **Progetto Grafico - Copertina - Impaginazione:**

Antonella Dodi - af@aeit.it

#### **Abbonamenti e Pubblicità:**

Tel. 02 873899.67 - aeit@aeit.it

#### **Direzione Redazione Amministrazione:**

AEIT - Ufficio Centrale

Via Mauro Macchi, 32 - 20124 Milano

Tel. 02 873899.67

Telefax 02 66989023

#### **Sito Internet:**

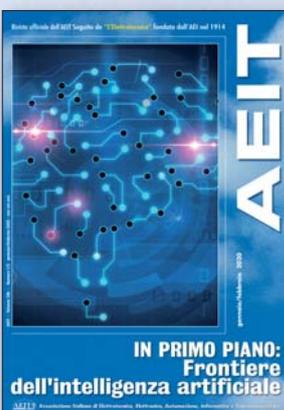
<http://www.aeit.it>

#### **Stampa - Fotoservice - Distribuzione:**

Arti Grafiche Murelli Via Campania 42

20090 - Fizzonasco di Pieve Emanuele - Milano

Gli autori sono responsabili di quanto scritto nei loro articoli. Le opinioni espresse dagli autori non impegnano l'Associazione.



# Le frontiere dell'IA: la questione morale



**Viola Schiaffonati**  
Politecnico di Milano

**L'**impiego di robot autonomi in contesti bellici, i dilemmi etici su come un veicolo autonomo dovrebbe comportarsi in caso di incidente, l'adozione di strumenti per la decisione automatica in scenari che fino a poco tempo fa erano appannaggio esclusivo degli esperti umani, le radicali modifiche al mondo del lavoro con l'introduzione di sistemi artificiali intelligenti. Questi sono solo alcuni degli esempi che mostrano come oggi l'Intelligenza Artificiale (IA) sollevi numerosi problemi etici: accanto agli straordinari successi ottenuti negli ultimi anni, emergono anche crescenti preoccupazioni.

L'IA è stata ufficialmente fondata nell'estate del 1956 negli Stati Uniti, dove un gruppo di allora giovani ricercatori si riunì per discutere la possibilità che macchine opportunamente programmate potessero essere definite intelligenti. L'IA può essere definita come la *"disciplina, appartenente all'informatica, che studia i fondamenti teorici, le metodologie e le tecniche che permettono di progettare sistemi hardware e sistemi di programmi software capaci di fornire all'elaboratore elettronico delle prestazioni che, a un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell'intelligenza umana"* [1]. Fin dall'inizio questa disciplina è stata caratterizzata da un'attenzione ai problemi filosofici sollevati dal progetto di una macchina intelligente. Solo negli ultimi anni, tuttavia, molti di questi problemi sono usciti dal ristretto ambito delle riflessioni accademiche per arrivare alla ribalta della più ampia discussione pubblica.

Se vogliamo prendere sul serio queste preoccupazioni, occorre partire da una riflessione che si concentri non solo sugli aspetti tecnologici, ma anche su quelli etici e sociali. Per questo motivo il tema della responsabilità è centrale. Nello sviluppo tecnologico quando succede qualcosa di negativo o inaspettato si cerca di ricostruire a ritroso la catena degli eventi per determinare di chi è la responsabilità. Negli ultimi anni il tema della responsabilità ha assunto un'importanza crescente nella riflessione sugli aspetti etici della tecnologia e, in particolare, nelle prime fasi della sua progettazione, sia per evitare effetti negativi o indesiderati sia promuovere effetti positivi. Nel caso, per esempio, del cosiddetto *Value Sensitive Design* i valori morali che si vogliono incorporare in una determinata tecnologia sono utilizzati come veri e propri requisiti per la progettazione [2]. Ciò richiede cambiamenti importanti: primo fra tutti l'adottare un approccio multidisciplinare allo sviluppo tecnologico, dove accanto a ingegneri e tecnologi, operino esperti di etica e di diritto, sociologi, designer, rappresentanti della società civile.

Questa idea di incorporare valori morali in un artefatto in fase di progettazione prende il nome di *moralizzazione della tecnologia* [3]. Come ha osservato un noto sociologo della scienza, la moralità non riguarda solo gli esseri umani ma anche come questi interagiscono con gli artefatti che li circondano: per esempio, ai dossi artificiali usati per limitare la velocità delle auto è in qualche modo delegata la scelta di quanto si possa guidare veloce in certe zone; oppure i tornelli per accedere alla metropolitana incorporano nella loro stessa struttura il fatto che l'utilizzo della metropolitana sia sottoposto al pagamento di un biglietto [4]. Questi esempi ci mostrano come sia possibile dare una determinata forma all'azione morale e moralizzare così anche l'ambiente circostante, e non solo gli altri esseri umani.

Naturalmente si tratta di una questione assai delicata: inserire deliberatamente certi valori nel modo in cui una tecnologia è progettata è un processo critico. Non basta inserire valori positivi né definire obiettivi benefici per sgombrare il campo dai rischi che comportano tecnologie così potenti e innovative come l'IA. La moralizzazione della tecnologia solleva domande importanti relative alla libertà umana e a come essa sia indissolubilmente legata alla nostra idea di dignità, al rischio che le tecnologie e non gli esseri umani siano in controllo, alla possibilità di rendere queste scelte frutto di processi democratici e non risultato delle decisioni poco trasparenti di un ristretto gruppo di persone o organizzazioni.

Proviamo a considerare due semplici esempi di tecnologie moralizzanti e a immaginare che esse siano particolarmente efficaci (o *smart* come si usa dire oggi) perché implementate con strumenti di IA. Il primo esempio è un sistema che non ci permette di guidare la nostra automobile quando il livello di alcol nel nostro corpo è superiore ai limiti consentiti dalla legge. Sappiamo tutti che la guida in stato di ebbrezza provoca ogni anno molti incidenti, che esistono leggi che impediscono questo comportamento e che, tuttavia, queste leggi non impediscono che continuino ad esserci molti incidenti. Supponendo che un'auto con questo sistema non costi di più di un'auto che non lo possiede e che il sistema funzioni piuttosto bene, quanti di noi acquisterebbero un'auto così? Molti la comprerebbero per evitare incidenti e, addirittura, vorrebbero che tutte le auto fossero dotate di un tale sistema. Altri non la comprerebbero perché individuano una serie di rischi: il pericolo che siano le tecnologie a essere in controllo, che le democrazie possano diventare delle tecnocrazie, che la sfera della libertà umana sia messa in pericolo e che, essendo l'autonomia strettamente legata alla dignità, quest'ultima sia progressivamente erosa.

Consideriamo ora un altro esempio: un soffione per la doccia che ci consente di risparmiare almeno il 50% dell'acqua quotidianamente utilizzata. Non occorrerebbe così diminuire la durata delle nostre docce perché il soffione *smart* ci consentirebbe di fare delle lunghe docce, regolando in maniera diversa l'afflusso dell'acqua durante le diverse fasi della doccia. Sappiamo tutti che l'acqua è un bene sempre più prezioso di cui dobbiamo avere cura. Supponendo che questo soffione non sia troppo caro e funzioni bene, quanti di noi lo acquisterebbero? Apparentemente questo secondo esempio sembra sollevare meno perplessità del primo. Probabilmente la maggior parte di noi lo acquisterebbe, non individuando nessuno dei rischi sollevati dal primo esempio. Altri potrebbero individuare rischi diversi: la delega di una parte della nostra moralità a una tecnologia potrebbe farci diventare addirittura incapaci di ragionamento morale oppure indurci a riservare meno attenzione all'educazione, lasciandoci così pigri o incapaci di agire morale.

# L'opinione di Viola Schiaffonati

Ci sono varie differenze fra questi due esempi (e vi invito a rifletterci con attenzione), ma quella su cui vale la pena soffermarsi ora riguarda la differenza con cui leggi e tecnologie limitano le nostre libertà. Apparentemente il primo esempio sembra sollevare molte più perplessità. Un'auto che "decide" quando siamo in grado o meno di guidare, che non lascia spazio alla possibilità di contemplare situazioni di emergenza, è percepita come estremamente limitante nei confronti della nostra autonomia di esseri umani. Al contrario, nel caso della doccia smart questi limiti alla nostra azione non sono percepiti o, perlomeno, lo sono in misura minore. Eppure, il primo esempio rappresenta una tecnologia che implementa una legge già esistente, mentre il secondo implementa un valore (per quanto condivisibile) scelto arbitrariamente da qualcuno (per quanto accettabile). In altre parole, il sistema che misura il nostro tasso alcolemico prima di consentirci di guidare incorpora una norma che è il risultato di un processo democratico (almeno in linea di principio), mentre la doccia che ci fa risparmiare acqua non è frutto di un processo democratico. Ciò non significa che non ci siano problemi anche nel primo caso: è infatti ben chiara la differenza fra il limite imposto da una legge che, seppur cogente, ci permette di non essere rispettata e il limite espresso da una tecnologia che non lascia alcuno spazio alla libertà. Qui la domanda fondamentale che non può essere elusa è se la tecnologia possa essere moralizzata in modo democratico: chi decide quali sono i valori da incorporare in una tecnologia? Come funziona questo processo? Sulla base di quali criteri vengono fatte certe scelte invece che altre? I valori e le scelte, prima di essere incorporati in una tecnologia, sono condivisi e pubblicamente discussi?

Queste domande rimangono aperte e davanti a noi si prospetta la sfida di cercare una risposta. Per costruire una risposta plausibile, tuttavia, abbiamo bisogno di un radicale cambio di paradigma, alla costruzione del quale siamo tutti chiamati a contribuire. I progettisti non potranno più semplicemente iscrivere in una tecnologia la forma di moralità che desiderano, ma dovranno essere capaci di anticipare il futuro ruolo di mediazione, anche morale, di una tecnologia attraverso l'immaginazione. Gli utenti e i cittadini dovranno essere consapevoli di chi decide quali sono i valori inseriti in una tecnologia esercitando le loro capacità conoscitive e di scelta. I *policy maker* non potranno più limitarsi a intervenire a posteriori per cercare di regolare tecnologie che esistono già, ma dovranno intervenire per dare forma a queste tecnologie affinché, fin dalla loro progettazione, siano in accordo con le norme e i valori esistenti. Un enorme lavoro per tutti, ma essenziale perché i cambiamenti radicali che ci attendono non siano passivamente subiti, ma consapevolmente indirizzati.

## BIBLIOGRAFIA

[1] M. Somalvico: *Intelligenza Artificiale*, in J. Jacobelli, *Aspettando Robot: il futuro prossimo dell'intelligenza artificiale*, Laterza, 1987.

[2] J. Van den Hoven: *ICT and value sensitive design*, in *The information society: Innovation, legitimacy, ethics and democracy in honor of Professor Jacques Berleur SJ*, IFIPAICT, vol. 233, 2007, pp. 67-72.

[3] P. Verbeek: *Moralizing Technologies*, University of Chicago Press, 2011.

[4] B. Latour: *Where Are the Missing Masses? The Sociology of a Few Mundane Artifacts*, in S. Wiebe, E. Bijker, J. Law, *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*, MIT Press, 1992, pp. 225-258.

# Comunicazione della Presidenza ai Soci dell'AEIT

Milano, 8 maggio 2020

**C**ari Soci e Care Socie,  
il continuo e veloce cambiamento nel nostro settore e nella nostra società, che è stato accelerato dalla situazione che stiamo vivendo, richiede nuove forme di comunicazione ed interazione.

Una delle sfide più importanti come evidenziato anche dalla nostra Politica per la Qualità è la digitalizzazione, fattore abilitante che ci consentirà di gestire in modo più rapido, sicuro e sostenibile i flussi di informazione tra i nostri Soci, rendendo più efficienti, comodi e veloci i loro processi di lavoro.

Per questo, la nostra rivista AEIT sarà realizzata unicamente su supporto informatico e diffusa per via telematica tramite il sito dell'Associazione [www.aeit.it](http://www.aeit.it).

Anche la rivista Energia Elettrica sarà diffusa telematicamente. Sarà però garantita, solo per l'anno 2020, la fornitura cartacea a tutti quei Soci che hanno provveduto al pagamento integrativo di tale servizio.

Attraverso questo progetto intendiamo fornirvi una tecnologia agile migliorando, per esempio, i tempi ed i mezzi di diffusione della conoscenza scientifica, le modalità di archivio e di recupero delle informazioni.

Da segnalare infine che questa iniziativa di sostenibilità digitale rappresenta una grande opportunità per ridurre l'impatto ambientale e ottimizzare l'uso delle risorse naturali e testimonia l'impegno di AEIT nel ridurre le emissioni inquinanti a beneficio della collettività e delle nuove generazioni.

Mi auguro quindi che tutti voi possiate partecipare con entusiasmo a questa trasformazione comprendendo la rilevanza del processo di digitalizzazione e come questo passi principalmente attraverso gli strumenti a disposizione e la loro capacità di innovarsi.

Colgo l'occasione per augurare a tutti quanti voi una Buona Lettura!

Un caro saluto.

Ing. Debora Stefani  
*Presidente Generale AEIT*

# Dilemmi etici dell'intelligenza artificiale<sup>1</sup>

Angelo Luvison, Maurizio Molinaro AEIT

Le applicazioni dell'IA emergono ovunque e altrettanto inevitabilmente nascono dilemmi di carattere etico. Diventa cruciale l'assunzione di responsabilità e l'adozione di criteri di trasparenza, in modo che le due culture, l'umanistica e la tecnico-scientifica, diventino le due facce dello stesso umanesimo digitale

*Non siamo macchine pensanti che si emozionano, ma macchine emotive che pensano.*

(Antonio Damasio)

*[Danny Kahneman e io] più che di intelligenza artificiale, ci occupiamo di stupidità naturale.*

(Amos Tversky, [1, p. 309])

**P**er la sua diffusione, tanto dirompente e pervasiva quanto ineludibile, l'intelligenza artificiale (IA), in tutte le sue manifestazioni, è oggi un fenomeno oggetto di studio e attenzioni particolari. L'IA affonda le radici in studi e ricerche iniziate molti secoli fa, ma la nascita effettiva come disciplina a sé stante si può collocare negli anni Cinquanta del secolo scorso. Tuttavia solo negli ultimi anni si è avuto uno sviluppo veramente impetuoso. L'IA si sta estendendo sempre più e sempre più rapidamente, anche perché sotto questo termine attualmente si riconducono problemi e tecniche che in passato avevano altre denominazioni, e molti risultati, acquisiti nei decenni scorsi, sono stati rivisti alla luce delle nuove tecnologie.

Proprio perché l'IA è una disciplina in rapida evoluzione, non sembra esistere oggi una definizione universalmente accettata e comprensiva delle sue numerose sfaccettature teoriche e pratiche<sup>2</sup>. Tuttavia possiamo sottolineare due aspetti:

- L'IA è a tutti gli effetti un settore dell'informatica: gli algoritmi per la risoluzione dei problemi di IA, lavorando con procedimenti sequenziali su enormi moli di dati più o meno codificati, richiedono enormi risorse computazionali; la loro ottimizzazione ha quindi una priorità assoluta.
- L'attenzione si concentra sul pensare/agire dei sistemi di IA e su processi e risultati non distinguibili da come pensa/agisce un essere umano. Un esempio tipico è la partita a scacchi online: è possibile (e come?) capire se l'avversario è un essere umano o una macchina?

Una distinzione di fondamentale importanza è dunque tra *intelligenza artificiale debole* e *intelligenza artificiale forte* (John Searle). Si parla di *intelligenza artificiale debole* quando un sistema è in grado di emulare varie funzionalità cognitive umane senza riuscire, però, a raggiungere le capacità intellettuali tipiche dell'uomo. Nell'IA debole non esiste la necessità di comprendere to-

<sup>1</sup> Questo testo rielabora e aggiorna parti dell'articolo di Thomas Bassetti e Angelo Luvison: Apologia della ragione scientifica - IV: dilemmi di scelta ed etica dell'IA, *Mondo Digitale - Rassegna critica del settore ICT*, anno XVIII, n. 82, maggio 2019, pp. 1-29, [http://mondodigitale.aicanet.net/2019-3/Articoli/02\\_MD82\\_Apologia\\_della\\_ragione\\_scientifica%E2%80%93IV.pdf](http://mondodigitale.aicanet.net/2019-3/Articoli/02_MD82_Apologia_della_ragione_scientifica%E2%80%93IV.pdf). Gli autori ringraziano Viola Schiaffonati, Direttore responsabile di Mondo Digitale, per il permesso di riutilizzare i contenuti della precedente pubblicazione.

<sup>2</sup> Costituisce tuttora un ottimo punto di partenza la definizione di Marco Somalvico, titolare della prima cattedra sull'intelligenza artificiale (1980) al Politecnico di Milano: "L'IA è quella disciplina, appartenente all'informatica, che studia i fondamenti teorici, le metodologie e le tecniche che consentono di progettare sistemi hardware e sistemi di programmi software capaci di fornire all'elaboratore elettronico prestazioni che, a un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell'intelligenza umana" [2].

talmente i processi cognitivi umani, ma esclusivamente di verificare ipotesi e risolvere problemi assegnati. Si parla invece di *intelligenza artificiale forte* quando un sistema non solo è in grado di emulare il pensiero e il ragionamento della mente umana, ma ha anche la capacità di sviluppare una propria intelligenza in modo autonomo. Per altri studiosi la distinzione proviene dalla capacità delle macchine artificiali nell'operare efficacemente a livello sintattico, per esempio, su schiere di dati, ma non a livello semantico, per esempio, nel riuscire a superare il test di Turing.

L'apprendimento automatico (ossia, lo studio di algoritmi capaci di migliorare automaticamente le prestazioni di un sistema attraverso l'esperienza) è da tempo un ambito di ricerca cruciale all'interno dell'IA. In luogo di algoritmi fissi e immutabili, si hanno algoritmi variabili nel tempo. Esiste, infatti, un'ampia categoria di problemi risolvibili più efficacemente ricorrendo a soluzioni che richiedono l'apprendimento automatico: molto spesso è difficile prevedere tutte le possibili situazioni in cui il sistema si può trovare ad operare, eccetto che per contesti estremamente semplici, ed è altrettanto difficile prevedere tutti i possibili cambiamenti dell'ambiente nel tempo.

Un'aggiornata sintesi introduttiva su caratteristiche, scenari e prospettive dell'IA è riportata in [3]. Una panoramica specificamente dedicata alla robotica (inclusi i veicoli autoguidati) è reperibile in [4].

Il digitale come ecosistema è un tema ovviamente propedeutico agli aspetti di IA qui considerati. La letteratura in proposito è vastissima; per esempio, il volume collettaneo [5] è concepito come un mosaico di immagini del digitale con l'intendimento di darne un profilo tecnologico, sociologico, economico, politico e giuridico, in chiave interdisciplinare. In particolare, l'articolo [6] - integrando i precedenti articoli [7-8] - passa in rassegna l'evoluzione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione alla base dell'ecosistema digitale. Il saggio [9], riferendosi all'esplicativo sintagma "umanesimo digitale", è dedicato all'interpretazione del digitale in termini socio-economici e politici ora che il *Bit Bang* sta dispiegando i suoi molteplici effetti con il dominio delle piattaforme. La domanda chiave "*Che effetti avrà l'IA sulla nostra società?*", articolata in termini sia dialettici sia dialogici, costituisce il *Leitmotiv* del brillante dibattito a tre voci in [10].

In connessione con l'IA si parla spesso di tecnologie cognitive. Proprio perché coinvolge aspetti cognitivi ed etici, oltre che tecnici e pratici, l'IA ha

inevitabilmente suscitato l'interesse di scienziati e filosofi. Quindi i problemi economici, sociali, etici, addirittura di politica fiscale, legati all'IA e alla robotica (umanoide o no), sono al centro dell'attenzione pubblica e oggetto di sempre più ampi e serrati dibattiti, praticamente su ogni mezzo mediatico o canale informativo.

Occorre peraltro osservare che nella vastità delle applicazioni dell'IA esistono aree in cui gli aspetti etici hanno grande importanza e aree in cui non hanno invece un'importanza particolare, quali, per esempio, il trattamento del linguaggio naturale o il riconoscimento di oggetti nelle linee di produzione.

Questo articolo intende fornire una prima introduzione al tema degli aspetti etici connessi con l'IA, partendo dall'ormai classico dilemma del trolley [11]. Nella parte centrale del lavoro, ci riferiamo, con esempi, a ciò che si intende oggi con la locuzione di "valori etici della macchina" e citiamo alcune fra le numerose iniziative che si pongono l'obiettivo di definire un codice etico specifico per i sistemi autonomi.

La parte conclusiva riassume le ragioni per cui anche i progettisti di macchine e algoritmi di IA, in tutte le sue accezioni, devono prestare particolare attenzione al problema dei comportamenti etici di questi sistemi. Poiché i molti problemi che affiorano sono intrinsecamente di natura interdisciplinare, occorre che i tecnici che si occupano di essi accettino un dialogo costruttivo e senza preconcetti con filosofi, psicologi e neuroscienziati, portatori di competenze umanistiche - ovviamente l'unità di intenti deve valere anche nell'altro verso. Dunque, né tesi aprioristiche né pregiudizi da entrambe le parti. Un'importante conseguenza dell'interdisciplinarietà è la necessità di ripensare modelli di educazione e istruzione più idonei a gestire questo nuovo e complesso paradigma tanto nella forma quanto, e soprattutto, nei contenuti.

Un'avvertenza indispensabile: molti dei temi toccati nell'articolo sono oggetto di ricerca, non pochi concetti sono tuttora *in fieri* e nuovi scenari stanno emergendo. Il lettore interessato potrà approfondire aspetti specifici ricorrendo alla nutrita e aggiornata bibliografia. Essa comprende riferimenti a lavori - molti dei quali di carattere interdisciplinare - effettivamente utilizzati, o in ogni caso consultati, per effettuare l'esplorazione del rapporto tra IA e aspetti etici. In particolare, i fascicoli tematici delle riviste [12-15] offrono una panoramica aggiornata delle discussioni in corso sui dilemmi etici sollevati dall'IA, per lo più proponendone soluzioni realistiche e concrete.

## Il dilemma etico per autonomia dell'IA: il caso del trolley

Per introdurre il problema dell'IA come si presenta per gli aspetti etici, partiamo dalle possibilità (rischi e opportunità) aperte dai veicoli con guida autonoma, variante moderna dal dilemma del carrello/vagone ferroviario o vettura tranviaria (*trolley problem*).

Il saggio monografico [11] propone e discute ben nove varianti del problema del trolley. Nella versione classica, illustrata nella figura 1, un operatore vicino a una leva di uno scambio è di fronte all'alternativa di: 1) *non fare niente* e lasciare che un trolley in corsa incontrollata travolga cinque persone; oppure 2) *azionare deliberatamente* lo scambio deviando il mezzo su un ramo secondario dove c'è una sola persona che rimarrebbe, purtroppo, uccisa. L'alternativa di carattere etico è dunque un solo morto contro cinque, ma l'unica vittima sarebbe a causa di un atto volontario e non di fatalità.

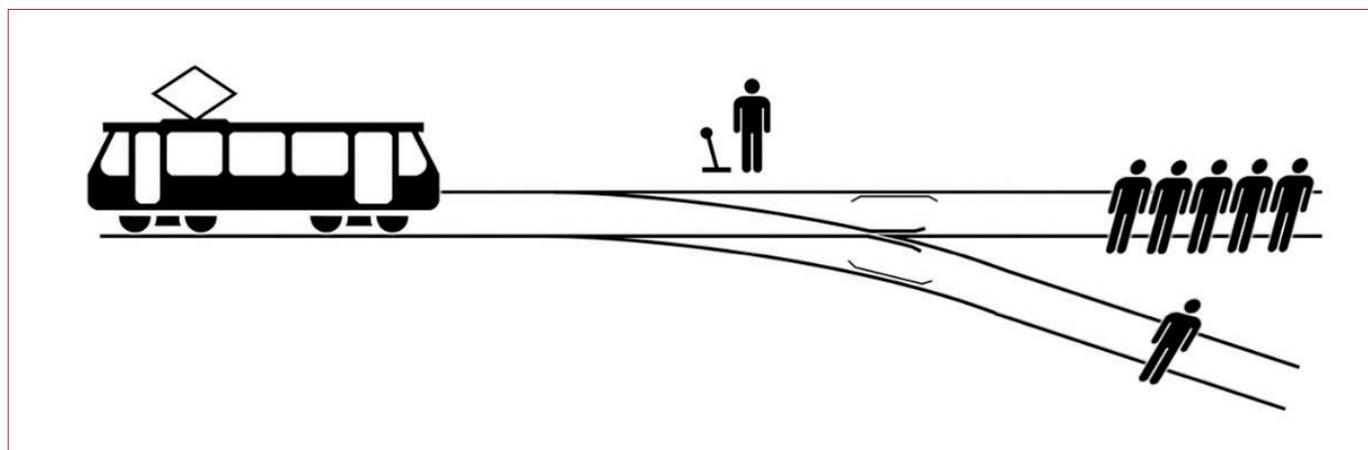
Questa formulazione del dilemma, la cosiddetta *switch version*, fu proposta nel 1967 da Philippa Bonsanquet (poi Philippa Foot). Da allora sono stati pubblicati innumerevoli articoli di filosofia morale, sollevando così tante polemiche che all'intera questione è stato appiccicato l'ironico neologismo di "carrellologia" (*trolleylogy*); sicché il problema con le sue molteplici varianti è diventato il paradigma più utilizzato nelle ricerche di psicologia morale e di *experimental philosophy*.

Il caso del trolley è in definitiva una trasposizione formalizzata sul piano etico di decisioni da prendere in condizioni problematiche. Nel riquadro 3 di "Apologia della ragione scientifica - IV" (articolo citato in nota 1), si accenna a scelte fatte dall'intelligence militare inglese nella Seconda guerra mondiale sulla base di valuta-

zioni costi-benefici. I due esempi menzionati riguardavano la possibilità di indirizzare i bombardamenti tedeschi in certe zone di Londra anziché in altre e l'uso mirato (cioè non indiscriminato) della capacità di decrittazione della macchina cifrante tedesca Enigma.

Adattando il modello del trolley ai veicoli con guida autonoma, l'articolo di *Nature* [16] riporta i risultati dell'esperimento "Moral Machine", una piattaforma sperimentale online ideata dal Media Lab del MIT per esplorare i dilemmi morali che si incontrano in questo caso. In quattro anni, la piattaforma ha raccolto 40 milioni di pareri di persone da 233 Paesi del mondo, che hanno espresso priorità etiche diverse in relazione alle proprie diversità culturali (per dettagliate analisi statistiche dei risultati rinviamo a [16-17]).

Il filosofo dell'informazione Luciano Floridi (Università di Oxford), in una lezione al Politecnico di Torino [18] per il ciclo di conferenze intitolato *Costruire il futuro*, è ritornato sul dilemma e ha osservato che l'alternativa posta conduce sempre a perdere, qualunque scelta si faccia, perché non si prendono in considerazione altre possibili soluzioni ingegneristiche che consentirebbero di ampliare il ventaglio delle possibilità in modo da rilasciare i troppo stringenti vincoli originali. Nel caso specifico dell'auto, per esempio, si tratta di usare i freni di emergenza o il clacson, di sterzare, di spegnere il motore, ecc. La soluzione filosofica non c'è, la soluzione ingegneristica sì, e consente di cambiare una circostanza di gioco *lose-lose* (tutti i giocatori sono perdenti dal punto di vista morale) in una *win-win* (in pratica, tutti i giocatori vincono) [19]. In definitiva, un ideatore-progettista (*designer*) capace e responsabile sa dare, con soluzioni realizzative, risposte concrete e trasparenti a problemi filosofici, purché ben posti e, soprattutto, realisticamente definiti.



▲ **Figura 1**

Versione classica del dilemma del trolley: azionare o no lo scambio? (da Wikipedia)

## Sistemi autonomi e valori etici

L'essenza del rapporto uomo-macchina è distillata dal paradosso di Hans Moravec che, formulato con parole semplici, suona: *“La macchina trova difficile svolgere i lavori di routine dell'uomo; l'uomo trova ardui i compiti tipici della macchina”* [20]. Infatti, la nostra specie, per ragioni biologiche e genetiche, ha facilità di movimento, di percezione, di inferenza euristica; al contrario, una macchina è costitutivamente portata a svolgere compiti di elaborazione algoritmica e deduzione logica nella risoluzione di problemi computazionali di larga scala, che non richiedano importanti dosi di intuizione e creatività.

I sistemi artificiali non sono oggi in grado di affrontare da soli situazioni imprevedute, tutte diverse, ma numerose se considerate nel loro insieme: sono “casi di coda lunga e governati da una legge di potenza o di Pareto” [21]<sup>3</sup>. Si tratta di casi in cui i sistemi non sono (ancora) dotati di una base di conoscenza sufficientemente ampia per permettere loro di decidere come agire; tantomeno, hanno la capacità - cioè, il buon senso - di capire che cosa possa essere dannoso per l'uomo [24], oppure di valutare i possibili esiti futuri secondo euristiche decisionali. Quando si verificano questi casi, singolarmente rari, ma in totale molto numerosi, la macchina lavora fuori della propria “zona di comfort”; quindi, non può essere lasciata a operare in assoluta autonomia senza la responsabilità della supervisione umana. È anche importante ricordare la distinzione tra Sistema 1 e Sistema 2 - o pensieri veloci vs. pensieri lenti - nel modello di Daniel Kahneman

<sup>3</sup> Lavori fondamentali di Vilfredo Pareto mostrano che un'ampia gamma di distribuzioni statistiche segue una “legge di potenza”, non una gaussiana. Una distribuzione con legge di potenza rappresenta casi in cui, insieme a molti eventi di piccola entità, coesistono pochi eventi straordinariamente grandi. La forma di queste distribuzioni è caratterizzata da code molto più marcate e lunghe (*fat-tailed distribution*) di quelle legate ai modelli gaussiani o esponenziali. In questo modo, si spiegano, matematicamente, eventi rari ma significativi - come, i super-ricchi, i terremoti di grande magnitudo, le guerre mondiali o i colossi delle piattaforme (Amazon, Apple, Facebook, Google, ecc.). In un fenomeno governato da andamenti simili, succedono sempre eventi “lontani dalla media”, cioè rari, se non estremi, caratterizzati da probabilità piccole, benché non piccolissime. Questi casi anomali, ma inevitabili, corrispondono all'ormai noto concetto metaforico del “cigno nero”, reso popolare da Nassim Nicholas Taleb [22]. All'altro estremo della distribuzione, per ogni terremoto catastrofico ci sono miriadi di movimenti tellurici di poco conto, così come per ogni “Paperone” ci sono milioni di poveri. Sulla disuguaglianza della ricchezza, che sta aumentando in molte nazioni a un ritmo allarmante, segnaliamo l'eccellente articolo divulgativo [23] che riassume in una sintesi rigorosa le ragioni endogene per cui la ricchezza, oltre a distribuirsi in maniera non uniforme (per es., paretiana), tende naturalmente e inevitabilmente a concentrarsi, in assenza di provvedimenti politici adeguati - anche se si parte dalla condizione di uguaglianza assoluta. È significativo sottolineare che questo risultato statistico-matematico è a priori del tutto controintuitivo.

[25]. Qui, al momento, sta il limite a una IA forte, o dotata di autocoscienza, cioè in grado di sostituire l'uomo in qualsiasi attività manuale, intellettuale ed emozionale. In sintesi, oggi l'intelligenza artificiale è in grado di emulare soprattutto il comportamento razionale dell'uomo, cioè la parte logico-riflessiva dei nostri processi di elaborazione dell'informazione (Sistema 2).

L'etica delle macchine, cioè la questione di come i sistemi autonomi possano essere permeati di valori etici, è uno dei settori più frequentati dagli studiosi dell'IA. Sistemi autonomi dotati di eticità - nei fini e nei comportamenti - sono necessari perché, inevitabilmente, i sistemi del prossimo futuro saranno agenti morali. In altre parole, questi sistemi dovranno fare scelte con norme sociali e conseguenze etiche.

Sulle motivazioni per cui i progettisti hardware e software devono incominciare a preoccuparsi di includere aspetti etici nelle loro realizzazioni rinviamo all'articolo-saggio [26]. Dalle stesse motivazioni nasce anche il fascicolo monografico [14]: poiché l'IA si rapporta con le istituzioni socio-economiche, i contributi al fascicolo analizzano le implicazioni etiche in importanti settori applicativi, quali l'istruzione, l'assistenza sanitaria e la cura degli anziani, i veicoli a guida autonoma.

## Due esempi

Come primo esempio, consideriamo le diagnosi mediche o i test giudiziari, che coinvolgono l'incertezza probabilistica [27-28]. Sappiamo che ogni stima o sistema di classificazione può produrre sia falsi positivi sia falsi negativi. Anche se questo semplice concetto è ben noto agli operatori più qualificati del settore, non è facile fornire una regola certa per determinare i costi relativi associati a ogni singolo errore. Peraltro, un sistema, per esempio, di diagnostica medica deve funzionare in modo affidabile in un numero realistico di casi diversi.

La scelta dei valori e dei costi relativi riflette una decisione etica del progettista o del sistema progettato? Se riflette il progetto, la macchina può essere considerata etica? È chiaro che, come gli esseri umani, le macchine dovranno apprendere l'etica adattandosi al contesto o alla situazione, al momento, cioè dovranno essere adattative. Un'altra domanda inevitabile è: *“Qual è la gamma di situazioni e quali sono i parametri da considerare per l'adattatività?”* [26]. Poiché è improbabile che, nel prossimo futuro, una macchina sia in grado di trattare una gran varietà di situazioni diverse, si deve prevedere, come prima sottolineato, che la

macchina stessa operi nella sua zona di comfort e sia soggetta alla supervisione umana.

Come secondo esempio problematico, consideriamo le possibili applicazioni dell'IA al campo militare. Già oggi l'IA, con i suoi algoritmi e processori, rende possibile la logistica dei mezzi di guerra in modo da farli convergere sul campo di battaglia in tempi rapidissimi; si possono quindi intuire i rischi del passaggio alla guerra ibrida o interamente basata su mezzi informatici. L'esperto di IA Pedro Domingos prevede addirittura: *“Se mai scoppierà una cyberguerra, i generali saranno esseri umani, ma la fanteria sarà formata da algoritmi. Gli esseri umani sono troppo lenti e poco numerosi, e verrebbero spazzati via da un esercito di bot. Abbiamo bisogno di un nostro esercito di bot, e il machine learning sarà la loro accademia, la nuova West Point”* [29, p. 43].

Sono in corso da diversi anni studi e sperimentazioni sui sistemi d'arma autonomi, ossia capaci di selezionare e attaccare un obiettivo militare senza l'intervento umano. Quindi, per esempio, i droni non rientrano nella definizione perché sono sì senza pilota, ma teleguidati.

L'Istituto Affari Internazionali (IAI) ha prodotto uno studio molto interessante sull'uso e lo sviluppo delle armi autonome e sull'avanzamento delle attività dirette alla loro regolamentazione in sede internazionale [30]. Da questo studio emerge chiaramente come perfino la definizione di “armi autonome” possa portare a interpretazioni divergenti. Per esempio, la capacità di selezione riguarda un singolo obiettivo oppure una lista di obiettivi e la conseguente pianificazione del loro attacco? Com'è possibile, senza l'intervento umano, interrompere l'azione dell'arma se, durante il suo impiego, si scopre che quello che doveva essere un obiettivo militare in realtà è un obiettivo civile?

I pericoli insiti in questi sistemi sono stati evidenziati per primi dagli stessi ricercatori attivi nel campo dell'IA e della robotica, i quali concordano sul fatto che la limitazione o la proibizione delle armi autonome non devono pregiudicare gli impieghi civili dell'IA. Ne sono scaturiti dibattiti serrati, che hanno coinvolto non solo la società civile, ma anche organismi internazionali, quali l'ONU e il Parlamento europeo.

Guglielmo Tamburrini, professore di Filosofia della scienza e della tecnologia presso l'Università di Napoli, riassume così [31] le iniziative volte a mettere al bando le armi autonome: *“Queste iniziative si concentrano sulle minacce che le armi autonome pongono per il rispetto del diritto internazionale umanitario, per il mantenimento della catena delle responsabilità in azioni belliche e per il ri-*

*spetto della dignità degli esseri umani coinvolti”*, spiegando con molta chiarezza le implicazioni di ognuno di questi problemi, la cui soluzione resta al di là delle possibilità attuali dell'IA. Anzi, si può considerare tuttora come un ostacolo insormontabile l'idea che sia una macchina a decidere se un essere umano debba vivere o morire nel corso di un conflitto.

In definitiva, lo scenario che al momento sembra più plausibile è quello in cui le macchine saranno dotate di crescente autonomia, ma continueranno ad agire sotto la supervisione degli esseri umani.

## Verso un codice etico per l'IA

Una prima bozza di linee e principi guida di codice etico per l'IA è stata pubblicata dall'UE [32], mentre le raccomandazioni per una “Good AI Society” del gruppo AI4People sono disponibili in [33]. Lavori di questo livello testimoniano l'attenzione che l'Europa sta dedicando a un settore cruciale, cioè alla consapevolezza per un'etica dell'intelligenza artificiale [34].

Come primo esempio proponiamo, nell'efficace sintesi [35], i risultati di un gruppo di ricerca dell'Università di Osnabrück (Germania), che afferma di essere riuscito a insegnare a una macchina a comportarsi secondo una precisa morale [36-37].

*Il gruppo, guidato da Leon Sütfeld dell'Istituto di scienze cognitive dell'ateneo tedesco, ha attribuito a un'automobile a guida autonoma un codice morale di persone, animali o cose. Il codice morale è contenuto in un algoritmo realizzato in base all'osservazione di volontari alle prese con un sistema di realtà virtuale immersiva. Nell'esperimento erano proposte ai conducenti situazioni di guida complicate, simili a quelle di una mattina molto nebbiosa, con visibilità ridotta quasi a zero. Durante la guida virtuale, di fronte ai volontari apparivano ostacoli improvvisi, come mamme con il passeggino, cani o altre automobili. Le reazioni sono state catalogate e analizzate per individuare eventuali schemi ricorrenti nelle decisioni dei guidatori. In questo modo i ricercatori hanno creato un modello finale in cui a ogni essere vivente od oggetto inanimato è attribuito un valore, corrispondente al livello di protezione che le persone sono disposte ad assicurare in caso di pericolo. Il tutto dimostrerebbe, secondo i ricercatori, che lo schema con cui prendiamo decisioni dettate dalla nostra morale in caso di ostacoli stradali che non si possono evitare può essere tradotto fedelmente in un algoritmo implementabile su ogni macchina. I ricercatori si sono fatti anche qualche*

domanda riguardo alla loro scoperta. Secondo Gordon Pipa, uno degli autori, “ora ci troviamo di fronte a due quesiti: se i sistemi autonomi debbano o meno adottare un codice morale da seguire e, in caso affermativo, se nell’applicarlo debbano imitare gli esseri umani, con tutta la loro fallibilità, oppure adottare un’etica universale”, che tuttavia andrebbe individuata e scelta tra le tante possibili.

Come secondo esempio proponiamo la stimolante e pragmatica idea della “manopola etica” che ricercatori dell’Università di Bologna descrivono nel lavoro [38], pubblicato nel numero monografico di *Artificial Intelligence and Law* [13], interamente dedicato a “Machine Law”. Questi studiosi avanzano l’idea di dotare le auto a guida autonoma di una manopola a tre posizioni di cui il guidatore può scegliere la responsabilità di un comportamento a) altruista, b) egoista, c) imparziale. La scelta, di cui il conducente rimane l’unico responsabile anche a livello legale, discende dai valori attribuiti alle vite di passeggeri e terzi (pedoni e/o passanti), nell’evenienza di incidente.

Nel lungo termine, l’ambizioso obiettivo dei nuovi sistemi tecnologici cognitivi è di realizzare automobili totalmente autonome in grado di ridurre drasticamente gli incidenti stradali [39], con l’obiettivo di cercare di azzerarli asintoticamente nel corso del tempo.

## Trasparenza e opacità dei sistemi di IA

Un altro tema ricco di implicazioni morali è legato alla trasparenza/opacità degli algoritmi utilizzati nei sistemi di IA. L’importanza e la criticità degli algoritmi sono evidenti, ma come possono essere giudicati e modificati se la logica con cui vengono costruiti rimane spesso inaccessibile e se le eventuali conseguenze negative diventano palesi solo dopo un tempo relativamente lungo?

Due esempi interessanti, entrambi in campo sanitario, sono riportati nel breve articolo di Elisa Strickland [40]. Nel primo caso, l’algoritmo utilizzato in un centro medico per identificare i pazienti più bisognosi di cure si è dimostrato polarizzato verso i pazienti bianchi (*racial bias*), nel senso che i pazienti afro-americani dovevano raggiungere una soglia di malattia più alta per essere accettati. L’algoritmo funzionava correttamente e in realtà il colore della pelle del paziente non era incluso come variabile nella predizione. Il difetto era insito nella progettazione dell’algoritmo: la predizione delle spese mediche di ciascun paziente nell’anno

successivo era fatta basandosi su dati storici, con la conseguenza che i pazienti bianchi, avendo solitamente speso di più, risultavano generalmente più bisognosi di cure dei pazienti neri.

Nel secondo caso, l’algoritmo doveva permettere di accelerare il processo di selezione dei pazienti che potevano essere dimessi da un ospedale nell’arco delle 48 ore successive. Avendo incluso tra le variabili da tenere in considerazione l’indirizzo del paziente, a parità di ogni altra condizione, risultava una percentuale molto più alta di dimissioni a favore di pazienti residenti nei quartieri più ricchi, perché storicamente questi avevano un tempo minore di permanenza nella struttura ospedaliera.

Talvolta questi difetti di progettazione possono essere rilevati e corretti, ancor prima che l’algoritmo entri in azione su vasta scala, attraverso attività di *auditing* specializzate che permettono di identificare i gruppi di persone su cui il successo o il fallimento dell’algoritmo può avere l’impatto maggiore, ma in altri casi è richiesto molto tempo per rilevare risultati fuorvianti o errati, o come minimo privi di importanza pratica. Si parla di “IA resa comprensibile” (*Explainable AI*, abbreviata in XAI) per indicare metodi e tecniche dell’IA che consentono a qualificati esperti della materia di comprendere i risultati degli algoritmi, in contrasto con il concetto di “scatola nera”, dove neppure il progettista è in grado di spiegare perché l’algoritmo è arrivato a una certa decisione. Infatti, tradurre problemi concreti in algoritmi può comportare semplificazioni, ipotesi, compromessi, spesso polarizzazioni cognitive: per esempio, può essere problematico l’uso dell’IA per prevedere la recidività di un profilo criminale [41-42].

Per le questioni su introdotte, il primo passo, necessario ma non sufficiente, è rendere trasparente la scatola nera, eliminandone l’“opacità”, o, perlomeno, farle assumere un più gestibile colore grigio, intermedio fra il nero di oggi e il bianco dell’obiettivo finale.

La *governance* tramite standard e processi trasparenti è indispensabile per realizzare la piena sicurezza dei sistemi di IA in modo da conseguire la fiducia di buona parte dell’opinione pubblica. In uno scenario favorevole, ma realistico, il progettista dovrà sviluppare - in modo sistematico e non desultorio - criteri progettuali (*design*) e decisionali trasparenti, assumendosi sempre più la responsabilità (*accountability*) del comportamento etico dell’algoritmo (sequenza di operazioni codificate in istruzioni software). Una progettazione, dunque, che, cognitivamente, deriva dall’esercizio delle capacità critiche dell’uomo; e che, operativamente, è basata su un programma in grado di

rilevare i problemi e di correggerli. Osserviamo, *en passant*, che il secondo punto è quanto fa, da decenni, un bravo progettista nel campo hardware con l'impiego di codici rivelatori e correttori d'errori (*error detection and correction coding*) nei sistemi di comunicazione digitali.

## Istruzione, formazione, riqualificazione

Presumibilmente, i progressi indotti dall'IA daranno vita a un'epoca di maggiore prosperità e benessere, di conoscenze senza precedenti, ma il transitorio a questo stato potrà essere lungo, anche aspro, se non sapremo adattarci, fin da subito, quanto a economia, politiche sociali, comportamenti collettivi [43-44]. Per esempio, far sposare le imprese più avvedute con le nuove tecnologie è la sfida dell'iniziativa Industria/Impresa 4.0, dove IA e robotica insieme possono agire da catalizzatori. Bisogna accettare che il futuro, per incrementare la produttività e assicurare il successo nei settori tecnico-economici, non sarà esclusivamente umano né esclusivamente artificiale: si troverà in tutti e due. La parola-chiave è "arricchimento" o "potenziamento" (*augmentation*) in grado di sfruttare a favore di entrambi la sinergia fra macchine e umani per un lavoro migliore, più intelligente e più veloce [45-46].

Nell'articolo "How IA will change medicine" (contenuto nel dossier di *Nature* "AI and Digital Health" [15]), Claudia Wallis esprime chiaramente questo concetto: "Nonostante i timori che le macchine possano sostituire gli uomini, la maggior parte degli esperti ritiene che l'intelligenza artificiale e l'intelligenza umana lavoreranno in sinergia. La preoccupazione maggiore è una carenza di persone che abbiano sia conoscenze biomediche sia abilità nella costruzione di algoritmi."

Un episodio del film *Il diritto di contare* (2016), diretto da Theodore Melfi, riporta la storia (vera) di Dorothy Vaughan, una matematica che lavorò come "calcolatrice umana" per la NASA, a Langley, USA, negli anni Sessanta. Quando la NASA installò il primo mainframe 7090 dell'IBM, Dorothy temette che lei e la sua squadra avrebbero ben presto perso il lavoro, ma fu previdente nell'anticipare la necessità della NASA di allestire un team di programmazione. Imparò autonomamente il linguaggio scientifico FORTRAN per insegnarlo poi alle sue collaboratrici. Significativo è il fatto che la pugnace Dorothy, non avendo accesso alla sezione riservata ai bianchi della biblioteca comunale in quanto afro-americana, fu costretta a sottrarre furtivamente il manuale d'istruzione FORTRAN, ivi disponibile in copia unica. Questa équipe di intrepide matematiche diventò così il primo team di pro-

grammazione della NASA. Qual è la lezione che ci insegna questa storia? Che, invece di lottare contro i cambiamenti tecnologici o, peggio, demonizzarli, conviene governarli, facendoli propri.

Non dobbiamo dimenticare che siamo complementari e simbiotici con gli utensili da centinaia di millenni e con le macchine da secoli, in modo socialmente ed eticamente sostenibile: la padronanza di nuove tecnologie è andata di pari passo con l'evoluzione della nostra specie; inoltre, capacità cognitiva e arte tecnologica si sono arricchite e rafforzate a vicenda. Sono però urgenti grandi interventi di *re-skilling* e riqualificazione delle risorse umane sia per evitare di diventare noi stessi protesi delle macchine sia per salvarci da forme di "deficienza artificiale"<sup>4</sup>.

Come accennato nel paragrafo che introduce il problema del trolley, Floridi argomenta, a ragione, per ridimensionare la portata del dilemma del carrello, ma gli studiosi di discipline scientifiche (*Science, Technology, Engineering and Mathematics* - STEM) e di *humanities* devono lavorare insieme per approfondire le regole che governano il comportamento degli esseri umani, prima di poter trasferire le considerazioni morali in opportuni algoritmi. Sull'esercizio di razionalità, ragione, ragionevolezza e affini, nonché sulla necessità di ripensare percorsi di istruzione ed educazione in chiave integrativa anziché alternativa, rimandiamo a [19, 27-28].

## Conclusioni

*Il digitale e l'IA non sono nostri nemici, bensì risorse da sfruttare.*

Stuzzicante è l'argomentazione di base di Federico Faggin [48]: "Essendo il computer un sistema riduttivo, la sua «coscienza» non può aumentare con il numero dei suoi componenti elementari (i transistor), e pertanto non può superare quella di un transistor", osservazione poi ripresa e compiutamente sviluppata nel saggio [49]. La coscienza è

<sup>4</sup> Sempre attuale, benché risalente ad anni fa, è l'ironica considerazione di Giuseppe Pontiggia sulla "ottusità [...] degli avveniristi, felici di ripetere che le macchine sono già più intelligenti di loro. E c'è da credere sulla parola". Allo stesso tempo, Pontiggia giudicava "deludente la sufficienza degli intellettuali" sostenitori di posizioni passatiste nei confronti di forme artistiche quali cinema, radio, televisione o novità tecnologiche come l'informatica. [47, pp. 34-35].

<sup>5</sup> A proposito di sentimenti di macchine artificiali, è noto che la fantasia spesso anticipa e supera la realtà: già Hal 9000, il paranoico e malvolente supercomputer di *2001: Odissea nello spazio* (1968), era in grado di provare empatia cognitiva, sia pure imbibita di tutta l'umana maliziosa perfidia - per la quale azzardiamo il neologismo "disempatia". La fantasia realizzava dunque, cinquant'anni fa, ciò che oggi stan-

peraltro un concetto sfuggente e per tentare di definirla - ambito di competenza di filosofi, psicologi, neuroscienziati - si corre il rischio di scivolare in un pantano metafisico-ontologico, da cui preferiamo tenerci lontani. Per una prima panoramica d'orientamento su questi temi, rinviamo il lettore a [50]. Altri studiosi qualificati mettono in dubbio le capacità predittive dei computer, per quanto potenti essi siano (per es., [43-44]). E ancora, Stuart Russell (Università della California, Berkeley) ci allerta sulla necessità di vigilare e tenere fin d'ora sotto controllo l'IA, soprattutto, nelle sue realizzazioni super-intelligenti. Quando il rischio si è già manifestato, è improbabile che risulti efficace ogni tentativo di spegnere una macchina così potente, la quale, presumibilmente, ha già anticipato questa possibilità e, conseguentemente, ha preso tutte le opportune misure per evitarla [51]<sup>5</sup>. La soluzione - secondo Russell - è *“rimodellare e ricostruire i fondamenti dell'IA”*, essendo consapevoli che *“i rischi [dell'IA] [...] non sono né da sottovalutare né insuperabili”*; è indispensabile però agire senza indugio.

*“Insomma, ci attendono grandi cambiamenti. Molti prodotti dell'intelligenza artificiale miglioreranno significativamente il nostro destino. Ma alcuni avranno delle conseguenze non volute (anche se talvolta prevedibili) che rappresenteranno una minaccia per aspetti importanti della vita umana. Per questo motivo alla ricerca sull'intelligenza artificiale non si dovrebbe concedere totale carta bianca”*, è l'equilibrata previsione riportata in [3], che ci sentiamo di condividere.

I precedenti sono esempi di visioni di scienziati qualificati e competenti che con lucido acume argomentativo, con il rigore logico del pensiero razionale e con il metodo scientifico individuano limiti e problemi dell'IA, non solo proponendo diagnosi, ma anche intravedendo soluzioni possibili. D'altra parte, sia pure con rammarico, dobbiamo ricordare casi dove i pregiudizi più diffusi e gratuiti tentano, attraverso il brillante argomentare dei loro autori, di raggiungere dignità filosofica e let-

no cercando di fare algoritmi avanzati di IA: la lettura delle labbra, oltre che la comprensione del linguaggio e la capacità di ragionamento degli umani.

<sup>6</sup> Il problema, soprattutto italiano, è legato alla ben nota invadenza critica e assai poco costruttiva di una farragine di intellettuali, *opinion maker* e tuttologi, portatori di competenze perlomeno dubbie nelle discipline tecnico-scientifiche di cui amano discettare su improbabili palcoscenici mediatici. Anche un deprecabile uso delle reti sociali nel web contribuisce a destituire di autorità e autorevolezza la tecnoscienza come disciplina e metodo, relegandola tra le tante narrazioni che, nel mercato delle opinioni, si contendono i favori del pubblico. Atteggiamenti di questo tipo sono, purtroppo, di ostacolo allo sviluppo in molti settori applicativi dell'IA e della robotica.

teraria<sup>6</sup>. Significativo al riguardo è l'esempio riportato dallo studioso delle reti Alessandro Vespignani [52, p. 101] a proposito dell'editorialista di un quotidiano italiano a grande diffusione. Costui, in un pezzo inutilmente provocatorio dal titolo emblematico *“Abbasso gli algoritmi”*, definì due studiosi di algoritmi predittivi come *“manichini del sapere moderno”* che si *“illudono di domare le loro insicurezze con una serie di algide formulette”*. In generale, il saggio divulgativo [52] offre un'ampia rassegna - con ricchezza di aneddoti - del ruolo delle reti sociali nel predire, per esempio, l'andamento dei mercati azionari, i risultati elettorali e, soprattutto, la diffusione di virus ed epidemie - tutti fenomeni, questi, di grande rilevanza e attualità (le epidemie, in particolare, possono avere una circolazione psicologica, o *“infodemia”*, diversa da quella biologica reale, anche in conseguenza di regole di comunicazione mediatiche che cambiano in modo aleatorio).

Sta a noi vigilare criticamente sull'evoluzione del mondo dell'IA (robotica compresa) per far sì che il nostro futuro sia coinvolgente e vantaggioso. Diventa allora ancora più necessario esercitare un acuto senso critico guidato dal pensiero razionale, dalla logica, dalla capacità di analisi e di giudizio, alimentati dall'informazione fattuale. Senza dimenticare che la ricerca deve sempre ispirarsi a principi e codici etici estremamente solidi, non disgiunti da senso di responsabilità delle conseguenze a tutto campo (*accountability*), dall'impegno civico-sociale e dall'atteggiamento etico-morale (anche se per Leo Longanesi *“è meglio assumere un sottosegretario che una responsabilità”*). Non meno rilevante è la coerenza tra il comportamento e il pensiero, che si dovrebbe seguire sulle questioni più sensibili e i temi più cruciali, tuttora aperti e ampiamente dibattuti. Le finalità di un ricercatore devono essere sia educative sia culturali, tanto formative quanto informative, perché il suo ruolo non può limitarsi alla ricerca meramente speculativa o all'attività di laboratorio.

Per realizzare in maniera proattiva questa visione di umanesimo digitale, occorre non solo vigilare ed educare, ma anche - obiettivo assai più ambizioso - bisogna che dialogo e dialettica ritornino ad essere gli strumenti per recuperare *ἐπιστήμη* (episteme, il dominio della conoscenza) e *τέχνη* (techne, perizia progettuale e realizzativa) in una proficua unità di intenti. Infatti, le due culture - l'umanistica e la tecnico-scientifica - grazie ai numerosi punti di potenziale fertilizzazione reciproca, anziché realtà in contrapposizione o in alternativa, sono due facce della stessa medaglia: il sapere interdisciplinare. Solo così l'uomo potrà conservare la propria centralità - e questo è il nostro auspicio.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Lewis: *Un'amicizia da Nobel. Kahneman e Tversky, l'incontro che ha cambiato il nostro modo di pensare*, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2017.
- [2] M. Somalvico: *L'intelligenza artificiale*, Milano, Rusconi Editore, 1987.
- [3] M.A. Boden: Intelligenza artificiale, in J. Al-Khalili (a cura di), *Il futuro che verrà. Quello che gli scienziati possono prevedere*, Torino, Bollati Boringhieri, 2018, pp. 125-135.
- [4] N. Sharkey: La robotica, in J. Al-Khalili (a cura di), *Il futuro che verrà cit.*, pp. 181-191.
- [5] P. Pozzi (a cura di): *Immagini del digitale. Dopo il Bit Bang. Studi in onore di Giorgio Pacifici per i suoi ottant'anni*, vol. 3, Roma-Alghero, Nemapress Edizioni, 2019.
- [6] A. Luvison: La società e l'ecosistema digitale, in P. Pozzi (a cura di), *Immagini del digitale* [5], pp. 11-47.
- [7] A. Luvison: L'ecosistema dell'innovazione digitale: analisi critica, *AEIT*, vol. 104, n. 3-4, marzo-aprile 2017, pp. 6-27, [www.aeit.it/aeit/edicola/aeit/aeit2017/aeit2017\\_02\\_cisa/aeit2017\\_02\\_riv.pdf](http://www.aeit.it/aeit/edicola/aeit/aeit2017/aeit2017_02_cisa/aeit2017_02_riv.pdf)
- [8] A. Luvison: Editoriale. L'ecosistema digitale: le responsabilità di chi sviluppa l'ICT, *AEIT*, vol. 105, n. 7-8, luglio-agosto 2018, pp. 4-5, [www.aeit.it/aeit/edicola/aeit/aeit2018/aeit2018\\_04\\_cisa/aeit2018\\_04\\_riv.pdf](http://www.aeit.it/aeit/edicola/aeit/aeit2018/aeit2018_04_cisa/aeit2018_04_riv.pdf)
- [9] P. Pozzi: Pensare il digitale. Dopo il Bit Bang, in P. Pozzi (a cura di), *Immagini del digitale* [5], pp. 49-86.
- [10] A. Dunia, A. Surbone, P. Terna: *Il lavoro e l'occupazione all'epoca dei robot. Intelligenza artificiale e non-occupazione*, Milano, Meltemi, 2019.
- [11] D. Edmonds: *Uccideresti l'uomo grasso? Il dilemma etico del male minore*, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2014.
- [12] AA. VV.: Dossier Intelligenza artificiale - Auto senza guidatore, *Le Scienze*, n. 576, agosto 2016, pp. 38-55.
- [13] AA. VV.: Special Issue: Machine Law, *Artificial Intelligence and Law*, vol. 25, n. 3, settembre 2017, pp. 251-378, [www.springerprofessional.de/en/artificial-intelligence-and-law-3-2017/15085774](http://www.springerprofessional.de/en/artificial-intelligence-and-law-3-2017/15085774)
- [14] AA. VV.: Special Issue: Machine Ethics: The Design and Governance of Ethical AI and Autonomous Systems, *Proceedings of the IEEE*, vol. 107, n. 3, marzo 2019.
- [15] AA. VV.: Special Report: Innovation in AI and Digital Health, *Nature*, vol. 576, 18-26 dicembre 2019, pp. S48-S63, [www.nature.com/collections/gdeaidfdag](http://www.nature.com/collections/gdeaidfdag)
- [16] E. Awad et al.: The Moral Machine experiment, *Nature*, vol. 563, 1 novembre 2018, pp. 59-64. [www.nature.com/articles/s41586-018-0637-6.pdf](http://www.nature.com/articles/s41586-018-0637-6.pdf)
- [17] K. Hao: Should a self-driving car kill the baby or the grandma? Depends where you're from, *MIT Technology Review*, 24 ottobre 2018, [www.technologyreview.com/s/612341/global-ethics-study-aims-to-help-ai-solve-the-self-driving-trolley-problem/](http://www.technologyreview.com/s/612341/global-ethics-study-aims-to-help-ai-solve-the-self-driving-trolley-problem/)
- [18] L. Floridi: *L'intelligenza artificiale. Cosa cambierà nella nostra società e nella nostra vita*, 14 novembre 2017, Politecnico di Torino, [www.fondazione scuola.it/costruire-futuro/intelligenza-artificiale](http://www.fondazione scuola.it/costruire-futuro/intelligenza-artificiale)
- [19] T. Bassetti, A. Luvison: Apologia della ragione scientifica - III: decisioni, e giochi strategici, *Mondo Digitale - Rassegna critica del settore ICT*, anno XVII, n. 76, maggio 2018, pp. 1-30, [http://mondodigitale.aicanet.net/2018-3/Articoli/MD76\\_01\\_Apologia\\_della\\_ragione\\_scientifica-III.pdf](http://mondodigitale.aicanet.net/2018-3/Articoli/MD76_01_Apologia_della_ragione_scientifica-III.pdf)
- [20] H.P. Moravec: *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence*, Cambridge (MA), Harvard University Press, 1988.
- [21] C. Anderson: *La coda lunga. Da un mercato di massa a una massa di mercati*, Torino, Codice Edizioni, 2008.
- [22] N.N. Taleb: *Il Cigno nero. Come l'improbabile governa la nostra vita*, Milano, il Saggiatore, 2008.
- [23] B.M. Boghosian: Misurare la disuguaglianza, *Le Scienze*, n. 618, febbraio 2020, pp. 56-63.
- [24] H.J. Levesque: *Common Sense, the Turing Test, and the Quest for Real AI*, Cambridge (MA), The MIT Press, 2018.
- [25] D. Kahneman: *Pensieri lenti e veloci*, Milano, Mondadori, 2012.
- [26] H.J. Trussell: Point of View: Why a Special Issue on Machine Ethics, *Proceedings of the IEEE*, vol. 106, n. 10, ottobre 2018, pp. 1774-1778, <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=8472909>
- [27] A. Luvison: Apologia della ragione scientifica, *Mondo Digitale - Rassegna critica del settore ICT*, anno XII, n. 45, marzo 2013, pp. 1-28, [http://mondodigitale.aicanet.net/2013-1/articoli/05\\_LUVISON.pdf](http://mondodigitale.aicanet.net/2013-1/articoli/05_LUVISON.pdf)
- [28] A. Luvison: Apologia della ragione scientifica - II: strumenti per decidere, *Mondo Digitale - Rassegna critica del settore ICT*, anno XIII, n. 55, dicembre 2014, pp. 1-31, [http://mondodigitale.aicanet.net/2014-7/articoli/03\\_Apologia\\_della\\_ragione\\_scientifica\\_II.pdf](http://mondodigitale.aicanet.net/2014-7/articoli/03_Apologia_della_ragione_scientifica_II.pdf)
- [29] P. Domingos: *L'algoritmo definitivo. La macchina che impara da sola e il futuro del nostro mondo*, Torino, Bollati Boringhieri, 2016.
- [30] N. Ronzitti: Uso e sviluppo delle armi autonome. Prospettive per un controllo a livello internazionale, Istituto Affari Internazionali (IAI), *Note dell'Osservatorio di politiche internazionali*, n. 81, marzo 2018, pp. 1-12, [https://www.iai.it/sites/default/files/pi\\_n\\_0081.pdf](https://www.iai.it/sites/default/files/pi_n_0081.pdf)
- [31] G. Tamburrini: È possibile un'etica per le armi intelligenti?, *Nova-Il Sole 24 Ore*, anno 155, n. 282, 13 ottobre 2019, p. 14.
- [32] The European's Commission High-Level Experts Group on Artificial Intelligence: *Draft Ethics Guidelines for Trustworthy AI: Working Document for Stakeholders' Consultation*, 18 dicembre 2018, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/draft-ethics-guidelines-trustworthy-ai>
- [33] L. Floridi et al.: AI4People - An ethical framework for Good AI Society: Opportunities, risks, principles, and recommendations, *Minds and Machines*, vol. 28, n. 4, dicembre 2018, pp. 689-707, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11023-018-9482-5.pdf>
- [34] L. Floridi: Consapevolezza per un'etica dell'intelligenza artificiale, *Nova-Il Sole 24 Ore*, anno 155, n. 12, 13 gennaio 2019, p. 11.
- [35] R. Oldani: Come insegnare alle macchine un codice morale, *Le Scienze*, n. 589, settembre 2017, p. 25.

- [36] A. Wächter et al.: Human decisions in moral dilemmas are largely described by Utilitarianism: Virtual car driving study provides guidelines for ADVs, *eprint arXiv*, 23 giugno 2017, pp. 1-24, <https://arxiv.org/abs/1706.07332>
- [37] L.R. Sütfeld et al.: Using virtual reality to assess ethical decisions in road traffic scenarios: Applicability of value-of-life-based models and influences of time pressure, *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, vol. 11, 25 luglio 2017, pp. 1-13, [www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbeh.2017.00122/full](http://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbeh.2017.00122/full)
- [38] G. Contissa, F. Lagioia, G. Sartor: The ethical knob: Ethically-customisable automated vehicle and the law, in AA. VV.: Special Issue: Machine Law [13], pp. 365-378, [https://papers.ssrn.com/sol3/Papers.cfm?abstract\\_id=2881280](https://papers.ssrn.com/sol3/Papers.cfm?abstract_id=2881280)
- [39] M. Duncan, A. Imbruglia, S. Glicerini: Il percorso e le opportunità verso la guida autonoma, *AEIT*, vol. 106, n. 3-4, marzo-aprile 2019, pp. 50-55, [www.aeit.it/aeit/edicola/aeit/aeit2019/aeit2019\\_02\\_cisa/aeit2019\\_02\\_riv.pdf](http://www.aeit.it/aeit/edicola/aeit/aeit2019/aeit2019_02_cisa/aeit2019_02_riv.pdf)
- [40] E. Strickland: Health care algorithms show racial bias, *IEEE Spectrum*, vol. 57, n. 1, gennaio 2020, pp. 6-7, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8946292>
- [41] A. Forcyarz, D. Leufer, K. Szymielewicz: Black-boxed politics: Opacity is a choice in AI systems, *Medium*, 17 gennaio 2020, <https://medium.com/@szymielewicz/black-boxed-politics-cebc0d5a54ad>. Trad. it.: Nella scatola nera, *Internazionale*, anno 27, n. 1346, 21-27 febbraio 2020, pp. 40-47.
- [42] A. Carobene: Scelte profonde d'intelligenza artificiale, *Nova - Il Sole 24 Ore*, anno 156, n. 39, 9 febbraio 2020, p. 39.
- [43] M. Rasetti: Big Data, scienza dei dati, intelligenza artificiale, sogni e pericoli, relazione al *Convegno "Saperi e metodologie a confronto"*, Accademia delle Scienze di Torino, 22 gennaio 2019, [www.youtube.com/watch?v=E3jmwD\\_sjsM](http://www.youtube.com/watch?v=E3jmwD_sjsM)
- [44] M. Rasetti: Il dato è tratto. *Big data* e intelligenza artificiale tra scienza e società, *Asimmetrie*, anno 14, n. 27, ottobre 2019, pp. 4-9, [www.asimmetrie.it/il-dato-e-tratto](http://www.asimmetrie.it/il-dato-e-tratto) (Questo numero di *Asimmetrie*, la rivista dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - INFN, ha come focus i *big data* e l'IA).
- [45] H.J. Wilson, P.R. Daugherty: Collaborative intelligence: Humans and AI are joining forces, *Harvard Business Review*, vol. 96, n. 4, luglio-agosto 2018, pp. 114-123.
- [46] T.H. Davenport: *The AI Advantage: How to Put the Artificial Intelligence to Work*, Cambridge (MA), The MIT Press, 2018.
- [47] G. Pontiggia: *Le sabbie immobili*, Bologna, il Mulino, 1991.
- [48] F. Faggini: Sarà possibile fare un computer consapevole?, *Mondo Digitale - Rassegna critica del settore ICT*, anno XIV, n. 61, dicembre 2015, pp. 1-13. <http://disf.org/files/computer-consapevole-faggini.pdf>
- [49] F. Faggini: *Silicio. Dall'invenzione del microprocessore alla nuova scienza della consapevolezza*, Milano, Mondadori, 2019.
- [50] S. Blackmore: *Coscienza*, Roma, Le Scienze-Oxford University Press, 2019.
- [51] S. Russell: It's not too soon to be wary of AI, *IEEE Spectrum*, vol. 56, n. 10, ottobre 2019, pp. 46-51, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8847590>
- [52] A. Vespignani (con R. Rijntano): *L'algoritmo e l'oracolo. Come la scienza predice il futuro e ci aiuta a cambiarlo*, Milano, il Saggiatore, 2019.



Dal 1897 l'AEIT promuove e diffonde in ambito nazionale lo studio dell'elettricità e lo sviluppo delle sue applicazioni nei campi dell'energia, delle telecomunicazioni, dell'automazione e del trattamento dell'informazione.

Tale missione si concretizza in numerose attività culturali, tra le quali l'organizzazione di conferenze, giornate di studio, seminari e visite tecniche, nonché attraverso l'assegnazione di premi e borse di studio rivolte ai giovani.

Ogni anno AEIT, con le sue 19 Sezioni e 4 Societies, organizza su tutto il territorio nazionale oltre 100 incontri rivolti ai propri Soci, Aziende e a tutti gli operatori del settore sui temi più attuali e rilevanti del sistema energetico italiano con particolare riferimento alle nuove tecnologie emergenti



#### Per ulteriori informazioni e iscrizioni:

AEIT - Ufficio Centrale - Via Mauro Macchi, 32 - 20124 Milano  
tel. 02.87389960 • fax 02.66989023 • e-mail: [soci@aeit.it](mailto:soci@aeit.it) • web: [www.aeit.it](http://www.aeit.it)

# Intelligenza artificiale: come sta modificando i mercati e l'economia

Pietro Terna *Università di Torino*

L'attenzione sulle applicazioni dell'IA in campo economico è concentrata sulle applicazioni in campo finanziario. Esiste, meno visibile, anche il campo d'impiego dell'IA dell'economia reale con la produzione e i mercati dei beni, intesi come merci e servizi, in prospettiva ancora più importante

## **Primo passo: la pianificazione degli anni '60 e la cibernetica**

**L**a cibernetica, con la ricerca delle equivalenze nel funzionamento dei sistemi naturali e artificiali, è alla radice di tanti progressi della scienza nella seconda parte del XX secolo; nell'opinione non solo di chi scrive, anche dell'intelligenza artificiale.

In relazione alla società nel suo complesso, in Gerovitch [1] si propongono alcuni passaggi che delineano i collegamenti tra cibernetica, tecnologia dell'informazione, pianificazione economica e realtà economica: *"Nell'ottobre 1961, appena in tempo per l'apertura del ventiduesimo congresso del Partito comunista, il Consiglio per la cibernetica dell'Accademia delle scienze sovietica pubblicò un volume intitolato appropriatamente La cibernetica al servizio del comunismo. Questo libro ha delineato i grandi potenziali vantaggi dell'applicazione dei computer e dei modelli cibernetici in una vasta gamma di settori, dalla biologia e medicina al controllo della produzione, ai trasporti e all'economia. In particolare, l'intera economia sovietica è stata in-*

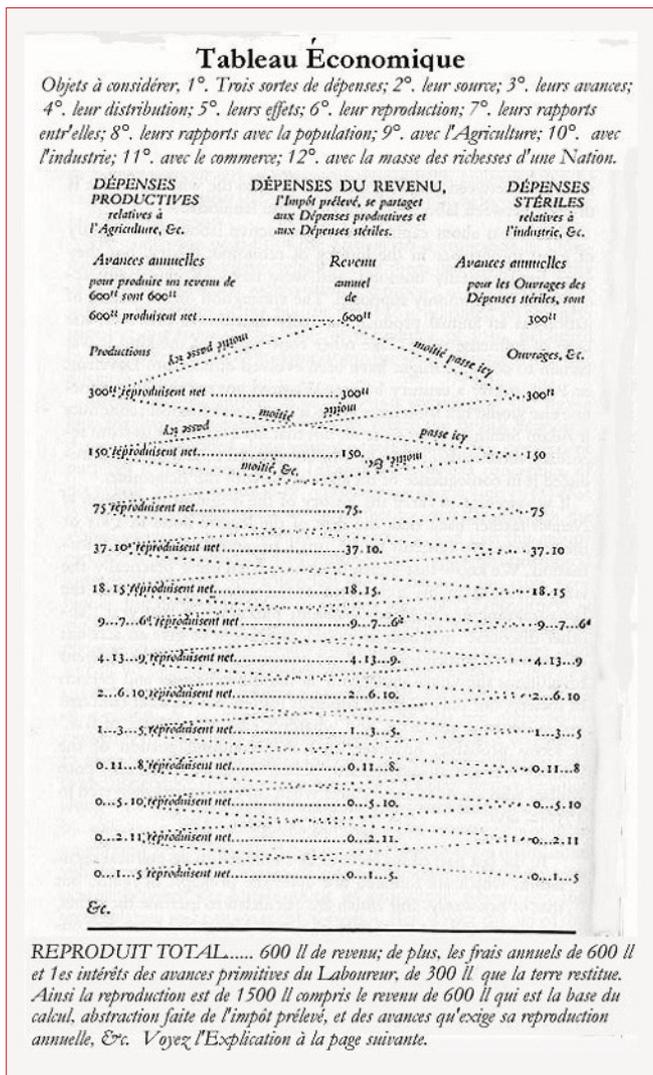
*terpretata come 'un complesso sistema cibernetico, che incorpora un numero enorme di vari circuiti di controllo interconnessi'. I cibernetici sovietici hanno proposto di ottimizzare il funzionamento di questo sistema creando un gran numero di centri informatici regionali per raccogliere, elaborare e ridistribuire i dati economici per una pianificazione e una gestione efficienti. Il collegamento di tutti questi centri in una rete nazionale avrebbe portato alla creazione di un unico sistema automatizzato di controllo dell'economia nazionale"*.

Il termine cibernetica si estendeva, nell'interpretazione sovietica, significativamente anche alla scienza dell'organizzazione.

Il grande piano economico informatizzato non si è trasformato in realtà a causa di una sequenza di contrasti tra i decisori; contrasti molto più rilevanti che i problemi tecnologici. A difficoltà stava anche nella progettazione di un sistema *top-down* perfetto, dimenticando la necessità di procedere con prove ed errori, adattamenti e apprendimento, come per lo sviluppo di qualsiasi sistema computerizzato ad ampio raggio. Ancora in Gerovitch [2], nell'ultimo capitolo si propone un'analisi approfondita dei complessi legami tra problemi economici, considerazioni sul potere, resistenze burocratiche e prospettiva cibernetica, con continui riferimenti a Berg [3], vale a dire al responsabile del Consiglio per la cibernetica citato.

In parallelo si svilupparono, grazie al calcolo automatico, i modelli che guardano agli scambi tra i settori produttivi, come nucleo di ragionamento per la programmazione economica: di indirizzo in molti Paesi occidentali; per la pianificazione, nei Paesi a indirizzo comunista.

Le radici di questi modelli stanno nel *Tableau économique* di François Quesnay, datato 1758, ma già circolato precedentemente in varie versioni. Nella figura 1 si evidenzia una tavola tratta dall'opera.



**Figura 1**

Una pagina del Tableau économique di François Quesnay, 1758  
Fonte: <https://educalingo.com/it/dic-de/tableau-economique>

L'opera fondamentale, da cui derivano le tavole operative introdotte nello scorso secolo, è quella di Wassily Leontief; tra i molti possibili riferimenti, si veda [4]. In Italia, l'importante studiosa Vera Cao-Pinna pubblicò [5] in quel periodo una tavola delle transazioni a 23 settori.

Certo il vero sviluppo si ebbe solo con il calcolo elettronico e soprattutto con i moderni computer: si pensi che una tavola contemporanea del U.S. Bureau of Economic Analysis ha 405 settori.

## Secondo passo: la simulazione agent-based, anche per la pianificazione, e l'arrivo delle applicazioni dell'intelligenza artificiale

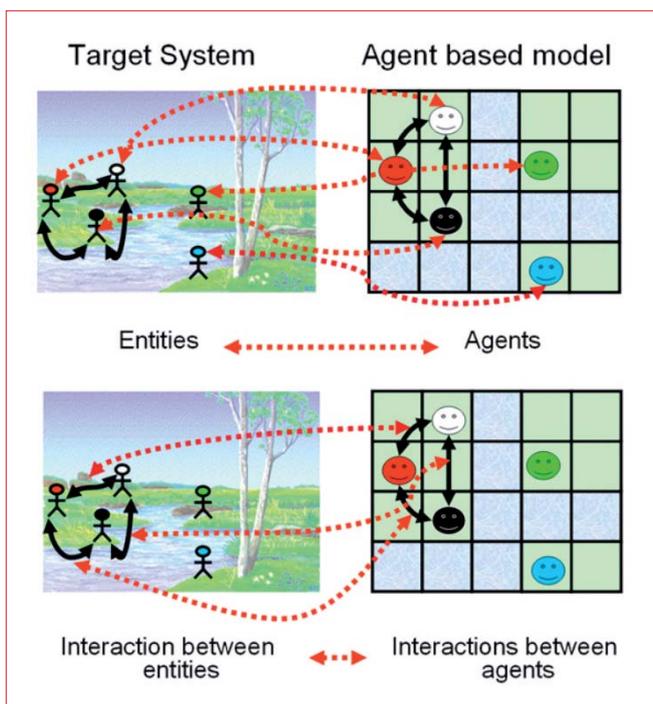
Più di recente, a partire da circa 30 anni fa, abbiamo avuto i modelli basati sugli agenti (*Agent-Based Models - ABM*), che possono anche essere utilizzati per esperimenti e apprendimento fondati su prove ed errori.

Questa metodologia consente la costruzione di mondi artificiali popolati da agenti che, con il loro comportamento, spiegano in modo interattivo l'emergere di effetti di tipo macro. Considerando le componenti casuali nelle azioni di quegli agenti, si tratta anche una sorta di estensione in campo economico-sociale sia della metodologia Monte Carlo, sia della *Discrete Event Simulation - DES*; in ogni caso, aggiungendo capacità cognitive e processi decisionali agli agenti.

Un'immagine autoesplicativa di una struttura di simulazione basata su agenti - e del ruolo dello studioso che la costruisce - è quella della figura 2: a sinistra, abbiamo gli agenti reali, inclusi gli osservatori, a destra gli agenti artificiali e le loro interazioni, che escludono gli osservatori.

Il primo programma generalizzato per la simulazione basata su agenti è stato Swarm, presentato a metà degli anni '90 da studiosi che lavoravano al Santa Fe Institute [7].

Ancora più recentemente abbiamo il grande pun-



**Figura 2**

Gli ABM in due schemi: l'immagine è tratta da [6]  
Fonte: Journal of Artificial Societies and Social Simulation  
<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/1/1.html>

to di svolta dell'intelligenza artificiale. All'inizio del nuovo secolo, un pioniere come Oliviero Stock, già direttore dell'ITC-irst di Trento e ora *senior fellow* dell'FBK-irst, concludeva una relazione sulle prospettive dell'intelligenza artificiale con un bellissimo *witz*, dal sapore profetico (si deve alla cortesia di Oliviero Stock il contenuto che segue, che ricordavo con minore precisione): *“Un ebreo (non molto osservante) ha acquistato un pappagallo, brutto e costosissimo, perché il venditore lo assicura che la bestiola sa cantare meglio del cantore della sinagoga. Per Rosh-HaShana, il capodanno ebraico, lo porta dunque in sinagoga, nascosto sotto la giacca, informando i presenti che il pappagallo canterà; nessuno ci crede, si scommette, il pappagallo si rifiuta tenacemente di cantare e il protagonista del racconto perde molto denaro. Ritornando a casa inizia a picchiare il pappagallo chiamandolo schmuck (idiota). Il pappagallo allora gli dice: ‘Schmuck sei tu, tra nove giorni è Yom Kippur, fai di nuovo le scommesse e vedrai quanti soldi ci facciamo’”*.

La rivincita dell'intelligenza artificiale è arrivata soprattutto con un cambiamento di paradigma: passare dall'insegnare alla macchina che cosa fare a insegnarle a imparare! In termini tecnici, il passaggio al *machine learning* e in particolare a quella parte dell'apprendimento automatico che riguarda le reti neurali artificiali evolute, con il *deep learning*.

Per i puristi, queste forme di abilità non sono vera intelligenza artificiale, sia perché troppo specialistiche, sia perché mancano di un corpo (quello del robot): non entro nella questione, che va di là dell'argomento di questa nota.

### **Terzo passo: dall'intelligenza artificiale e dai modelli agent-based di nuovo al mercato e alla pianificazione economica, passando per il gioco degli scacchi**

Kasparov [8] ci offre un fulminante *incipit*: *“Il recente campionato mondiale di scacchi ha visto Magnus Carlsen difendere il suo titolo contro Fabiano Caruana. Ma non è stata una gara tra i due più forti giocatori di scacchi del pianeta, solo i più forti umani. Poco dopo aver perso la rivincita offerta a Deep Blue di IBM nel 1997 [nota: nel 1996 il vincitore era stato Kasparov; dopo la vittoria del computer nel 1997 c'erano stati molti sospetti di manipolazione delle risposte del computer; sono tempi molto distanti, dati gli attuali risultati delle macchine], la breve finestra della competizione degli scacchi uomo-macchina si è chiusa per sempre. A differenza degli umani, le macchine conti-*

*nuano a diventare più veloci e oggi un'app di scacchi per smartphone può essere più forte di Deep Blue. Ma come vediamo con il sistema AlphaZero [...], il dominio della macchina non ha posto fine al ruolo storico degli scacchi come laboratorio per la cognizione”*.

AlphaZero [9] è un sistema informatico in grado di apprendere senza aiuto esterno: questa è la chiave di tutto. All'inizio il sistema conosceva solo le regole degli scacchi, senza informazioni su strategie umane. In poche ore, ha giocato più partite, contro se stesso, del totale delle partite registrate nella storia degli scacchi umani. È diventato abbastanza forte da sconfiggere Stockfish, ovvero il programma precedentemente considerato il miglior giocatore elettronico di scacchi. Ha vinto - nel primo confronto di cui abbiamo avuto notizia nel dicembre 2017 - 28 partite, pareggiandone 72, senza mai perdere. Nell'aprile 2019, l'annuncio di un nuovo scontro in cui AlphaZero, su 1.000 partite, ne ha vinte 155, perse 6, pareggiando il resto. Nel frattempo, a maggio 2019, Stockfish è tornato a vincere il campionato mondiale per i programmi (AlphaZero non partecipa). Ulteriore evoluzione alla fine del 2019 [10]: MuZero, abilissimo nei giochi per Atari (un *test* molto importate per le capacità di una IA) e *“when evaluated on Go, chess and shogi, without any knowledge of the game rules, MuZero matched the superhuman performance of the AlphaZero algorithm that was supplied with the game rules”*. Il passaggio chiave è *“without any knowledge of the game rules”*, che apre la strada alla capacità di agire con successo in ambienti a priori mal definiti.

Ancora con Kasparov, gli scacchi rappresentano la *Drosophila melanogaster* (il moscerino della frutta, considerato un organismo modello per la ricerca genetica) dell'intelligenza artificiale. La critica tradizionale è che la macchina utilizza metodi di analisi e decisione diversi da quelli del cervello umano. Questa non è più una considerazione valida. AlphaZero ha appreso e selezionato in modo indipendente le scelte migliori e, come osserva Kasparov: *“[...] AlphaZero dà priorità all'attività del pezzo rispetto al materiale, preferendo posizioni che ai miei occhi sembrano rischiose e aggressive. I programmi di solito riflettono le priorità e i pregiudizi dei programmatori, ma poiché AlphaZero si programma da solo, direi che il suo stile riflette l'oggettività”*.

Certo, è la *Drosophila*. Non possiamo immaginare, almeno nei prossimi decenni, che un sistema con autoapprendimento, dopo aver assimilato - scomponendone i concetti - tutti i testi della filosofia, ci

dia la risposta fondamentale. Molto probabilmente sarà in grado di trovare incoerenze e contraddizioni - molte note e alcune ignote - all'interno dei diversi sistemi di ragionamento. L'economia è un campo di ricerca più semplice della filosofia. Certo, è un campo complesso; infatti non possiamo analizzarne linearmente i fenomeni, se non al prezzo di eccessive semplificazioni. In ogni modo, in quel campo, l'intelligenza artificiale può produrre suggerimenti sorprendenti e a tempi brevi.

In che modo Amazon ci consegna articoli anche non usuali in poche ore? Alimenta i suoi magazzini, per lo più decentrati, in base a previsioni e sappiamo che lo fa usando un'intelligenza artificiale relativamente semplice. Un interessante articolo dell'*Economist* [11], come sempre senza firma, propone un altro incipit significativo: *"I memo di sei pagine di Amazon sono famosi. I dirigenti devono scriverne uno ogni anno, definendo il loro piano aziendale. Meno noto è che queste missive devono sempre rispondere in particolare a una domanda: come pensi di utilizzare il machine learning? Le risposte come 'non molto' sono scoraggiate, secondo i gestori di Amazon"*.

Le decisioni di un così grande intermediario commerciale su quanto acquistare o approvvigionare non sono lontane dal decidere quanto produrre; inoltre, con la scelta dei prezzi di vendita per quelle produzioni, si è molto vicini alla pianificazione dell'economia. Lo stesso vale per gli oligopolisti come Walmart, Alibaba, JD.com.

Si tratta di una svolta enorme.

Da "Il ministro della produzione nello stato collettivista" di Enrico Barone - uno dei "tre di Losanna", meno citato di Léon Walras e Vilfredo Pareto, ma altrettanto da attentamente studiare - si legge [12]:

- (p. 410) - *"La determinazione dei coefficienti economicamente più vantaggiosi non si può fare che in via sperimentale: e non in piccola scala, come si farebbe in un laboratorio; ma con esperimenti su vastissima scala, perché spesso il vantaggio della variazione ha la sua origine appunto in una nuova, più grande dimensione dell'impresa; esperimenti che potranno riuscire favorevoli, nel senso che si constati condurre quel certo organamento ad un costo più basso, od anche non favorevoli, per il che convenga che quell'organamento non sia copiato e ripetuto e ad esso si preferiscano altri, che sperimentalmente hanno dato miglior risultato. Di codesti esperimenti per la determinazione dei coefficienti di fabbricazione economicamente più vantaggiosi, il ministro della produzione non potrà*

*fare a meno se vorrà realizzare la condizione del minimo costo di produzione, essenziale per il conseguimento del massimo benessere collettivo. È per questo, ed essenzialmente per questo, che le equazioni dell'equilibrio col massimo collettivo non sono solubili a priori, a tavolino, per continuare ad esprimerci così"*.

- (p. 411) - *"E quindi, allorché alcuni scrittori collettivisti, rimpiangendo le distruzioni di imprese (quelle a più alto costo) che continuamente fa la libera concorrenza, pensano che si possa evitare di creare imprese per poi distruggerle, e sperano che con la produzione organizzata si possano risparmiare gli sperperi e le distruzioni di ricchezza che tali esperimenti traggono seco, e che essi credono propri della produzione 'anarchica'; codesti scrittori con ciò dimostrano semplicemente di non aver punto un'idea chiara di che cosa sia la produzione, e di non essersi mai accinti allo studio, un po' a fondo, del problema che incomberà al ministro che vi sarà preposto nello stato collettivista.*

*Il quale ministro, ripetiamo, se non vorrà rimaner legato a coefficienti di fabbricazione tradizionali, che cagionerebbero una distruzione di ricchezza in altro senso - nel senso di maggior ricchezza che si potrebbe conseguire e non si consegue - non ha alcun modo di determinare a priori i coefficienti di fabbricazione più vantaggiosi economicamente, e deve di necessità, ricorrere ad esperimenti su larga scala per poi decidere quali siano gli organamenti più vantaggiosi, che conviene conservare in vita e diffondere, per meglio conseguire il massimo collettivo, e quali, invece, conviene di scartare e di considerare come falliti"*.

In sintesi: Barone dimostra, grazie a una rigorosa analisi matematica che, senza un sistema di prezzi che si modifica attraverso prove ed errori, determinando di conseguenza le scelte di produzione, il successo del ministro della produzione dello stato collettivista è impossibile. La stessa prospettiva di analisi compare nel lavoro di Mises [13], generando il dibattito sul cosiddetto problema del calcolo economico.

La grande novità, *disruptive*, come si direbbe oggi, è che, con l'intelligenza artificiale e i modelli *agent-based*, è possibile simulare quei processi a tentativi ed errori ricercati da Barone, in un modo che il suo sfortunato ministro non poteva nemmeno immaginare. Mentre l'IA sta generando possibili scelte, gli ABM possono facilmente verificare le conseguenze di tali scelte. Le società commerciali oligopolistiche sopra citate stanno facendo qualcosa di molto vicino a questo tipo di operazioni. In Phillips e Rozworski [14], si possono tro-

vare esempi. Il titolo del libro è strettamente correlato alla prospettiva che analizziamo qui: *The People's Republic of Walmart: How the World's Biggest Corporations Are Laying the Foundation for Socialism*.

## Per riassumere e concludere

Ciò che non riuscì nel sistema sovietico tramite la cibernetica, si affaccia ora nel mondo intero con ben altri strumenti. Un riassunto, che va ben oltre l'economia, compare in un articolo di fine 2019 dell'*Economist* [15]. Di fronte a noi abbiamo un grande sommovimento dei mercati, che diventano cyber-mercati guidati dall'intelligenza artificiale.

Da un lato, abbiamo lo scenario di un cyber-comunismo, con la pianificazione centralizzata resa "facile" dai nuovi strumenti, che infatti i big del commercio usano alla grande; dall'altro, abbiamo lo scenario in cui pochi grandissimi oligopolisti, o quasi monopolisti per area o tipologia di attività, possono decidere tutto per tutti, creando il cyber-capitalismo.

Occorre ben analizzare la situazione e la sua evoluzione, darne rilievo continuo e via via formulare proposte per correttivi e azioni di bilanciamento. Il tutto senza sminuire gli effetti positivi che possono emergere da una maggior razionalità delle decisioni produttive e dalla evoluzione mondiale delle attività e del commercio con: sprechi ridotti, carichi ambientali limitati e soprattutto minori diseguaglianze, tutti obiettivi possibili in una nuova economia intelligente.

### Ascoltiamo due interessanti studiosi

Recentemente ho avuto l'occasione di intervistare Carlos Alós-Ferrer [16], cui ho rivolto la domanda: *"Il mercato è una macchina da calcolo sociale in grado di coordinare - a prezzo di errori, costi sociali, disuguaglianze - centinaia di milioni di individui. È possibile che in futuro le capacità degli agenti artificialmente intelligenti sostituiscano il mercato come lo conosciamo, con una sorta di punto di singolarità per l'economia mondiale? In che modo il cervello sociale può interagire con questo processo, futuristico ma plausibile?"*

La risposta:

*"È una domanda molto complicata e molto interessante. Non oso prevedere cosa accadrà in quella scala temporale, ma è vero che già ora, in alcuni settori dei mercati finanziari, operano intelligenze artificiali utili per aiutare a equilibrare i mer-*

*cati, soprattutto in situazioni in cui i tempi di reazione sono molto importanti. Sono sicuro che ad un certo punto sarà possibile, quantomeno, integrare i mercati con versioni più sofisticate di banditori artificiali.*

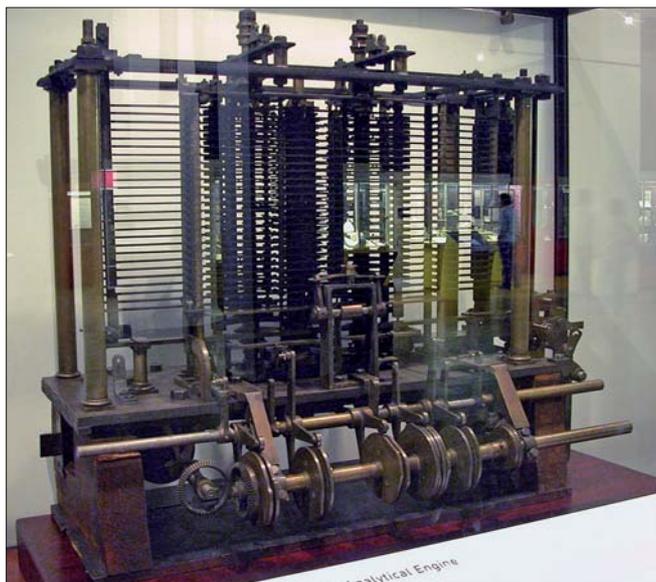
*La questione per me è se tutto questo sia desiderabile perché, se dovessimo sostituire gli automatismi del mercato con le azioni di un agente artificiale, allora devo chiedermi chi ha programmato quell'agente artificiale. Inoltre, saremmo in grado di capire quali siano gli obiettivi di un'entità artificiale programmata da un altro agente artificiale? Alla fin fine, il mercato può essere imperfetto, e sicuramente lo è, ma è probabilmente il meccanismo di decisione e distribuzione meno imperfetto ed essenzialmente democratico.*

*Democratico perché si è liberi di acquistare un prodotto o un altro o di rifiutarlo. È possibile influenzare le politiche di un'impresa acquistando azioni di quell'impresa o di un'altra. Se dovessimo consentire che un meccanismo di mercato essenzialmente democratico fosse sostituito da un sistema centralizzato, nelle mani di un agente artificiale, avremmo lo stesso tipo di problemi che abbiamo quando un agente umano centrale vuole determinare il funzionamento del mercato: sappiamo che queste cose non funzionano molto bene".*

Il secondo studioso è W. Brian Arthur [17] intervistato dalla Harvard Business Review per il proprio podcast (trascrizione e traduzione di chi scrive).

*Arthur: [...] conosciamo tutti l'economia standard, che è un'economia di 50 anni fa, 100 anni fa, un'economia di fabbriche e di veicoli e lavoratori, ecc. Ora abbiamo un'economia che io indistintamente vedo come sotto la superficie. È un'economia digitale o un'economia virtuale. Mi piace chiamarla economia autonoma. È un'economia di macchine che parlano con macchine, server che parlano con server, algoritmi in conversazione con altri algoritmi, che prendono decisioni. Molta economia, il processo decisionale, il controllo della produzione, le scelte dei consumatori e gli acquisti online sono fatti su Internet e in modo autonomo, sempre più con questa intelligenza esterna di cui sto parlando. È un sistema sempre attivo. Non è come se fosse attivo solo durante l'orario di lavoro, come i negozi. È sempre funzionante. Si autogoverna, in una certa misura. È decentralizzato. Non esiste un controller centrale di tutto questo. [...]"*

*D: "Tuttavia, dobbiamo stabilire nuove regole per questa nuova economia di fronte alle aziende che hanno un dominio che non abbiamo mai visto sto-*



**Foto**

Macchina analogica per il calcolo dell'Economia progettata dall'economista Alban William Phillips - Fonte: <https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co64127/phillips-economic-computer-analog-computer>

ricamente. Ciò suggerisce che ci sono tensioni, e in realtà un bel po' di tensioni, nel processo attraverso il quale queste nuove regole si evolveranno, causando molto attrito nei prossimi due decenni, fino a quando non ci stabilizzeremo”.

Arthur: “[...] Penso che abbiamo già visto buona parte di tutto ciò. Il fattore di controllo non sono i governi. Non sanno mai cosa fare di fronte a queste enormi aziende tecnologiche. È molto più un compito della società. [...] Non vedo come esista un modo intelligente superiore per governare tutto questo. Siamo in nuovi territori. Mentre queste grandi tecnologie arrivano online, stiamo imparando a conoscere diversi nuovi problemi e stiamo solo reagendo invece che anticiparli”.

Possiamo riassumere: un sogno o un incubo? Con Arthur, in questi “nuovi territori”, abbiamo bisogno di nuove politiche, dell’emergere di nuove politiche. Quale campo di ricerca meraviglioso, o terrificante, per gli scienziati sociali!

## BIBLIOGRAFIA

- [1] S. Gerovitch: InterNyet: why the Soviet Union did not build a nationwide computer network. *History and Technology*, 24(4), 2008, pp. 335-350, <http://web.mit.edu/slava/homepage/articles/Gerovitch-InterNyet.pdf>
- [2] S. Gerovitch: *From newspeak to cyberspeak: a history of Soviet cybernetics*, MIT Press, Cambridge, MA, 2004.
- [3] A.I. Berg: *Cybernetics at the service of communism - USSR*, Cybernetics Council of the Soviet Academy of Sciences, Moscow/Leningrad, 1961. (Traduzione a cura dell’Office of Technical Services, U. S. Department of Commerce, Washington, D.C., 1962).
- [4] W. Leontief: *Input-output Economics*. Oxford University Press, 1966.
- [5] V. Cao-Pinna: *Analisi delle interdipendenze settoriali di un sistema economico*. Edizioni Scientifiche Einaudi. Boringhieri, Torino, 1958.
- [6] M. Galán, L.R. Izquierdo, S.S. Izquierdo, J.I. Santos, R. del Olmo, A. López-Paredes, B. Edmonds: Errors and artefacts in agent-based modelling. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 12 (1):1, 2009, ISSN 1460-7425, <http://jass.soc.surrey.ac.uk/12/1/1.html>
- [7] N. Minar, R. Burkhart, C. Langton, M. Askenazi: *The Swarm Simulation System: A Toolkit for Building Multi-Agent Simulations*, SFI Working Paper, 06(42), 1996, <https://sfi-edu.s3.amazonaws.com/sfi-edu/production/uploads/sfi-com/dev/uploads/filer/8a/2a/8a2ae001-9ad5-43>
- [8] G. Kasparov: Chess, a Drosophila of reasoning. *Science*, vol. 362, Issue 6419, 2018, p. 1087, <http://science.sciencemag.org/content/362/6419/1087.full>
- [9] D. Silver, T. Hubert, J. Schrittwieser, I. Antonoglou, M. Lai, A. Guez, M. Lanctot, L. Sifre, D. Kumaran, T. Graepel, T. Lillicrap, K. Simonyan, D. Hassabis: A general reinforcement learning algorithm that masters chess, shogi, and go through self-play, *Science*, 362(6419), 2018, pp. 1140-1144, <http://evavinto/science.sciencemag.org/content/362/6419/1140>
- [10] J. Schrittwieser, I. Antonoglou, T. Hubert, K. Simonyan, L. Sifre, S. Schmitt, A. Guez, E. Lockhart, D. Hassabis, T. Graepel: Mastering Atari, Go, Chess and Shogi by Planning with a Learned Model, *arXiv preprint*, arXiv:1911.08265, 2019, <https://arxiv.org/pdf/1911.08265.pdf>
- [11] Amazon’s empire rests on its low-key approach to AI, *Economist*, 11 aprile 2019, [www.economist.com/business/2019/04/13/amazons-empire-rests-on-its-low-key-approach-to-ai?frsc=dg%7Ce](http://www.economist.com/business/2019/04/13/amazons-empire-rests-on-its-low-key-approach-to-ai?frsc=dg%7Ce)
- [12] E. Barone: Il ministro della produzione nello stato collettivista, *Giornale degli Economisti*, 37, 1908, pp.391-414, [www.jstor.org/stable/23221778](http://www.jstor.org/stable/23221778)
- [13] L. Mises: Die wirtschaftsrechnung im sozialistischen gemeinwesen, *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*, 47(1), 1920, pp. 86-121. (Translation as *Economic calculation in the socialist commonwealth*, vol. 47, Lulu Press, Inc, 2016, [www.mises.ch/library/Mises\\_Economic\\_Calculation\\_in\\_the%20Socialist\\_Commonwealth.pdf](http://www.mises.ch/library/Mises_Economic_Calculation_in_the%20Socialist_Commonwealth.pdf)).
- [14] L. Phillips, M. Rozworski: *The People’s Republic of Walmart: How the World’s Biggest Corporations Are Laying the Foundation for Socialism*, Verso, Brooklyn, NY, 2019.
- [15] Can technology plan economies and destroy democracy? *Economist*, 18 dicembre 2019, [www.economist.com/christmas-specials/2019/12/18/can-technology-plan-economies-and-destroy-democracy](http://www.economist.com/christmas-specials/2019/12/18/can-technology-plan-economies-and-destroy-democracy)
- [16] P. Terna: Intervista a Carlos Alós-Ferrer, *Sistemi intelligenti, Rivista quadrimestrale di scienze cognitive e di intelligenza artificiale*, 3, 2019.
- [17] W.B. Arthur: The Autonomous Economy, *Harvard Business Review podcast*, 2019, <https://hbr.org/podcast/2019/06/the-autonomous-economy>

# Dopo il Bit Bang: dalla conoscenza umana a quella digitale\*

Pieraugusto Pozzi *Direttore FTI (Forum per la Tecnologia dell'Informazione), AEIT*

La convergenza digitale (Bit Bang) ha originato il nuovo universo della datificazione, della connessione digitale delle menti umane, degli algoritmi che apprendono. L'epocale trasformazione di cultura, economia e politica per via digitale richiede un consapevole e responsabile umanesimo digitale

## **Bit Bang e datificazione** **La trasformazione di tutto in dati e algoritmi**

Il Bit Bang<sup>1</sup>, la grande esplosione della convergenza digitale, ha originato l'universo digitale in costante espansione della *datificazione* (con questo termine si indica che ogni aspetto della realtà è rappresentabile come grandezza digitale), dell'*infosfera* e dell'*onlife*. I fatti e i fenomeni ambientali e sociali, la vita e le attività di persone e organizzazioni costituiscono ormai un ecosistema digitale<sup>2</sup>. Nel quale pochi operatori globali (i *Big Digital* Apple, Facebook, Amazon, Microsoft, Google-Alphabet in Occidente; Tencent, Alibaba, WeChat, Baidu, Weibo nel mercato-stato cinese; Yandex e VKontakte in quello russo) presidiano non solo i mercati, che dominano incontrastati con fatturati e capitalizzazioni stellari, ma la vita individuale e collettiva. Si può infatti dire che *Big Digital* e piattaforme catturino intere aree esistenziali-operative in modo trasversale (Apple) e verticale: l'area Conoscenza (Google), l'area Identità e Relazioni (il

cluster Facebook-Instagram-WhatsApp, LinkedIn, Twitter, YouTube e le piattaforme di social dating), l'area Consumo (Amazon), l'area Mobilità-Ospitalità (Uber, Lyft, Booking, Airbnb, TripAdvisor). Proprio l'espansione costante dell'universo digitale rende possibile la datificazione e la profilazione degli utenti sulle piattaforme. In altre parole, il *Bit Bang* ha trasformato in dati elaborabili da algoritmi relazioni, opinioni, orientamenti, propensioni, consumi, competenze, mercati e ha cambiato la società e le persone, le istituzioni e le imprese, il tempo e lo spazio delle attività e delle scelte. Tale accuratissima profilazione è ampliabile a dismisura catturando i profili professionali, i comportamenti, gli interessi, le preferenze di acquisto, la solvibilità degli utenti. Fino al *quantified-self* degli indicatori biofisici. Le tecno-applicazioni digitali trasformano così il soggetto autonomo idealmente potenziato in un soggetto controllato, orientato e prevedibile. Molto preoccupato, come molti altri, dalla divergenza rispetto alle origini del web, Tim Berners-Lee ha proposto a governi, imprese e utenti un contratto<sup>3</sup> con lo scopo di rico-

<sup>1</sup> *Bit Bang*, espressione assonante a *Big Bang*, indica l'origine dell'universo digitale. È liberamente tratta da G.O. Longo, A. Vaccaro: *Bit Bang. La nascita della filosofia digitale*, Maggioli, 2013.

<sup>2</sup> A. Luvison: *L'ecosistema dell'innovazione digitale: analisi critica*, "AEIT", vol. 104, n. 3-4, marzo-aprile 2017.

<sup>3</sup> World Wide Web Foundation, *Contract for the web. A global plan of action to make our online world safe and empowering for everyone*, novembre 2019 (<https://tinyurl.com/v3uxzme>).

<sup>4</sup> Y. N. Harari: *Sapiens. A Brief History of Humankind*, Harper Collins, 2015.

\* Il testo è una sintesi della monografia in corso di pubblicazione nel volume *Pubblicare l'architettura: dalla tradizione all'era digitale, libri e riviste verso il futuro* (a cura di R. Inglese), CNBA-Casalini.

struire un uso più regolamentato, consapevole e realmente sociale della rete.

In verità il *Bit Bang* non limita i suoi effetti all'industria tecnologica digitale, all'editoria e alla pubblicità ma riguarda tutti gli operatori. Stato e mercato, privato e pubblico, domanda e offerta non sono più quelle di una volta: si ipotizza l'estinzione digitale di massa di oltre il 70% delle imprese esistenti, mentre i processi congiunti di digitalizzazione, globalizzazione e finanziarizzazione hanno già prodotto fusioni, acquisizioni e fallimenti per la metà dei gruppi della lista *Fortune500* del 2000.

## Il nuovo ordine digitale

Nell'universo digitale, la connessione tra le menti umane che ha consentito le forme di civilizzazione, cultura e conoscenza dell'umanità (gli "ordini immaginati" di Harari<sup>4</sup>: la religione, la filosofia, l'arte, il diritto, l'economia, la tecnica e la scienza, la politica), si svolge sempre più attraverso modalità digitali. E sempre più, nell'universo digitale, compaiono agenti cognitivi artificiali (automi, algoritmi che apprendono, robot, assistenti digitali), che dispongono di miliardi e miliardi di risorse: connessioni, dati grezzi e strutturati di mappatura della realtà che ad ogni istante miliardi di persone, applicazioni e sensori consegnano alla rete e alle sue piattaforme. Agenti cognitivi artificiali che superano i limiti della programmazione classica e che presto potranno giovare di nuove e potentissime infrastrutture di comunicazione, come quelle di tecnologia 5G. Tali agenti, permanentemente connessi alla rete e tra loro, sono in grado di sviluppare nuove forme di conoscenza digitale. Sono artefatti sempre meno complementari (strumentali) e sempre più concorrenti o sostitutivi della mente umana. Sono progettati per modificare la loro stessa struttura algoritmica interiorizzando esperienze e conoscenze. Non si limitano a ordinare e calcolare ma sono progettati per valutare, decidere, costruire nuovi modelli, correlare e fare previsioni in ambiti sempre più estesi dell'agire e dell'interesse umano. Attuando quella metamorfosi digitale, che sembra caratterizzare l'attuale, incontenibile e indecifrabile ipermodernità. Epoca nella quale l'umanità sembra avere adottato il digitale come canone operativo unificato e come ordine immaginato egemone. Senza averne pienamente compreso e valutato le conseguenze. L'ordine digitale unifica potere e sapere, virtuale e reale, e si pone in concorrenza con gli ordini precedenti in termini di sovranità politica ed economica e d'impronta culturale e morale. Ma la promessa dell'ordine digitale è significativamente diversa dalle precedenti. In fondo, la morale, la competenza tecnico-scientifica, le istituzioni poli-

tiche ed economiche avevano prodotto rappresentazioni della realtà che, pur generando conflitti, erano conoscenze umane condivise per fede, ideale, legge, scienza. Verità provvisorie spirituali e materiali, soggettive e oggettive che contenevano riferimenti condivisi di lunga durata. L'ordine digitale si origina invece da sistemi digitali che diventano sempre più intelligenti e autonomi ma hanno modalità percettive e cognitive della realtà molto diverse da quelle umane. Alla conoscenza umana soggettiva e oggettiva del mondo si sovrappone, fino a sostituirsi, la conoscenza digitale, quantitativa e istantanea, dei fenomeni in divenire. In tal modo, lasciando incogniti fini ed esiti, l'ordine digitale, progettato per ridurre inefficienze, incertezze e rischi, può paradossalmente diminuire lo spazio sociale della ragione e della fiducia in favore dell'emozione e della sfiducia, rigenerando paure e oscurità. E spegnere la spinta moderna all'emancipazione dell'umanità, tentata dal soffice e ipermoderno soluzionismo digitale, apparentemente in grado di sanare conflitti e risolvere problemi elaborando immense quantità di dati con algoritmi sempre più efficaci.

## La connessione digitale delle menti umane

Codici semantici, sistemi di comunicazione e sistemi di trattamento e di archiviazione dell'informazione hanno consentito ai gruppi umani di creare sistemi condivisi di credenze e di conoscenze, connettendo e coordinando menti, azioni e comportamenti, individuali e collettivi, e di governarsi con istituzioni. Com'era già accaduto con le precedenti (linguaggio, segni, scrittura, stampa, mass-media), la tecnica digitale ha ampliato ulteriormente per ampiezza, qualità e velocità, la connessione delle menti umane. Di più, l'infosfera assembla le menti umane con gli strumenti digitali e con i fatti e gli oggetti culturali (editoria, enciclopedia, musica, immagini, audiovisivo, pubblicità). In un unico contesto fatto di larga banda, Internet, web, wiki, motori di ricerca, social network, smartphone, Big Data, cloud, algoritmi che apprendono. Non si tratta più di un fatto tecnico, ma di una vera e propria metamorfosi antropologica e culturale dell'umano, per via digitale. Ma quali sono le caratteristiche del sistema digitale di connessione delle menti e quali sono le sue conseguenze?

a. Il sistema di connessione digitale ha dimensioni globali, personalizzate e istantanee (quelle delle reti che raggiungono i miliardi di utenti) e oltrepassa qualsiasi limite di spazio, tempo e velocità, in modo non comparabile rispetto agli altri sistemi di connessione, inclusi i media elettronici, e ha come unico limite la disponibilità

- d'infrastrutture e risorse tecniche ed economiche (*digital divide*).
- b. La tecnologia digitale ha sconvolto i mercati delle preesistenti industrie culturali, determinando, da un lato, la crisi dei giornali e dell'editoria tradizionale, anche musicale e cinematografica e, dall'altro, la formazione di oligopoli globali dell'intermediazione dell'informazione e della pubblicità.
  - c. La connessione digitale ha disintermediato gli operatori professionali dell'info-comunicazione, della conoscenza e della cultura: dai giornalisti ai docenti, dagli archivisti ai professionisti. Riducendo il controllo di autorità, ha abbassato il livello di approfondimento e di verifica delle informazioni e delle conoscenze.
  - d. Gratuità, facilità d'uso, efficienza e attrattività di motori di ricerca, sistemi di posta elettronica, social network e applicazioni digitali hanno creato un'enorme asimmetria informativa. Mentre i profili degli utenti sono noti nei minimi dettagli a coloro che gestiscono piattaforme e servizi, gli utenti non sanno quali informazioni ad essi riferite siano acquisite, organizzate, memorizzate per essere eventualmente vendute a chi, quando e con quale scopo.
  - e. La connessione digitale personalizza la comunicazione: le piattaforme conoscono il profilo del destinatario, lo fidelizzano e gli indirizzano messaggi e contenuti che lo incorporano sempre più in una bolla di filtraggio delle informazioni e delle comunicazioni (*filter bubble*), che l'utente accetta progressivamente come camera dell'eco sempre più chiusa a messaggi e soggetti non omogenei (*echo-chamber*). Perdono senso ed efficacia messaggi e programmi generali.
  - f. La gerarchia piramidale e mediata della comunicazione (alto-basso, centro-periferia), tipica dei modelli educazione-addestramento-comando, lascia spazio a relazioni apparentemente orizzontali e non mediate (*peer-to-peer*), tipiche dei modelli apprendimento-gioco-assemblea. Di fatto, la nuova geometria relazionale facilita una sorta di *webpopulismo* contro i mediatori istituzionali, contestandone le competenze e deprecandone i presunti interessi o vantaggi personali o di lobby. E consente al contempo l'affermazione di nuovi soggetti digitali come gli *influencer*, *outsider* che diventano *mainstream*. Un fenomeno che da lontano pare spontaneo ma che usa incentivi economici e automi per gonfiare preferenze e *follower*.
  - g. Il messaggio digitale è tipicamente breve: non ha lo scopo di descrivere a fondo o di far meditare a lungo sulle questioni in agenda ma cerca di catturare l'attenzione e i clic dell'utente, sollecitando percezioni ed emozioni, non pensieri profondi o sentimenti a lungo termine. Sebbene sia una tendenza generale e non riguardi solo l'uso del digitale, evidenze sperimentali indicano che la discussione pubblica è sempre più frammentata e accelerata. L'attenzione collettiva, annegata nel diluvio di temi e sorgenti, si ferma su un singolo argomento (*trending topic*) per un tempo sempre più abbreviato.
  - h. Nell'universo digitale è difficile distinguere il vero dal falso. Proliferano maschere digitali o *fake*. Accanto agli utenti veri, ci sono utenti che usano intenzionalmente profili anonimi, falsi e ingannevoli, mentre agenti digitali (*bot*) e algoritmi sono quasi indistinguibili dagli utenti umani.
  - i. Gli spazi politico-culturali e della comunicazione pubblica sono in costante riduzione mentre quelli della comunicazione privata e commerciale sono in continua espansione. Nello spazio personale circolano messaggi irrintracciabili, si vanifica qualsiasi regolamentazione tradizionale dei media (come il silenzio elettorale o la *par condicio*) e si lasciano spazi enormi alla discrezionalità e all'autoregolamentazione degli operatori e delle piattaforme.
  - l. I nativi digitali, giovani che diventeranno maggioranza, non hanno memoria del precedente universo analogico. Spendono così tanto tempo nello spazio digitale, che considerano spesso più vero di quello reale, da trascurare il mondo reale. Al contrario, i migranti digitali tipicamente più anziani che entrano nell'universo digitale a poco a poco vedono scomparire nel flusso digitale i mondi analogici. "L'ho visto-sentito sullo smartphone" diventa paradigma.
- Schematicamente, gli effetti dell'egemonia digitale nella connessione delle menti potrebbero descriversi così: la crisi del testo a vantaggio dell'ipertesto; la crisi dell'informazione e comunicazione generalizzata a vantaggio di quella personalizzata; la crisi della cultura sistematica a vantaggio di quella frammentata e cumulativa; la crisi di apprendimento, studio e conoscenza a vantaggio della risposta informativa istantanea; la crisi delle agenzie formative e informative tradizionali a vantaggio di nuovi soggetti digitali; la noia del ragionare argomentato di fronte alla battuta fulminante o sarcastica. Si genera un'illusione di onnipotenza e onniscienza, che confonde il sapere collettivo immagazzinato negli archivi culturali, nei dispositivi, negli algoritmi e nelle banche-dati con quello individuale, limitato dalla dotazione naturale e culturale. Si confonde realtà con virtualità e simulazione. Un acronimo sembra catturare l'essenza digitale: TL;DR ovvero *Too Long; Didn't Read* ("troppo lungo, non l'ho letto"). Riassume un atteggiamento pigro e nervoso, quasi uno scatto di stizza verso i contenuti istituzionali, approfonditi, elaborati e una delega implicita ai

presenti e futuri assistenti digitali. E penalizza i mediatori tradizionali dell'informazione e della conoscenza (élite e professioni) che perdono ascolto nella formazione di quell'opinione privata e individuale di massa che subentra all'opinione pubblica e che si forma in un flusso informativo indistinto dalle attività quotidiane: una sorta di giornale personale e condiviso in cui tutto (e niente) diventa notizia. Maffei<sup>5</sup> ipotizza che l'uso intensivo del digitale abbia conseguenze sulle modalità di funzionamento del cervello umano, sui comportamenti cognitivi e sul pensiero: *“il pensiero lento [riflessivo] ha ceduto il passo al pensiero rapido [reattivo] e sembra che gli individui non abbiano più tempo per ascoltare o per riflettere, e preferiscano decidere, come se la rapidità fosse di per sé un valore economico, politico e comportamentale: il vedere sta cedendo il passo al guardare, il pensare al credere, il conoscere alla sensazione, il cervello ‘della conoscenza’ a quello ‘motorio’”*.

### **Conoscenza umana e conoscenza digitale. Dataismo, algocrazia e sistemi cognitivi artificiali**

Grazie alle tecniche di connessione delle menti, i limiti individuali nella dotazione di tempo, intelligenza e memoria non hanno impedito lo sviluppo della conoscenza umana. Che si è costruita come distillato individuale e collettivo, esperienziale ed evolutivo, di dati, informazioni, conoscenze, anche operative, e narrazioni: gli orizzonti di senso delle diverse culture e i manuali di sviluppo dei grandi sistemi (salute, trasporti, energia, produzione). Ma ora, grazie alle tecniche digitali, la conoscenza sembra poter uscire dai limiti dei contenitori umani e culturali, per diventare sempre più calcolabile e digitale: elaborazione algoritmica di enormi quantità di dati. E dare forma a una nuova conoscenza digitale, distillata e patrimonializzata dalle macchine, che simbioticamente si affianca a quella umana ma che è destinata a sopravanzarla. Perché le macchine hanno potenza di calcolo, memoria e capacità di auto-apprendimento sempre crescenti alimentata da una materia prima illimitata: i dati sempre più intensivamente estratti dalla realtà dei fenomeni, dei fatti e delle cose umane. Dimensione, tasso di crescita e utilità economica spiegano il sorpasso della conoscenza digitale sulla conoscenza umana. Tutto ciò consolida la scienza dei dati e degli algoritmi.

Finora informazione, comunicazione e conoscenza avevano sorgente e destinazione, implicita ed esplicita, nell'intelligenza umana. Infosfera e noosfera erano costituite da elementi acquisiti, elaborati, memorizzati, scambiati nelle attività umane, individuali e sociali, con il supporto delle tecniche dell'infor-

mazione e della comunicazione: il linguaggio, i segni, la scrittura, la stampa, i mass-media. Oggi infosfera e noosfera comprendono la totalità d'informazioni, comunicazioni, conoscenze trattate nell'attività simbiotica di umani e macchine. Simbiosi che qualcuno definisce intelligenza connettiva, pensando al sistema che assembla umani e macchine come vettore e sede di tale intelligenza collettiva. Che si potenzierà ancora con l'ibridazione *cyborg* e la connessione diretta tra cervello umano e macchine (*Brain Computer Interfaces* - BCI).

Sviluppando una suggestione di Harari<sup>6</sup>, si potrebbe affermare che infosfera e noosfera digitale generano un nuovo paradigma della conoscenza. La conoscenza tradizionale, definibile come *tradizione X logica* (dove il segno X indica che entrambe le componenti sono necessarie) aveva prodotto sofisticata filosofia e teologia, senza poter avere applicazioni creative o operative, riservate alle arti e alle tecniche. Tanto che la modernità si era incardinata sulla conoscenza scientifica, definibile come *dati empirici X teoria o modello*, da verificare e migliorare costantemente con linguaggio matematico e metodo sperimentale. In prospettiva, il nuovo paradigma sembra la conoscenza digitale, definibile come *Big Data X Algoritmi*, che si fonda sulle smisurate quantità di dati disponibili (*Big Data*) e sugli algoritmi. Algoritmi che non sono più i procedimenti logico-computazionali sviluppati secondo teorie o modelli umani di conoscenza consegnati all'elaboratore in forma di programmi per calcolare numericamente risultati, in modo incommensurabilmente più rapido ed efficiente di quello possibile per gli umani. Ma algoritmi-automi che cambiano (migliorano) continuamente la loro struttura prestazionale e di funzionamento in base alle informazioni e all'esperienza che acquisiscono. Algoritmi in grado di riprogrammarsi secondo logiche di *machine learning* che apprendono, si modificano, si perfezionano e che forse potranno avere qualche forma numerica di coscienza. Algoritmi che riconoscono strutture (*pattern*), trovano correlazioni nelle immense quantità di dati che elaborano, fanno scelte e valutazioni (discrezionali e valoriali), prendono decisioni e fanno previsioni. Automi con capacità di analisi, comparazione e previsione in tempo reale che analizzano, attraverso miliardi di dati, fenomeni, comportamenti e tendenze in settori sociali, culturali, economici e psicologici finora problematici

<sup>5</sup> L. Maffei: *Elogio della parola*, il Mulino, 2018, p. 153.

<sup>6</sup> “Nell'Europa medievale, la formula chiave per la conoscenza era: *Conoscenza=Scritture X Logica* [...] *La Rivoluzione scientifica ha proposto una formula molto diversa per la conoscenza: *Conoscenza=Dati empirici X Matematica*”, Y.N. Harari: *Homo Deus, Breve storia del futuro*, Bompiani, 2017, p. 361-364.*

nella trattazione epistemica. Attività che hanno evidenti utilità, non solo economiche ma di potere e di controllo. E che possono oltrepassare i limiti epistemici tipici della faticosa ricerca della spiegazione scientifica e teorica di fatti sperimentali osservabili in laboratorio o in particolari circostanze.

Il dataismo è una sorta di filosofia dei *Big Data*<sup>7</sup>, tecnicamente è l'evoluzione della statistica, culturalmente è l'ideologia della datificazione. Una prassi metodologica che privilegia l'evidenza alla ragione teorica, perché i dati sembrano una lente più trasparente e affidabile. Tutto deve essere misurato e diventare dato in modo da poter essere controllato, calcolato, correlato.

La teoria diventa allora una sorta d'ideologia obsoleta: una forma di conoscenza tipica della fase storica nella quale i dati disponibili erano scarsi e si cercavano leggi prescrittive (teorie universali di spiegazione e previsione) da confermare con altri dati sperimentali. Una forma di conoscenza inapplicabile alle scienze sociali e indebolita sul piano epistemologico dall'affermarsi delle leggi proscrittive<sup>8</sup> nelle scienze. Anderson<sup>9</sup> impugna dati e algoritmi per superare il metodo scientifico: *“questo è un mondo dove quantità enormi di dati e la matematica applicata sostituiscono ogni altro strumento che uno possa immaginare, insieme alle teorie sui comportamenti umani, dalla linguistica alla sociologia. Dimenticate tassonomie, ontologie e psicologie. Chi sa perché la gente fa quello che fa? Il punto è che lo fa e che noi possiamo tracciarlo e misurarlo con una precisione senza precedenti [...] Possiamo smettere di cercare modelli. Siamo in grado di analizzare i dati senza fare ipotesi su cosa potrebbero dimostrare. Siamo in grado di gettare i numeri nei più grandi sistemi informatici che il mondo abbia mai visto e lasciare che algoritmi statistici trovino i modelli impossibili per la scienza [...] Non c'è motivo di aggrapparsi ai nostri vecchi usi. È tempo di chiedersi: cosa può imparare la scienza da Google?”*.

Ciò è possibile perché al dataismo si aggiungono i sistemi di *machine learning*. Fino all'algoritmo definitivo delineato da Domingos<sup>10</sup>: *“Tutta la conoscenza - passata, presente e futura - può essere derivata da un singolo algoritmo di apprendimento universale [...] sarà lui ad inventare tutto quello che deve essere inventato”*. Alimentato da *“una quantità sufficiente di dati del tipo giusto [...] scoprirà la conoscenza che vi è racchiusa”*. Si apre un cammino verso il dominio dell'algoritmo (*algocrazia*), che si fonda sulla trasformazione dei sistemi di elaborazione dell'informazione. Non più macchine programmate per ottenere un risultato, ma macchine che possono imparare, conoscere, prevedere perché capaci di trasformare dati in conoscenza (digitale). Si tratta quindi di sistemi cognitivi artificiali con autonome capacità di aggiornamento,

permanentemente collegati alla rete, in grado di elaborare soluzioni e previsioni con metodologie diverse da quelle tipicamente umane. Scatole nere algoritmiche sempre più invasive e potenti che però non riescono a spiegare come ottengano i loro risultati. Nemmeno ai loro progettisti, nemmeno se domani potessero manifestare emozioni, empatia o coscienza. E che possono incontrare un altro limite qualora ci si affidi, per il loro sviluppo, a dati e a regole decisionali che portano in sé passato e pregiudizi, inibendo quella speciale capacità di vedere il mondo in modo nuovo che caratterizza l'esperienza e la conoscenza umana.

## Intelligenza e coscienza tra *Homo Digitalis* e *Machina Sapiens*

Dunque, da *Homo Faber* della produzione materiale e dello sfruttamento dell'energia, *Homo Technologicus*<sup>11</sup> è diventato *Homo Creator* della tecnoscienza della vita e *Homo Digitalis*, datificato e iperconnesso, che progetta e produce macchine sapienti<sup>12</sup> (*Machina Sapiens*) sempre più intelligenti e autonome. Con quali possibili esiti?

- a. Identità e personalità umane possono essere disarticolate dalla possibile separazione tra esperienza, memoria e conoscenza, che possono diventare moduli enucleabili e trasferibili attraverso dispositivi tecnologici.
- b. Anche intelligenza e coscienza<sup>13</sup> si separano, con una rapidissima crescita dell'intelligenza

<sup>7</sup> D. Brooks: *The Philosophy of Data*, "New York Times", 4 febbraio 2013.

<sup>8</sup> *“ci si rende conto che instabilità e caos rappresentano le condizioni normali, e non eccezionali, della realtà e che sono le nostre semplificazioni a fornirci l'immagine di un mondo ordinato e deterministico, soggetto a ferree leggi immutabili. Le leggi esprimono non certezze bensì ambiti di possibilità: le leggi della fisica, tutte le leggi, sono di natura statistica. Queste leggi sono proscrittive e non prescrittive, nel senso che non prescrivono ciò che deve accadere, ma indicano ambiti di possibilità e quindi proscrivono ciò che non può accadere”* (G.O. Longo, *Il senso e la narrazione*, Springer-Verlag Italia, 2008, p.95-96).

<sup>9</sup> C. Anderson: *The End Of Theory: The Data Deluge Makes The Scientific Method Obsolete*, "Wired", 16 luglio 2008 (traduzione dell'autore).

<sup>10</sup> P. Domingos: *L'algoritmo definitivo. La macchina che impara da sola e il futuro del nostro mondo*, Bollati Boringhieri, 2016, p. 49.

<sup>11</sup> *“homo technologicus non è uomo-più-tecnologia: è bensì un'unità evolutiva profondamente nuova, è un'entità organica, mentale, corporea, psicologica, sociale e culturale senza precedenti, che se partecipa ancora dei miti, dei desideri e delle necessità dell'uomo tradizionale, crea anche miti, necessità e desideri suoi propri e inediti”* (G.O. Longo: *Homo Technologicus*, Meltemi, 2001, p.12).

<sup>12</sup> *“se la rivoluzione industriale ha trasformato gli utensili in macchine, elementi che usavano prevalentemente energia non umana per realizzare compiti anche complessi ma avevano bisogno delle abilità cognitive umane, oggi le macchine, per così dire, divengono machinae sa-*

non cosciente degli automi cognitivi artificiali, alimentati dai *Big Data*.

- c. I sistemi cognitivi artificiali potranno sapere sull'umano molto di più di quanto l'intelligenza umana sappia o possa sapere. Si profila un'intelligenza inorganica che datifica e archivia dati biologici e biometrici, relazioni, interessi, opinioni, comportamenti dell'umanità intera.
- d. Mentre si producono entità mobili, autonome e intelligenti (robot, droni), l'umano si ibrida con dispositivi digitali e interfacce neurali per accrescere le proprie prestazioni (*cyborg*).

Le possibili conseguenze sociali, culturali e geopolitiche che possono derivare dal primato economico e tecnologico, americano, cinese e russo, nell'IA preoccupano l'Unione Europea che sta elaborando linee di intervento etico e operativo<sup>14</sup>. E interrogano ricercatori come Krakauer<sup>15</sup>: *“Non voglio essere apocalittico, adoro la tecnologia e penso che la storia dell'umanità sia una storia di coevoluzione con strumenti che rendono la nostra vita più semplice [...] Ma mentre linguaggi e numeri sono artefatti cognitivi complementari che sviluppano il cervello e che aumentano le nostre capacità di ragionamento, ci sono artefatti cognitivi competitivi che fanno l'opposto: non amplificano le capacità umane ma le sostituiscono, con un impatto negativo sul nostro cervello [...] Il fatto che le macchine diventeranno sempre migliori è scontato. Il punto è: cosa vogliamo tenere per noi stessi? Ed è un quesito che va affrontato dalla filoso-*

*piantes”* (P. Benanti: *Le macchine sapienti: intelligenze artificiali e decisioni umane*, Marietti 1820, 2018, p. 15).

<sup>13</sup> Intelligenza è la capacità di risolvere problemi (*solving problems*), coscienza è la capacità di provare sensazioni ed emozioni soggettive (*feeling something*). Negli umani intelligenza e coscienza sono compresenti (*go together*). Talvolta (non sempre) la coscienza aiuta a risolvere problemi. Questa distinzione non intende in alcun modo ridurre o semplificare le interdipendenze tra ragione, sentimento, coscienza e corporeità dell'umano: *“Per dirla semplicemente, cervello e corpo sono nella stessa barca e insieme rendono possibile la mente”* (A. Damasio, *Lo strano ordine delle cose*, Adelphi, 2018, p. 274).

<sup>14</sup> *Trustworthy AI. Joining efforts for strategic leadership and societal prosperity* (<https://tinyurl.com/v99zeo5>). In Italia, l'ultimo documento ufficiale sull'IA del MISE è la bozza di *Strategia Nazionale per l'Intelligenza Artificiale* (31 luglio 2019, <https://tinyurl.com/v6omxut>). Sintesi aggiornate delle questioni tecnoetiche riguardanti l'IA: Fondazione Leonardo-Civiltà delle Macchine, *Statuto Etico e Giuridico dell'IA*, novembre 2019 (<https://tinyurl.com/sll3pok>); *AINow Institute 2019 Report*, New York University, dicembre 2019 (<https://tinyurl.com/yxxgacta>).

<sup>15</sup> V. Mazza: *Le App uccidono l'intelligenza*, “Lettura-Corriere della Sera”, 10 settembre 2017.

<sup>16</sup> P. Pozzi: *Pensare il digitale in Immagini del digitale. Dopo il Bit Bang*, a cura di P. Pozzi, Nemapress, 2019.

<sup>17</sup> J. Nida-Rümelin, N. Weidenfeld: *Umanesimo digitale. Un'etica per l'epoca dell'Intelligenza Artificiale*, FrancoAngeli, 2019, p. 8, 15.

*fia morale più che dalle scienze [...] le decisioni economiche, ecologiche, tecnologiche e politiche sono interconnesse, anche se continuiamo a trattarle come cose separate”.*

## Umanesimo digitale

In conclusione, la metamorfosi digitale sembra indebolire società più fragili rispetto a quelle industriali perché prive di quella coesione relazionale che le connotava in ragione della loro struttura economico-produttiva. Una struttura che dava certamente luogo a conflitti ma che legava individui, classi e gruppi a un senso di reciproca dipendenza. Per ristabilire coesione, si dovrebbe avere piena consapevolezza della metamorfosi digitale che cambia cultura, economia e politica e attuare un programma di umanesimo digitale<sup>16</sup>:

- assumendo il digitale come asse principale dell'economia politica, codificando nuovi diritti di proprietà su dati e algoritmi, come si fece agli inizi dell'epoca industriale con i diritti di proprietà intellettuale e brevettuale, per contrastare tendenze monopolistiche e tecnocratiche e promuovere una democrazia economica e cognitiva;
- usando il digitale come macro-sistema tecnologico adatto a costruire un futuro sostenibile di consapevole interdipendenza, intra e intergenerazionale, di tutela e valorizzazione delle eccellenze sociali e produttive dei territori e delle comunità, in economie circolari che generino occupazione di prossimità e minimizzino l'uso di risorse non rinnovabili;
- usando il digitale come strumento per promuovere una vera economia della conoscenza imperniata sull'apprendimento permanente (*lifelong learning*) che contrasti dequalificazione e analfabetismo funzionale;
- usando il digitale come strumento per promuovere una vera società della conoscenza che abbia consapevolezza e coscienza condivisa del futuro presente dell'umanità e che non sia egemonizzata da apparati cognitivi artificiali sempre più perfezionati e pervasivi, mentre cresce l'ignoranza individuale e sociale. Scrivono Nida-Rümelin e Weidenfeld<sup>17</sup>: *“Un umanesimo digitale non trasforma l'essere umano in una macchina e non interpreta le macchine come esseri umani. Esso riconosce la peculiarità dell'essere umano e delle sue capacità, servendosi delle tecnologie digitali per ampliarle, non per restringerle [...] Questa forma di umanesimo va incontro agli esseri umani senza essere ostile alla tecnica. Essa si distingue dalle posizioni apocalittiche perché confida nella ragione propria degli esseri umani e dalle posizioni euforiche perché considera i limiti della tecnologia digitale”.*

---

# Programmatic Advertising e intelligenza artificiale

Eleonora Lanfranco *Logico Srl*

Daniele Roffinella *Università di Torino*

Ogni volta che visitiamo una pagina web o effettuiamo una ricerca su Internet, vengono indette aste online in tempo reale per aggiudicare gli spazi pubblicitari che appaiono sul nostro schermo. Si tratta del *programmatic advertising*, che utilizza tecnologie di IA per veicolare pubblicità estremamente mirata

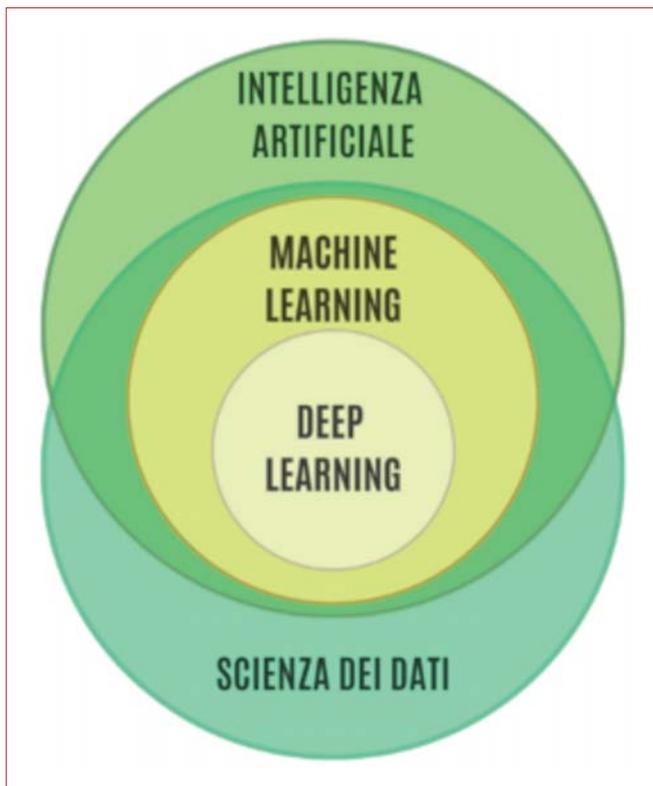
**C**on il termine *Programmatic Advertising* si fa riferimento a tutti i sistemi, le regole, gli algoritmi utilizzati per automatizzare e ottimizzare la compravendita di finestre pubblicitarie, in particolare nel cyberspazio, e alla correlata erogazione di contenuti pubblicitari multimediali a specifici segmenti di destinatari (*l'audience*), che vengono individuati e selezionati mediante processi di profilatura e *targeting* rapidissimi ed estremamente precisi. Quando siamo online, lo spazio pubblicitario disponibile nella pagina che ci compare sullo schermo del PC o dello smartphone viene aggiudicato a uno degli inserzionisti che, in quel momento, vogliono trasmetterci una informazione pubblicitaria, specificamente correlata al *profilo* che è stato costruito su di noi! L'enorme mole dei dati in gioco, la numerosità ed eterogeneità degli attori in competizione fra loro (*buyer, seller, intermediari*), la velocità dei processi, impongono l'utilizzo di tecniche sofisticate per la profilatura, la predizione, la presa di decisioni, sistemi automatici e trattamento di

*Big Data*, oltre che sistemi estremamente affidabili per l'effettuazione delle aste istantanee. L'articolo analizza la realtà attuale del *Programmatic*, dopo aver brevemente richiamato le tecnologie di Intelligenza Artificiale utilizzate nelle piattaforme che stanno alla base di questi sistemi e processi innovativi, capaci di mettere in contatto in modo estremamente efficiente chi desidera un prodotto/servizio con chi glielo può fornire a condizioni competitive.

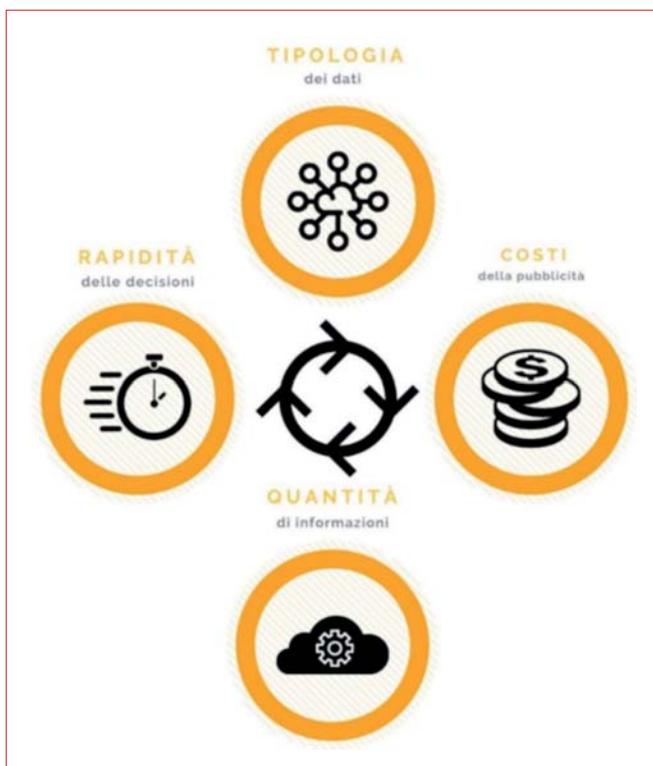
## Intelligenza artificiale e marketing

Il mondo del marketing nell'attuale ecosistema digitale, in cui le informazioni prodotte e raccolte crescono esponenzialmente, necessita di tecnologie in grado di elaborare rapidamente ed efficacemente le enormi quantità di dati relativi ai consumatori per renderli disponibili ai *marketers* e agli inserzionisti di tutto il mondo, a supporto dei processi delle imprese che operano nelle catene del valore. In questo contesto, in tempi recenti, hanno trovato un fertile campo di applicazione le tecniche della cosiddetta Intelligenza Artificiale (*Artificial Intelligence - AI*). L'AI consente alle macchine di imparare dall'esperienza e svolgere compiti simili a quelli dell'uomo; essa riguarda operazioni, caratteristiche dell'intelletto umano, che vengono eseguite da computer, fra cui analisi, decisioni e pianificazione, così come la comprensione del linguaggio, il riconoscimento di oggetti, di suoni, l'apprendimento e la risoluzione dei problemi.

Il concetto di Intelligenza Artificiale viene spesso confuso con quello di *Machine Learning* [1], nonostante il primo descriva in generale la capacità delle macchine di imitare i processi di ragionamento e apprendimento dell'uomo (anziché limitarsi a eseguire specifici comandi come avviene nei sistemi che non utilizzano AI), mentre il secondo rappresenta semplicemente una delle tecnologie con cui si attua l'AI, incentrato sulla creazione e utilizzo di sistemi che apprendono e



**Figura 1**  
Relazioni fra ambiti tecnologici nel campo dell'Intelligenza Artificiale (rielaborazione da [www.oracle.com/it/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html](http://www.oracle.com/it/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html))



**Figura 2**  
I quattro fattori che determinano l'utilizzo dell'intelligenza artificiale nel digital marketing

migliorano le loro performance in base ai dati che analizzano e all'esperienza. Il *Machine Learning* ricerca le informazioni "nascoste" nei dati attraverso reti neurali, modelli statistici, analisi comparative. Con il termine *Deep Learning* [2] viene invece indicata una delle tecnologie utilizzate nel *Machine Learning*, che utilizza modelli di apprendimento strutturati su più livelli per la estrazione autonoma di "conoscenza" da dati che non vengono forniti dal programmatore, ma acquisiti mediante algoritmi di analisi statistica. Le relazioni fra questi ambiti tecnologici sono rappresentate in figura 1.

I settori di maggiore sviluppo per l'AI includono l'industria manifatturiera, le banche, le assicurazioni, il governo, i servizi professionali, le telecomunicazioni, la sanità, i trasporti e il commercio al dettaglio. Si tratta di un fenomeno che, iniziato negli Stati Uniti, si è diffuso in Europa e nel mondo: già nel 2016, in un rapporto prodotto nell'ambito del progetto *One Hundred Year Study on AI* [3] dell'Università di Stanford, che studia gli effetti dell'AI sulla vita delle persone, si afferma che l'84% delle imprese ritiene che investire in AI porterà vantaggi competitivi. Secondo l'*Harvard Business Review*, le imprese negli anni successivi al 2010 hanno utilizzato l'AI principalmente per gestire la sicurezza informatica, rilevando e prevenendo eventuali violazioni (44%), oppure per risolvere problemi tecnologici degli utenti (41%), con una buona percentuale d'impres (34%) che la utilizza per migliorare le attività di gestione della produzione (34%) [4]. Forbes recentemente ha raccolto 10 esempi significativi di società leader mondiali (come Amazon, Alphabet, Apple, Baidu, Tencent, Alibaba, ecc.) che utilizzano l'AI con grandi vantaggi [5].

Uno dei settori applicativi più interessanti e dinamici dell'AI è il marketing: questo ambito, secondo gli orientamenti attuali [6], riguarda il complesso dei metodi e decisioni mediante i quali l'azienda sviluppa (attraverso analisi dei bisogni e della domanda), comunica (attraverso azioni pubblicitarie, *Advertising*) e rende disponibile ai clienti, la propria offerta di prodotti e servizi (*Value Proposition*).

La necessità di utilizzare AI nel *digital marketing* (che include tutte le attività di marketing condotte da un'impresa attraverso l'utilizzo degli strumenti e dei canali digitali) è dovuta soprattutto a quattro fattori che caratterizzano questo mondo (Figura 2).

- Requisiti di rapidità nelle decisioni: nel cyberspazio i potenziali clienti si spostano con estrema rapidità, navigando nel web, frequentando le chat, utilizzando i social networks, seguendo streaming audio-video, ecc. Per questo il livello

di efficacia di un'inserzione pubblicitaria (ad es., un *banner* a margine di una pagina web) cresce quando essa viene presentata al consumatore 'giusto' nel momento in cui è potenzialmente più interessato a vederla.

- Quantità delle informazioni da elaborare: come noto [7], nel 2012 siamo entrati nella cosiddetta *Zetabyte Era* (uno zetabyte corrisponde a un milione di miliardi di megabyte) e si stima che nel corso del 2020 la mole di dati presenti nel cyberspazio supererà i 40 zetabyte. Per ogni persona del pianeta saranno generati 1,7 milioni di nuove informazioni al secondo, un terzo delle quali elaborate nel cloud [8]. Il termine *Big Data*, diventato di uso comune, fa riferimento al fatto che oggi è possibile raccogliere, gestire e analizzare enormi volumi di dati con modalità impossibili con le tecnologie IT tradizionali.
- Tipologia dei dati da raccogliere: non solo la quantità delle informazioni generate continua a crescere in modo esponenziale, ma aumenta anche la percentuale (secondo IDC [9] pari circa all'80%) dei dati *non strutturati* [10]. L'AI sfrutta infatti due diverse tipologie di dati: dati *strutturati*, caratterizzati da uno schema ben riconoscibile, facilmente organizzabili in tabelle e di semplice comprensione per lo studio di relazioni esistenti fra di essi, e dati *non strutturati*, l'analisi dei quali, alla ricerca di corrispondenze significative, è possibile solo grazie all'intelligenza artificiale. Fanno parte della prima tipologia tutti quei dati strutturati come numeri, nomi, date, indirizzi, entità di transazioni commerciali che possono agevolmente venire inseriti ed elaborati mediante database classici (ad es., è relativamente semplice effettuare delle interroga-

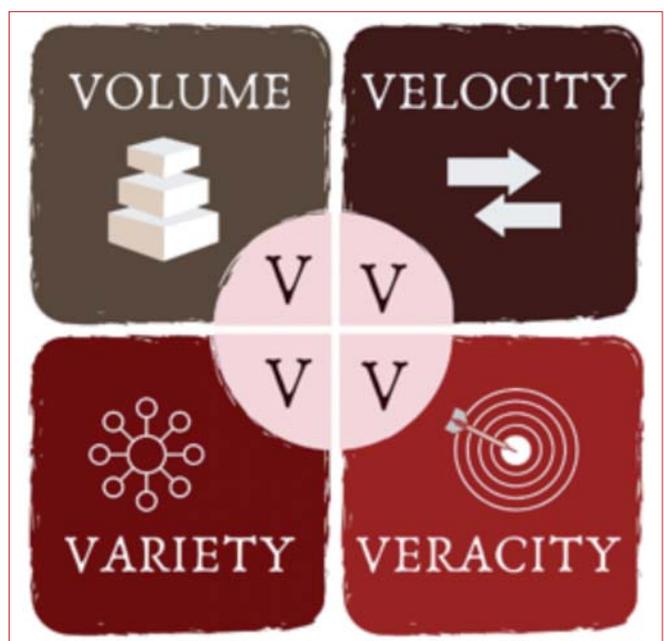
zioni SQL in DB relazionali per ottenere informazioni circa il reddito medio degli uomini adulti single che lavorano in Italia e che vivono in città, allo scopo, ipotizziamo, di lanciare campagne pubblicitarie su capi di vestiario indirizzate a questa specifica fascia di consumatori). Le cose si complicano molto in presenza della seconda tipologia di dato, alla quale appartengono, ad esempio, le informazioni contenute in una immagine, un video, lo scambio di messaggi in un social network, i commenti lasciati in una chat, il comportamento di una persona quando visita pagine sul web, ecc. Nel marketing queste tipologie di dato sono molto importanti, ma per trattarli sono necessari strumenti sofisticati capaci di riconoscere ed estrarre l'informazione utile a un determinato scopo, prima di poterla elaborare<sup>1</sup> (ad es., per scoprire, sulla base dei *like* inseriti su Facebook e Instagram, dei commenti lasciati nei blog degli influencer più popolari, e delle parole chiave usate nelle interrogazioni fatte con i motori di ricerca più usati, chi e quante persone potrebbero essere interessate ad acquistare nei prossimi sei mesi un determinato prodotto).

- Costi aziendali: l'obiettivo che ogni azienda si pone è quello di riuscire a incrementare le vendite riducendo al minimo i costi complessivi; con l'automazione dei processi si ottengono efficienze nei costi del personale delegando alcu-

<sup>1</sup> Comunemente si fa anche riferimento ai cosiddetti dati "semi-strutturati", che presentano caratteristiche intermedie; uno dei linguaggi più utilizzati per la rappresentazione di dati semi-strutturati è XML; si veda ad es. [www.cs.unibo.it/~montesi/CBD/01IntroModelli.pdf](http://www.cs.unibo.it/~montesi/CBD/01IntroModelli.pdf)

**Figura 3** ▶

Le 4V dei Big Data (rielaborazione a partire da [www.zarantech.com](http://www.zarantech.com))



ne mansioni a sistemi basati sull'Intelligenza Artificiale. Inoltre si accelerano i tempi di risposta e viene migliorata la qualità dei servizi offerti al cliente [11].

## I Big Data

Le enormi quantità di dati, prevalentemente non strutturati, che richiedono la AI per essere elaborati, provengono dalle infinite tracce che gli utenti lasciano nel cyberspazio nel momento in cui visitano una pagina web, mettono un *like* a un post, effettuano un acquisto con pagamento elettronico, fanno una foto, utilizzano un navigatore, si soffermano a guardare un'immagine o un filmato, aprono o cancellano una mail, prenotano un ristorante, un viaggio, uno spettacolo, una visita medica, ascoltano una canzone da internet, guardano le previsioni del tempo, chiedono un'informazione a un assistente personale come Siri, Cortana, Alexa.

Gruppi di esperti, i *data scientists*, lavorano ogni giorno per trovare degli *insight* tra questi dati, ovvero delle relazioni significative, delle correlazioni statistiche, con finalità che vanno dalla macro-analisi di fenomeni complessi (come le previsioni meteorologiche, o i macro-trend del gusto nella moda, o la ingegnerizzazione delle componenti e delle configurazioni di un aeromobile) al targeting mirato.

In questo contesto, sono state individuate le cosiddette 4V dei *Big Data* (Figura 3). La prima, *Volume*, si riferisce alla quantità di dati raccolti; con la seconda, *Velocity*, s'intende la velocità d'ingresso di nuove informazioni e la capacità di elaborarle in tempo reale; la *Variety* si riferisce alla gestione d'informazioni di diverse tipologie; la *Veracity* fa riferimento all'affidabilità dei dati, tenendo conto che inevitabilmente sussistono discrepanze ed errori strutturali nei dati raccolti.

Esiste una relazione sinergica fra Intelligenza Artificiale e *Big Data* [12]: da una parte grandissime quantità di dati, per essere analizzate, necessitano di algoritmi sofisticati e veloci; dall'altra parte i dati con cui si alimentano i sistemi di AI accrescono la esperienza degli algoritmi (che sono dotati di capacità di apprendimento), rendendoli 'più intelligenti'. Nel settore del marketing il beneficiario dell'analisi dei dati può essere una qualunque società che intenda personalizzare le proprie offerte di prodotti/servizi, valutare i bisogni e il profilo dei clienti e migliorare il rapporto con gli stessi. Nel 2018 la società di consulenza NewVantage Partners ha pubblicato il suo sesto executive survey [13] con i risultati di uno studio basato sulle risposte dei dirigenti di 60 tra le più grandi società statunitensi tra cui Motorola, American Express,

NASDAQ. Lo studio mette in luce che il 97,2% delle società analizzate investe o ha investito in *Big Data* e AI, con un impegno che per il 60,3% delle aziende rimane al di sotto dei 50 milioni di dollari, per il 27% rientra in un intervallo tra i 50 e i 500 milioni di dollari e per il 12,7% supera addirittura i 500 milioni di dollari.

Anche in Italia il settore dei *Big Data Analytics* risulta particolarmente vivace, e i valori economici a esso associati sono rilevanti; nel 2019 il mercato *Analytics* in Italia ha raggiunto un valore di 1,7 miliardi di euro, in crescita del 23% rispetto allo scorso anno [14].

## Il Programmatic Advertising

Il *programmatic* si sviluppa non più di una decina di anni fa, favorito dalla convergenza, nel settore della pubblicità, di due fenomeni: da una parte la progressiva automatizzazione, con l'ausilio di piattaforme informatiche, di molti processi precedentemente svolti con l'intervento diretto di persone fisiche (in particolare per quanto riguarda l'individuazione degli spazi pubblicitari adeguati per un certo prodotto/servizio e le trattative di compra/vendita per tali spazi); dall'altra parte la graduale adozione del criterio *acquisto di un'audience specifica (audience targeting)* rispetto all'*acquisto di uno spazio*, come invece accade nella pubblicità tradizionale (anche online).

In effetti la pubblicità, semplificando al massimo, fa riferimento alla possibilità di rendere disponibili informazioni su prodotti/servizi ai potenziali compratori e, per raggiungere lo scopo, è importante che le informazioni pubblicitarie siano:

- chiare e proposte secondo modalità tali da attirare l'attenzione dei potenziali clienti (che costituiscono il "target");
- tempestive, così da giungere al target nei momenti in cui l'attenzione del potenziale compratore è massima;
- mirate, poiché più il target è identificato correttamente, maggiori sono le probabilità che l'informazione pubblicitaria risulti utile; al contrario, campagne pubblicitarie generalizzate, dirette a platee molto ampie ma indifferenziate, non solo sono costose, ma possono risultare controproducenti, determinando l'insorgere di reazioni negative nella clientela.

La pubblicità online ha permesso di affinare le modalità di preparazione delle campagne; gli spazi pubblicitari che sono presenti nel cyberspazio sono, per loro natura, tali da facilitare il soddisfacimento dei tre obiettivi appena elencati, rendendo tuttavia inevitabilmente più complesso il meccanismo di compravendita degli spazi stessi.

Nel dettaglio, ogni volta che un'informazione

pubblicitaria ci raggiunge (ad es., quando in auto leggiamo un cartello pubblicitario al bordo della strada, o quando posiamo l'occhio su una pagina pubblicitaria inserita nella rivista che stiamo leggendo, o quando scorgiamo un 'popup' nella pagina web che stiamo consultando, ecc.), significa che precedentemente il proprietario di quello spazio pubblicitario (il *publisher*) ha venduto, tipicamente dopo una trattativa, quello specifico spazio al soggetto che desiderava reclamizzare il proprio prodotto/servizio, ovvero l'inserzionista (*advertiser*).

Ebbene, nel cyberspazio le trattative per la vendita e l'acquisto di spazi pubblicitari, delle tipologie più disparate, sono milioni, e avvengono continuamente. Un inserzionista si trova quindi costretto, ogni qualvolta debba pubblicizzare un prodotto/servizio, a dover prendere importanti decisioni riguardo quali spazi pubblicitari sono ottimali per il proprio prodotto/servizio e andrebbero quindi acquistati, tenendo conto che gli inserzionisti sono innumerevoli, e che ciascuno dispone di una vasta offerta di spazi; a quale prezzo acquistarli (e fino a che punto protrarre la trattativa per l'acquisto); quando acquistarli e infine quando utilizzarli.

Il *programmatic* si è affermato in modo prepotente proprio perché riesce a risolvere questi problemi, grazie all'utilizzo di tre componenti fondamentali:

- le piattaforme informatiche per la compravendita degli spazi pubblicitari;
- i sistemi d'identificazione del target ottimale

(che utilizzano AI per il *target profiling* sulla base d'informazioni estratte con *Big Data Analysis* dalle attività dei consumatori nel cyberspazio)

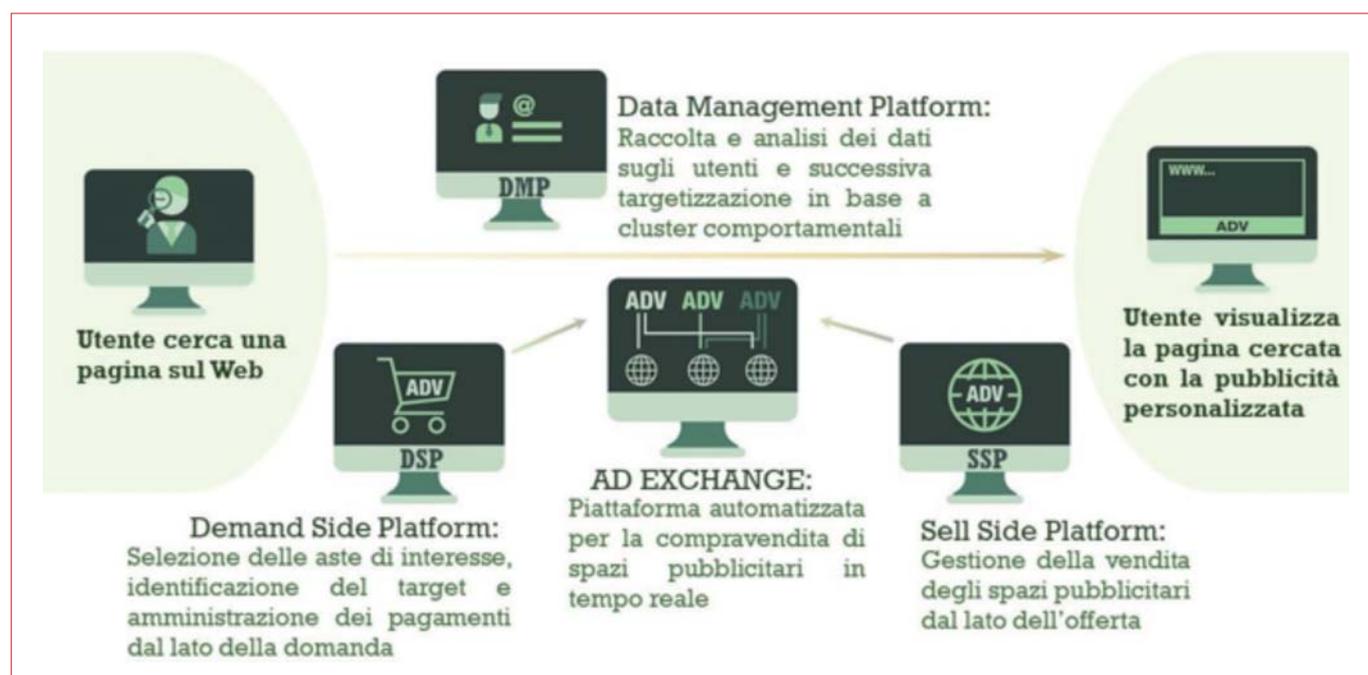
- i sistemi di monitoraggio dell'efficacia dei singoli messaggi pubblicitari, delle loro fruizioni e della idoneità dei singoli spazi pubblicitari (una misura di questa efficacia è il numero di *impressions*, che indica quante volte un messaggio viene effettivamente visto).

Il tutto funziona grazie ad aste online in tempo reale - che avvengono quindi nel momento stesso in cui, ad esempio, un potenziale cliente carica una pagina web - indette per aggiudicare lo spazio di un *banner*, o di un *popup* pubblicitario disponibile in quella specifica pagina - all'inserzionista che in quel preciso momento ritiene di avere un prodotto/servizio di interesse per una specifica persona (il cui profilo viene ricostruito istantaneamente) e che fa un'offerta in tempo reale per acquistare proprio quello spazio. Queste aste in tempo reale si svolgono in modo automatizzato, con l'intervento (come vedremo fra poco) di diverse piattaforme informatiche, a cui *advertiser* e *publisher* hanno preventivamente fornito indicazioni e criteri di condotta. La scelta istantanea dei lotti di spazi oggetti d'asta, le offerte, i rilanci, le aggiudicazioni, sono tutte operazioni effettuate da software di AI, come pure le attività di profilazione necessarie per "caratterizzare" i singoli spazi pubblicitari che appariranno alle singole persone, in modo da identificare gli spazi più adatti a una specifica pubblicità (mediante analisi previsionali, anch'esse attuate con l'aiuto di AI).

Alcune statistiche evidenziano il ruolo della pubblicità automatizzata quale vera rivoluzione del

#### Figura 4

Le piattaforme del programmatic advertising



marketing online: dal 2015 la crescita media del mercato del *programmatic* a livello mondiale è stata del + 36% annuo [15]; nel 2019 gli inserzionisti hanno investito circa il 65% della loro spesa pubblicitaria totale in *programmatic* [16]. In Italia, partita con un certo ritardo rispetto ad altri Paesi, si osserva comunque una rapida crescita negli ultimi anni: l'Osservatorio Internet Media del Politecnico di Milano afferma che nel nostro paese il giro d'affari del *programmatic* ha raggiunto i 482 milioni di euro nel 2018 (+ 18% rispetto all'anno precedente), contribuendo al 16% del totale del business dell'*internet advertising*. I tassi di crescita italiani, comunque, non sono fra i più alti nel mondo: sempre nel 2018 Germania e Francia crescono ben oltre il 30%, gli Stati Uniti del 30% e l'UK del 25%.

## Le piattaforme del *Programmatic Advertising*

Come anticipato, l'applicazione delle tecnologie AI al *programmatic advertising* consiste soprattutto nell'utilizzo di algoritmi intelligenti ad auto-apprendenti:

- per *identificare in tempo reale gli spazi pubblicitari* "ottimi" per i quali fare un'offerta nelle aste automatiche, sulla base di *best matching* fra le caratteristiche degli spazi da un lato e del prodotto/servizio pubblicizzato dall'altro (caratteristiche che vengono definite con tecnologie AI di *profiling*);
- per la *condizione automatica* delle aste, in cui le scelte dei rilanci da effettuare in tempo reale nelle molteplici aste disponibili in un dato momento sono in carico ad AI, con l'obiettivo di assicurare una adeguata quantità di spazi, adatti a una determinata inserzione pubblicitaria, rispettando i vincoli di budget complessi assegnati per una data campagna.

In dettaglio, il *programmatic* sfrutta diverse piattaforme che comunicano tra loro (Figura 4).

L'*AD Exchange* è una *piazza del mercato* online, nelle quali la domanda e l'offerta di *inventory* (ovvero gli annunci pubblicitari o gli spazi che l'editore ha a disposizione e offre agli inserzionisti) si incontrano, e dove avvengono le aste online (la remunerazione dell'*AD Exchange* avviene tipicamente in termini di percentuali sulle aggiudicazioni). Nei sistemi di compravendita programmatica lo scambio d'*impressions nell'AD exchange* può avvenire tramite aste aperte o aste private: nel primo caso qualunque *buyer* (eccetto quelli eventualmente esclusi secondo criteri prestabiliti) può accedere alla piattaforma di scambio e fare un'offerta (superiore a un'offerta minima stabilita a priori) per gli spazi messi a disposizione dal *seller*;

nel secondo caso il publisher limita l'offerta a un numero chiuso e definito di partecipanti.

L'introduzione delle piattaforme *AD exchange* sul mercato ha risolto molti dei problemi che sussistevano con l'utilizzo dei precedenti sistemi basati su *AD network* (piattaforme che aggregano gli spazi di numerosi *publisher* e li suddividono per gruppi di audience, per poi ricollocarli sul mercato), come la presenza di troppi intermediari tra *publisher* e *advertiser*, ognuno dei quali riscuoteva una percentuale sul guadagno totale, determinando un aumento dei costi complessivi<sup>2</sup>.

Connesso all'*AD exchange*, dal lato della domanda, troviamo la *demand side platform*, piattaforma utilizzata dagli inserzionisti per selezionare lo specifico *target* al quale si vuole indirizzare la pubblicità, scegliere le aste di maggior interesse fra quelle disponibili, e amministrare i pagamenti degli spazi pubblicitari. Questa piattaforma consente ai suoi utenti (cioè agli inserzionisti) di partecipare a più aste attraverso un'unica interfaccia e contiene algoritmi di ottimizzazione (tecnologie AI) per il raggiungimento degli obiettivi di marketing prefissati. Dal lato dell'offerta, l'*AD exchange* comunica con la piattaforma dedicata agli editori; si tratta della *sell side platform*, che si occupa di gestire la vendita degli spazi. Questo software ottimizza le relazioni fra venditori e compratori, minimizzando i tempi di trattativa e permettendo al *publisher* di mantenere il controllo diretto sui propri spazi e i loro utilizzi; le tecnologie AI sono utilizzate sia per la scelta delle basi d'asta (specifiche per ciascun lotto di spazi pubblicitari messi in vendita), sia, a monte, per la caratterizzazione degli spazi (basata sulla profilazione dei consumatori a cui i singoli spazi pubblicitari vengono presentati).

Ognuna di queste piattaforme comunica infine con le *data management platforms*: enormi contenitori di dati di prima, seconda e terza parte sugli utenti<sup>3</sup>, che si occupano dell'analisi degli stessi per procedere a un targeting ottimizzato in base a cluster comportamentali

Come evidenziato, l'intero sistema si basa sull'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale: le varie piattaforme dialogano continuamente fra di loro e con i lo-

<sup>2</sup> Per approfondimenti circa le differenze fra AD Exchange e AD Network si rimanda ai seguenti due articoli: D. Naik: *Buying Ads Online - Programmatic Advertising and AI*, "Medium", 9 gennaio 2019, e *Ad Network vs Ad Exchange*, "SelfAdvertiser", 17 febbraio 2017.

<sup>3</sup> Dati di Prima Parte: sono quelli posseduti direttamente da una Azienda, ricavati dalle sue relazioni dirette con la clientela; Dati di Seconda Parte: posseduti da una Azienda concorrente o partner, tipicamente ottenibili mediante accordi bilaterali; Dati di Terza Parte: enormi raccolte di dati di fonti eterogenee, aggregati e normalizzati da una moltitudine di soggetti, alcuni dei quali fanno della compra-vendita dei dati di profilatura il proprio business principale.

ro utilizzatori; tutti i processi di compra-vendita, la gestione delle aste in tempo reale, la identificazione delle associazioni ottimali fra spazi e inserzioni pubblicitarie, l'analisi dei dati relativi agli utenti, alle inserzioni, agli spazi, sono gestiti in modo automatico da software sofisticati, dotati tipicamente di capacità di apprendimento. Più in generale, le applicazioni di AI e *Big Data Analysis* al marketing crescono continuamente; i giganti del web mettono a disposizione piattaforme che vengono continuamente migliorate<sup>4</sup>, e innumerevoli sono i casi di campagne di successo realizzate impiegando il *programmatic*<sup>5</sup>. Inoltre l'AI inizia a essere utilizzata anche nella progettazione degli stessi contenuti pubblicitari, che vengono creati in modo da massimizzare l'efficacia dei messaggi veicolati<sup>6</sup>.

## Problematiche etiche e di privacy

Ogni fenomeno che abbia impatti rilevanti sulla vita quotidiana di masse di persone inevitabilmente tende a sollevare dibattiti sulle sue implicazioni sociali, etiche e politiche. Il *programmatic*, e in particolare il suo utilizzo dell'analisi dei *Big Data* per mezzo dell'Intelligenza Artificiale, pone evidenti questioni relative alla privacy e alla protezione dei dati personali.

Nell'ordinamento giuridico italiano si distinguono le fonti di produzione del diritto nazionale, basate sulla sovranità dello Stato italiano, e quelle del diritto sovranazionale. Per quanto riguarda la privacy, essa viene tutelata innanzitutto nell'articolo 12 della Dichiarazione Universale dei diritti dell'Uomo del 1948 e nell'articolo 8 della Convenzione Europea dei diritti dell'Uomo del 1950. Con lo sviluppo delle nuove tecnologie, nel 2000 viene redatta la Carta di Nizza, la quale distingue giuridicamente la tutela del dato personale rispetto quella della privacy. Sul piano nazionale, l'articolo 2 della Costituzione Italiana fa da legge ombrello per la tutela di tutti quei diritti fondamentali dell'uomo tra i quali vengono riconosciuti appunto il diritto alla privacy e alla protezione dei dati personali.

La più recente normativa relativa alla protezione delle persone fisiche con riguardo al trattamento e alla libera circolazione dei dati personali è il Regolamento UE 2016/679, meglio noto come *General Data Protection Regulation* - GDPR. Tutti i sistemi d'intelligenza artificiale sono tenuti a conformarsi alle normative contenute nel GDPR, il quale, come riportato sul sito dell'Agenda Digitale Europea, è "[...] una risposta, necessaria e urgente, alle sfide poste dagli sviluppi tecnologici e dai nuovi modelli di crescita economica, tenendo conto delle esigenze di tutela dei dati personali sempre più avvertite dai cittadini UE". Il Regolamento nasce dalla consapevolezza che al pro-

gresso tecnologico si debbano affiancare considerazioni etiche e riflessioni circa le possibili ripercussioni sui diritti umani fondamentali.

Nello specifico, il GDPR sancisce alcuni criteri per la raccolta e l'utilizzo dei dati personali: l'utente deve sempre acconsentire alla raccolta e al trattamento dei dati per gli scopi elencati nell'informativa, nella quale il titolare del trattamento ha inoltre l'obbligo di specificare i dati di contatto del RPD-DPO (Responsabile della protezione dei dati - *Data Protection Officer*), ove esistente, la base giuridica del trattamento, qual è il suo interesse legittimo se quest'ultimo costituisce la base giuridica del trattamento, nonché se trasferisce i dati personali in Paesi terzi e, in caso affermativo, attraverso quali strumenti, il periodo di conservazione dei dati e, infine, se il trattamento comporta processi decisionali automatizzati, specificandone la logica e le conseguenze per l'interessato.

La centralità dei dati nelle attività produttive e di scambio attuali impone nuove sfide a livello nazionale per quanto riguarda la tutela degli stessi in relazione ai diritti fondamentali della persona, ma anche in riferimento agli effetti del *programmatic* sulle modalità di diffusione e acquisizione della stessa pubblicità; una delle criticità è la necessità di garantire trasparenza al consumatore, con particolare attenzione alla tutela dei minori, e il tema del consenso per l'utilizzo dei propri dati personali. Le decisioni di un sistema automatico intelligente, ad esempio, vengono prese in maniera autonoma e spesso risultano incomprensibili anche a chi lo ha progettato, sollevando così interrogativi sui temi etici e giuridici rilevanti.

A riguardo, il 10 febbraio dell'anno corrente (2020) è stato pubblicato il rapporto finale di un'indagine

---

<sup>4</sup> Un significativo esempio è la Google Marketing Platform, continuamente arricchita di nuove funzionalità [rif: <https://marketingplatform.google.com/info?authuser=0>]; Amazon Advertising è un esempio delle funzioni messe a disposizione da uno dei maggiori leader mondiali nelle compravendite online [rif: [https://advertising.amazon.com/?ref=a20m\\_us\\_hnav\\_gw](https://advertising.amazon.com/?ref=a20m_us_hnav_gw)]; l'IBM, in Watson Advertising utilizza ampiamente le proprie tecnologie AI, con cui già nel 2017 ha realizzato quattro piattaforme innovative, come illustrato nell'articolo di J. Bitterman, *How Watson Advertising improves decision-making and reduces costs across the marketing lifecycle*, IBM, 17 ottobre 2017 [rif: [www.ibm.com/blogs/watson/2017/10/watson-advertising-improves-decisions-reduces-marketing-costs/](http://www.ibm.com/blogs/watson/2017/10/watson-advertising-improves-decisions-reduces-marketing-costs/)]

<sup>5</sup> Alcuni esempi sono riportati nell'articolo di L. Keane, *Programmatic Ad Buying: 6 Examples of Brands Getting it Right*, "GlobalWebIndex", 14 agosto 2018. <https://blog.globalwebindex.com/marketing/programmatic-ad-buying/>

<sup>6</sup> Per una sintesi delle applicazioni della AI nel marketing, inclusa la creazione automatica di contenuti si rimanda all'articolo di M. Kaput, *AI for Advertising: Everything You Need to Know*, Marketing AI Institute, 8 gennaio 2020, [www.marketingaiinstitute.com/blog/ai-in-advertising](http://www.marketingaiinstitute.com/blog/ai-in-advertising)

conoscitiva sui Big Data [17] condotta congiuntamente dall'Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni, dall'Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato e dal Garante per la Protezione dei Dati Personali “volta ad approfondire la conoscenza degli effetti prodotti dal fenomeno dei Big Data e analizzarne le conseguenze in relazione all'attuale contesto economico-politico-sociale e al quadro di regole in vigore” [18]. L'indagine si chiude con una serie di raccomandazioni rivolte al governo e al Parlamento dalle tre autorità, perché si concentri l'attenzione sulla necessità di promuovere un quadro normativo adeguato ad affrontare la questione della trasparenza dell'uso dell'informazioni personali dei singoli. Come ha sottolineato il segretario generale del Garante della Privacy Giuseppe Busia, “anche se l'economia dei dati è l'economia del futuro, la protezione dei dati personali ha bisogno di strumenti di regolamentazione”.

Sempre nel febbraio 2020 la Commissione europea ha presentato tre nuovi documenti (la Comunicazione *Shaping Europe's digital future* [19], la Comunicazione *A European strategy for data* [20] e il *White Paper sull'Artificial Intelligence* [21]) riguardanti i dati e l'Intelligenza Artificiale, con i quali si espone la volontà di fare dell'Europa il continente leader in questi due ambiti di attività tramite una serie di azioni mirate. Tra gli obiettivi primeggia la tutela degli interessi dei cittadini sul fronte privacy e sicurezza dei dati.

Il tema della *data ethics*, riguardante la distinzione tra ciò che è lecito rispetto a ciò che è moralmente corretto, sembra essere uno dei focus delle riflessioni sull'AI degli ultimi anni. A livello Europa, i Commissari comunitari che si occupano di privacy hanno posto attenzione crescente sulla tematica. Già nel 2018, in occasione della quarantesima conferenza internazionale delle Autorità per la protezione dei dati personali [22] si è parlato della rilevanza della dimensione collettiva dell'uso dei dati e della valutazione degli effetti (anche in termini etici) sulla società e la tutela dei dati nel contesto dell'AI. Dal dibattito è risultato evidente che la società, nelle sue varie forme, è ormai un interlocutore necessario per i regolatori e per le imprese, da qui l'importanza di concetti chiave quali trasparenza e partecipazione [23]. A livello mondiale, il tema delle problematiche etiche nel marketing, e in particolare nelle modalità che si avvalgono delle tecnologie più innovative, era stato messo a fuoco dalla Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE); un suo report del 2019 [24] analizza una ampia casistica di comportamenti di Aziende, in particolare globali, e fornisce linee-guida da seguire per utilizzi delle nuove tecnologie nella pubblicità online che risultino compatibili con i diritti dei consumatori. La sensibilità sulla temati-

ca sta aumentando e coinvolge, inevitabilmente, anche la Chiesa; a fine febbraio 2020 è stato firmato da personalità internazionali (fra cui Brad Smith, presidente di Microsoft, e da John Kelly III, vicepresidente esecutivo di IBM), la “Rome Call for AI Ethics”, un documento che propone una valutazione critica degli effetti di queste tecnologie, dei rischi che comportano, di possibili vie di regolamentazione, anche sul piano educativo [25].

## Conclusioni

Il *programmatic advertising* potrebbe essere considerato, tutto sommato, una banale compravendita di spazi pubblicitari; similmente Google avrebbe potuto essere considerato, quando nacque, un banale ‘bibliotecario’ disponibile online. L'effetto moltiplicatore proprio del cyberspazio, in cui tutto è connesso e tutto è istantaneo, può trasformare semplici innovazioni come queste in fenomeni capaci di modificare radicalmente, e su scala mondiale, la nostra vita. Le potenzialità insite nelle tecnologie avanzate, come l'Intelligenza Artificiale, e gli effetti di discontinuità che il loro utilizzo può determinare, non sono prevedibili a priori. È indispensabile che gli enormi vantaggi derivanti dall'innovazione siano accompagnati da adeguate tutele per i diritti fondamentali della persona; è inoltre auspicabile che lo sfruttamento delle nuove tecnologie non diventi appannaggio pressoché esclusivo di una cerchia limitata di soggetti, ma possa rappresentare un beneficio per chiunque sia interessato ad avere un ruolo negli specifici settori applicativi coinvolti.

Molte innovazioni fanno ormai parte del nostro quotidiano; il fatto che di alcune di esse siamo consapevoli (come gli smartphone, gli assistenti domestici, gli assistenti in auto) non ci garantisce, di per sé, che i confini che delimitano la nostra sfera personale privata non subiscano significative modifiche, rispetto a quando i nuovi strumenti non esistevano. Anche il *programmatic* ormai interagisce continuamente con noi, probabilmente senza che ce ne rendiamo conto. Nella misura in cui, grazie ad esso, ci vengono rese disponibili informazioni commerciali più appropriate ai nostri bisogni (e a costi più bassi, che si riflettono in prezzi più bassi dei prodotti/servizi pubblicizzati), possiamo considerarlo una innovazione positiva, fiduciosi che gli enti preposti alla tutela dei nostri diritti personali siano efficaci e capaci di tenere il passo con la velocità della innovazione tecnologica.

Si ringrazia l'ing. Angelo Luison per l'incoraggiamento alla preparazione dell'articolo e i preziosi commenti nella fase di stesura.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] M. di Paolo Emilio: Intelligenza artificiale, deep learning e machine learning: quali sono le differenze?, *Innovation Post*, 14 febbraio 2018, [www.innovationpost.it/2018/02/14/intelligenza-artificiale-deep-learning-e-machine-learning-quali-sono-le-differenze/](http://www.innovationpost.it/2018/02/14/intelligenza-artificiale-deep-learning-e-machine-learning-quali-sono-le-differenze/)
- [2] *Deep Learning*, Intelligenza Artificiale, [www.intelligenzaartificiale.it/deep-learning/](http://www.intelligenzaartificiale.it/deep-learning/)
- [3] B.J. Grosz et alii: *One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100)*, Stanford University, 2016, <https://ai100.stanford.edu/>
- [4] S. Ramaswamy: How Companies Are Already Using AI, *Harvard Business Review*, 14 aprile 2017, [hbr.org/2017/04/how-companies-are-already-using-ai](http://hbr.org/2017/04/how-companies-are-already-using-ai)
- [5] B. Marr: The 10 Best Examples Of How Companies Use AI, *Forbes Innovation*, 9 dicembre 2019.
- [6] *Definizione di Marketing*, Glossario Marketing, [www.glossario-marketing.it/significato/marketing/](http://www.glossario-marketing.it/significato/marketing/)
- [7] *The Zettabyte Era: Trends and Analysis*, Cisco White Paper, 12 ottobre 2017.
- [8] O. Wassén: Big Data facts - How much data is out there?, *Node Graph*, 2 settembre 2019. [www.nodegraph.se/big-data-facts/](http://www.nodegraph.se/big-data-facts/)
- [9] T. King: 80 Percent of Your Data Will Be Unstructured in Five Years, *Solutions Review*, 28 marzo 2019, <https://solutionsreview.com/data-management/80-percent-of-your-data-will-be-unstructured-in-five-years/>
- [10] J. Harris: *Bridging the Divide between Unstructured and Structured Data*, UC Berkeley School of Information, 26 febbraio 2014, <https://datascience.berkeley.edu/structured-unstructured-data/>
- [11] Almwave: *Automazione dei processi: come ridurre i costi con l'AI*, 20 gennaio 2020, [blog.almwave.it/intelligenza-artificiale-riduzione-dei-costi-grazie-allautomazione-dei-processi](http://blog.almwave.it/intelligenza-artificiale-riduzione-dei-costi-grazie-allautomazione-dei-processi)
- [12] J. Sinor: AI & Big Data; Better Together, *Forbes*, 30 settembre 2019, [www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/09/30/ai-big-data-better-together/#1d396dc60b3c](http://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/09/30/ai-big-data-better-together/#1d396dc60b3c)
- [13] T. H. Davenport, R. Bean: How Big Data and AI are Driving Business Innovation, *New Vantage Partners*, Big Data Executive Survey, 2018, <http://newvantage.com/wp-content/uploads/2018/02/Big-Data-Executive-Survey-2018-Findings.pdf>
- [14] D.A.: Big Data Analytics in Italia, *Corriere Comunicazioni*, 19 novembre 2019, con dati tratti da *Osservatorio Big Data Analytics & Business Intelligence della School Management del Politecnico di Milano*, [www.corrierecomunicazioni.it/digital-economy/big-data-analytics-in-italia-giro-daffari-da-17-miliardi-balzo-del-23-in-un-anno/](http://www.corrierecomunicazioni.it/digital-economy/big-data-analytics-in-italia-giro-daffari-da-17-miliardi-balzo-del-23-in-un-anno/)
- [15] G. Fiore: Programmatic advertising: la rivoluzione degli spazi pubblicitari online, *Digital Marketing*, 28 dicembre 2017, [www.digital-coach.it/blog/case-histories/programmatic-advertising/](http://www.digital-coach.it/blog/case-histories/programmatic-advertising/)
- [16] *Programmatic ad spend to grow*, Zenith, novembre 2018, [www.zenithmedia.com/65-of-digital-media-to-be-programmatic-in-2019/](http://www.zenithmedia.com/65-of-digital-media-to-be-programmatic-in-2019/)
- [17] AGCM: IC53 - *Big Data: pubblicata indagine Agcom, Agcm e Garante privacy*, 10 febbraio 2020, <https://www.agcm.it/media/comunicati-stampa/2020/2/Big-Data-pubblicata-indagine-Agcom-Agcm-e-Garante-privacy>
- [18] AGCOM: *Indagine conoscitiva sui Big Data*, febbraio 2020, [https://www.agcm.it/dotcmsdoc/allegati-news/IC\\_Big%20data\\_imp.pdf](https://www.agcm.it/dotcmsdoc/allegati-news/IC_Big%20data_imp.pdf)
- [19] Publications Office of the European Union: *Shaping Europe's Digital Future*, febbraio 2020, [ec.europa.eu/info/files/communication-shaping-europes-digital-future\\_en](http://ec.europa.eu/info/files/communication-shaping-europes-digital-future_en)
- [20] European Commission: *A European strategy for data*, febbraio 2020, [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-european-strategy-data-19feb2020\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-european-strategy-data-19feb2020_en.pdf)
- [21] European Commission: *On Artificial Intelligence - A European approach to excellence and trust*, febbraio 2020, [ec.europa.eu/info/files/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-and-trust\\_en](http://ec.europa.eu/info/files/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-and-trust_en)
- [22] *Atti della quarantesima conferenza internazionale delle Autorità per la protezione dei dati personali*, Bruxelles, 22-26 ottobre 2018, [www.privacyconference2018.org/en](http://www.privacyconference2018.org/en)
- [23] A. Mantelero: Garanti privacy UE, tutte le sfide dell'etica nell'intelligenza artificiale, *Agenda Digitale*, 29 ottobre 2018, [www.agendadigitale.eu/sicurezza/etica-tutela-dei-dati-e-ai-tutte-le-sfide-sul-tavolo-dei-garanti-privacy/](http://www.agendadigitale.eu/sicurezza/etica-tutela-dei-dati-e-ai-tutte-le-sfide-sul-tavolo-dei-garanti-privacy/)
- [24] OCSE: *Good Practice Guide on Online Advertising*, 10 settembre 2019, [www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/CP\(2018\)16/FINAL&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/CP(2018)16/FINAL&docLanguage=En)
- [25] C.U.: La chiamata della Pontificia Accademia per la Vita per un'intelligenza artificiale umanistica, *La Stampa*, 24 febbraio 2020, [www.lastampa.it/vatican-insider/it/2020/02/24/news/paolo-benanti-la-chiamata-della-pontificia-accademia-per-la-vita-per-un-intelligenza-artificiale-umanistica-1.38510986](http://www.lastampa.it/vatican-insider/it/2020/02/24/news/paolo-benanti-la-chiamata-della-pontificia-accademia-per-la-vita-per-un-intelligenza-artificiale-umanistica-1.38510986)
- [26] R. Ito: L'intelligenza artificiale a confronto con la realtà, *Google Stories*, [about.google/intl/ALL\\_it/stories/gender-balance-diversity-important-to-machine-learning/](https://about.google/intl/ALL_it/stories/gender-balance-diversity-important-to-machine-learning/)
- [27] Partecipanti al Tavolo di Lavoro Programmatic Advertising, *Programmatic advertising - White paper*, IAB, 2018, [www.iab.it/wp-content/uploads/2018/03/White-Paper-Programmatic-2018.pdf](http://www.iab.it/wp-content/uploads/2018/03/White-Paper-Programmatic-2018.pdf)
- [28] M.C. Puffet et alii: *Attitudes to Programmatic Advertising*, IAB Europe, settembre 2019, [https://iabeuropa.eu/wp-content/uploads/2019/09/IAB-Europe-Attitudes-to-Programmatic-Advertising-Report-2019\\_Sept-2019.pdf](https://iabeuropa.eu/wp-content/uploads/2019/09/IAB-Europe-Attitudes-to-Programmatic-Advertising-Report-2019_Sept-2019.pdf)
- [29] Garante per la protezione dei dati personali: *Privacy Shield*, pagina web con rimandi a documenti ufficiali sul Privacy Shield, 2016, [www.garanteprivacy.it/web/guest/home/docweb/-/docweb-display/docweb/5306161](http://www.garanteprivacy.it/web/guest/home/docweb/-/docweb-display/docweb/5306161)
- [30] B. Saetta: *Profilazione e processi decisionali automatizzati*, Protezione dati personali, 12 novembre 2018, <https://protezionedatipersonali.it/profilazione>



Virtual Conference  
18-20, November 2020

# VIRTUAL Conference



Organized by



# International Conference of Electrical and Electronic Technologies for Automotive

<https://convegni.aeit.it/automotive>

[automotive@aeit.it](mailto:automotive@aeit.it)

**AEIT AUTOMOTIVE 2020** Conference, after 4 successful editions, will be held on November, 18-20 to host regular papers in several areas of the multi-form automotive and e-mobility fields. In light of the escalating spread of the Coronavirus (Covid-19) around the world, **AEIT AUTOMOTIVE** will be a virtual conference: technical sessions will be virtually held and speakers and attendants will be worldwide connected. The 5<sup>th</sup> AEIT International Conference of Electrical and Electronic Technologies for Automotive (**AEIT AUTOMOTIVE 2020**) aims to be a solid reference of the technical community to present and discuss the most recent results of scientific and technological research for

the automotive industry, with particular emphasis to applications and new trends. The Conference covers all aspects of the segment focusing on electrical vehicles, connected autonomous cars, special vehicles, and e-mobility.

**AEIT AUTOMOTIVE 2020** will bring together in an annual event, the Electrical and Electronic specialists, Mechanical and Systems Engineers, and the Information and Communication Technology specialists. The Steering and the Technical Program Committee include experts from the Academic world, Associations, Key Industrial Stakeholders and Regulatory Authorities.

Scientific Sessions Key tracks are:

1. **Hybrid and electric powertrains and emission regulations**
2. **Energy infrastructures, fuel cells, and batteries**
3. **Advanced driver assistance systems and autonomous driving, safety and connectivity**
4. **Mobility, smart cities, energy grid, and communication networks**
5. **Power Electronics, Active and Passive Components, sensors and transducers**

**AEIT AUTOMOTIVE 2020** will host papers on:

- Evolution of the electrical car, from mild hybrid to full electrical traction
- Low emission regulations and high performance vehicles
- Battery progresses, performance and cost, fuel cells

- Electrical car autonomy and related recharging infrastructure - Smart grid involvement
- Connected cars: a major enabler for safety and traffic control
- Assisted and autonomous driving: technology, safety, ethical, and social issues
- Ethical policies for assisted and autonomous driving; legal regulations
- Network and protocols related issues
- Interaction with smart city and mobility management
- Digital and analog sensors and Electronics for vehicle diagnostics and control, safety, assisted driving and emerging applications
- Photonics, laser manufacturing, car lighting

**AEIT AUTOMOTIVE 2020** is aimed at an academic and industrial audience, professionals active in automotive, including designers, manufacturers and users of technology, as well as analysts and investors interested in this sector in great development and of high social impact. Authors are invited to submit preliminary papers containing a complete description of the proposed technical contribution along with results, suitably framed in the related state of the art. Conference content will be submitted for inclusion into IEEE Xplore as well as other Abstracting and Indexing (A&I) databases.

in cooperation with



International Microelectronics  
And Packaging Society  
Italian Chapter



**POLITECNICO  
MILANO 1863**



**POLITECNICO  
DI TORINO**

technical co sponsorship of



IEEE IAS-PELS-IES North Italy Joint Chapter

Power & Energy Society®  
Italy Chapter - PE31

JOINT ITALY CHAPTER

# Intelligenza Artificiale: nell'Era della Post-Informazione

Mauro Ugolini *Università Roma Tre*

Edward Smith *Wokingham U3A (University of the Third Age)*

In questo articolo si analizzeranno la natura e l'evoluzione dell'IA, gli impatti e i contributi all'Era della Post-Informazione. Si descriverà lo sviluppo sia dal punto di vista tecnologico che di mercato, per poi considerare i controversi effetti sul mondo del lavoro e su alcune importanti realtà di settore

**S**i ritiene che l'Intelligenza Artificiale (IA) sarà una tecnologia integrata, secondo il modello "Intel inside" dei microprocessori per computer. Il nostro esame inizierà considerando la natura e le possibili traiettorie di sviluppo e mostrerà perché, dopo molti anni di promesse, l'IA stia cominciando proprio ora a offrire vantaggi concreti. Verranno poi esplorati il mercato esistente e gli effetti di questa tecnologia, dato che la si ritiene uno dei più importanti *enabler* dell'Era della Post-Informazione. Si analizzeranno infine gli impatti sulla società futura, in particolare sul mondo del lavoro e sulla cosiddetta "singolarità", cioè il momento in cui l'intelligenza delle macchine supererà l'intelligenza umana.

## Cos'è l'Intelligenza Artificiale?

L'Intelligenza Artificiale è oggetto di studio sin dalla fine degli anni '40, e tuttavia solo recentemente è stata considerata con attenzione dalle vendite del settore dell'*Information Technology* -

IT. Il termine è usato per descrivere "l'uso dei computer in modo che siano eseguite operazioni analoghe a quelle originate dalle capacità umane di apprendimento e di decisione".

Il *Machine Learning* - ML, in particolare, noto come apprendimento automatico, è definito come la capacità di una macchina di migliorare le sue prestazioni con la ripetuta esperienza di problemi specifici [1] ed è collegato alle reti neurali, ovvero modelli di calcolo che simulano il modo in cui operano i neuroni del cervello umano [2], consentendo ai computer di svolgere compiti senza una programmazione esplicita. Utilizza grandi insiemi di dati per sviluppare l'apprendimento della macchina necessario a risolvere il problema oggetto di studio e segue uno specifico processo per la creazione di un modello, la raccolta e la preparazione dei dati, l'addestramento e infine la valutazione. Un aspetto chiave è proprio il livello di addestramento richiesto per raggiungere determinati obiettivi. Gli algoritmi di apprendimento avanzato si distinguono per uno sviluppo che utilizza grandi volumi di dati e si basano su reti neurali multistrato.

La figura 1 permette di confrontare le tecniche di elaborazione correnti, e mostra che il ruolo dell'elaborazione dati convenzionale consiste nel trasformare dati in risposte o informazioni utilizzando le regole, mentre il ML sfrutta dati, risposte o risultati per ricavare le regole.

La maggior parte dei progressi attuali sono stati fatti nel campo della cosiddetta IA "debole", piuttosto che in quello della IA "forte". La prima (IA debole) si concentra su applicazioni specifiche, come la superiorità nel gioco di Go<sup>1</sup>. La migrazione a una diversa area di applicazione richiede un'ampia riqualificazione dell'algoritmo di apprendimento e un significativo intervento umano nel processo di apprendimento. Al contrario, la seconda (IA forte) consiste nella capacità di af-

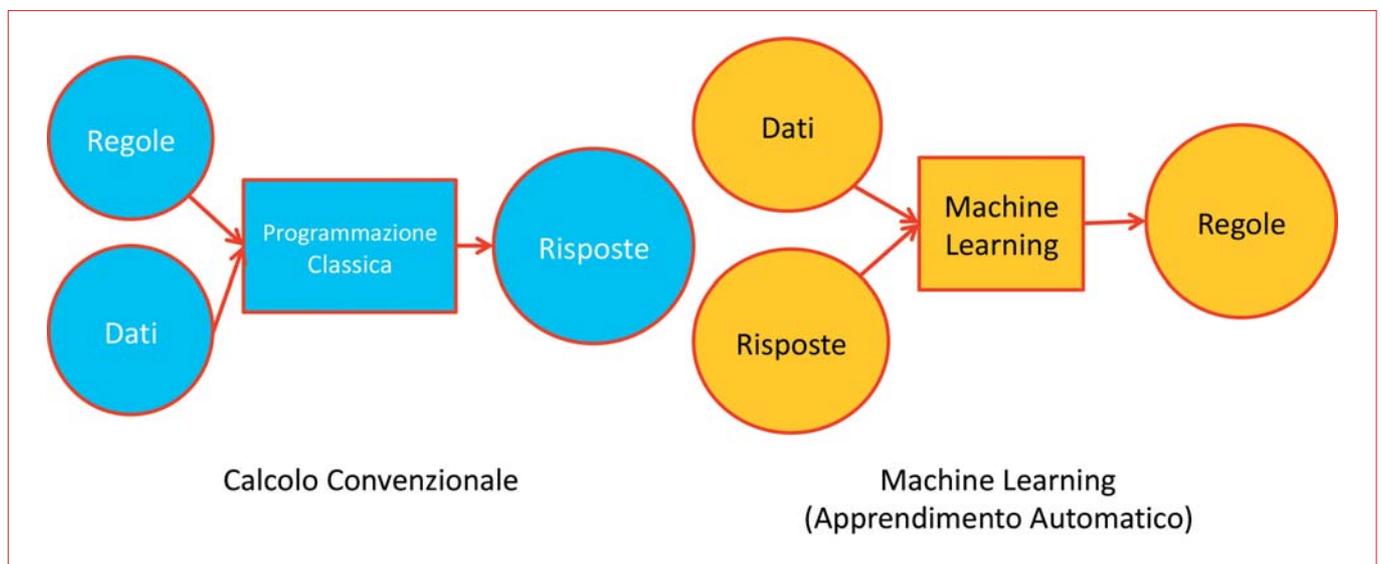
frontare una gamma più ampia di problemi, e assomiglia più da vicino al pensiero umano, senza richiedere la necessità di un'estesa riqualificazione [4].

Se però si vuole avere una visione più completa del settore dell'IA, è importante esaminare la storia del suo sviluppo, per ricavare elementi sulle

1 Go è un gioco di strategia piuttosto complesso di origine cinese, che si ritiene sia più impegnativo per l'IA di quanto non siano gli scacchi.

ti come gli "inverni" dell'IA [3]. Il "Progetto per il computer di quinta generazione" del Giappone negli anni '80, che purtroppo sottovalutò il ruolo del ML, fu solo un breve periodo di entusiasmo. Per giustificare questi risultati deludenti si sostenne successivamente che la stampa di settore avesse avuto un peso, nel fissare le aspettative del settore dell'IA, maggiore di quello delle pubblicazioni scientifiche di informatica [5].

Il successivo sviluppo del microprocessore dette origine a speculazioni sugli eventuali limiti del



▲ Figura 1

Confronto tra elaborazione dati convenzionale e Machine Learning (apprendimento automatico) [3]

cause di un progresso più lento del previsto e per comprendere cosa abbia permesso il rilancio che oggi si osserva.

## Le traiettorie di sviluppo dell'IA

Già negli anni '40 Alan Turing e i suoi colleghi facevano ricerca su macchine intelligenti, e presto giunsero alla conclusione che i programmi con capacità di apprendimento, in grado cioè di modificare le proprie istruzioni, sarebbero stati realizzati in breve tempo.

Il termine "Intelligenza Artificiale - IA" fu coniato nel 1956 nel corso di una conferenza al Dartmouth College negli Stati Uniti [4]. Negli anni '50 e nei primi anni '60 lo sviluppo di questa tecnologia si fondò su approcci basati sulla logica, nei successivi anni '70 e '80 sui sistemi esperti e, dal 2000 in poi, sul *Machine Learning* basato sui dati. In tutto il periodo vi furono ripetuti episodi di ridotti finanziamenti (e scarsi risultati), oggi indica-

progresso con i computer e sul concetto di *Ultra Intelligent Machine* - UIM [5]. Una prima fase della rivoluzione informatica fu allora associata agli anni tra il 1980 e il 1982, il periodo tra 1983 e il 1990 fu considerato quello della crescita esponenziale e delle prospettive a lungo termine, quello dal 1991 al 2000, infine, avrebbe visto l'ascesa dell'UIM.

La *Ultra Intelligent Machine* (UIM) avrebbe dimostrato sensibilità (all'acquisizione dati), capacità di archiviazione dati, velocità di elaborazione, velocità di modifica ed efficienza del software, versatilità d'uso. Avrebbe dovuto essere un computer programmato per svolgere qualsiasi attività intellettuale, con risultati almeno leggermente superiori a quelli di un essere umano. Le prime UIM avrebbero iniziato il processo di aumento dell'intelligenza di altre UIM e la seconda generazione di UIM avrebbe accelerato questo progresso, dando origine a macchine significativamente più intelligenti degli esseri umani (terza generazione

dell'UIM) e in grado di migliorare il proprio software [6]. La figura 2 mostra gli specifici incrementi di intelligenza della macchina necessari alla realizzazione del concetto di UIM.

Il risveglio corrente dell'interesse per l'IA può essere attribuito alla disponibilità di grandi insiemi di dati di alta qualità, all'elaborazione distribuita e alle applicazioni del calcolo basato sulle unità di elaborazione grafica (*Graphical Processing Unit* - GPU), che hanno determinato rapidi progressi nel campo del *Deep Learning*<sup>2</sup> [7]. Di recente, si sono registrati progressi significativi anche nello sviluppo di algoritmi di ML, e sono state diffuse librerie di tipo *open source* specializzate sul software per il ML.

L'accuratezza delle prestazioni dell'IA dipende dalla qualità del *set* di dati usato per l'addestramento e diventa più realistica con i grandi insiemi di dati ora disponibili. Un esempio per il riconoscimento di oggetti utilizza 1,2 milioni d'immagini per il *training*, con 1.000 diversi tipi di oggetti, ottenendo un risultato di riconoscimento migliore del 97,7%, fissata una precisione non superiore al 5% [3].

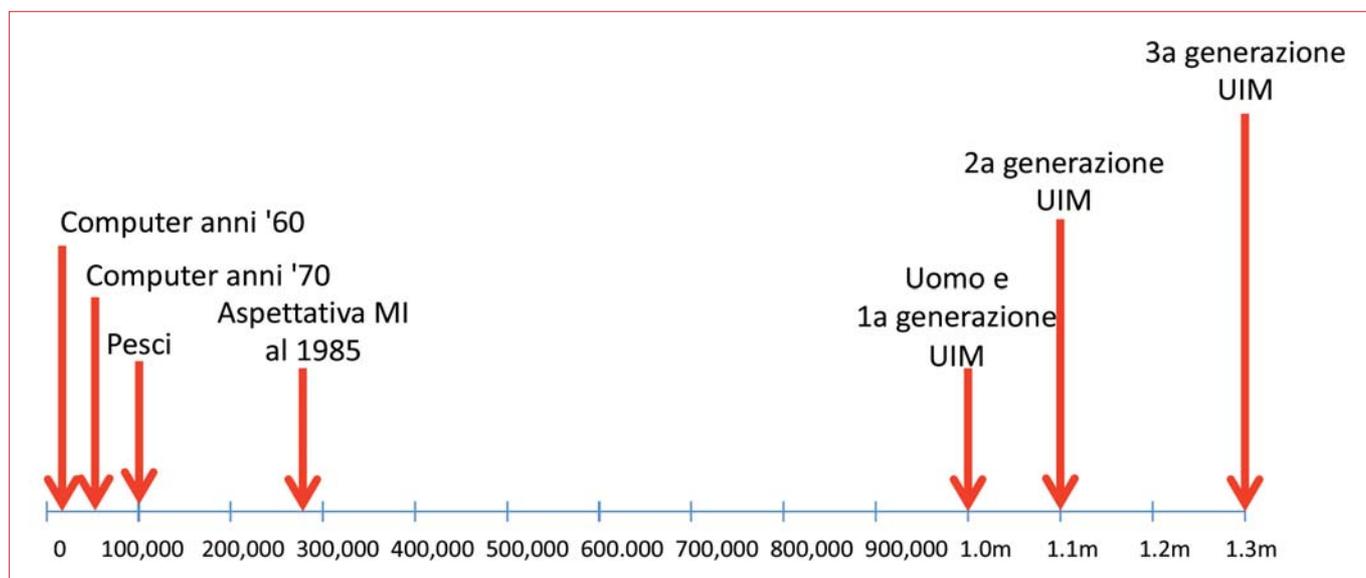
Gli strumenti di IA oggi stanno rivoluzionando il modo in cui interagiamo con i computer, come avviene nel caso degli assistenti digitali. Questa osservazione può essere estesa anche agli agenti robotici socialmente intelligenti, che fanno uso dell'elaborazione del linguaggio naturale per collegare i suoni dell'eloquio con la semantica del linguaggio. Inoltre, i robot stanno diventando sempre più consapevoli del contesto.

Avendo stabilito perché l'IA sia oggi più credibile, da un punto di vista strettamente tecnologico, è opportuno ora analizzare il potenziale commerciale di questa tecnologia.

## Il mercato dell'IA

Una recente ricerca di Gartner suggerisce che le implementazioni basate sull'IA siano cresciute del 270% negli ultimi quattro anni e del 37% nell'ultimo anno, con un mercato business dell'IA del valore di 6,14 miliardi di dollari entro il 2022. McKinsey prevede che i cambiamenti del mercato del lavoro basati sull'IA genereranno un aumento dell'1,2% del PIL globale nei prossimi dieci anni, producendo ulteriori 13.000 miliardi di dollari di benefici economici netti in tutto il mondo entro il 2030 [8]. Gartner ritiene inoltre che l'Intelligenza Artificiale sia a 10 anni dal raggiungimento del *plateau* della produttività, e supporterà oltre l'80% delle tecnologie emergenti entro il 2021 e più dell'80% dei progetti *Internet of Things* delle imprese entro l'anno seguente [9].

Forrester concorda con questa visione e vede anche l'opportunità rappresentata dalla combinazione dell'IA con la robotica intelligente, come mezzo per migliorare la produttività dei lavoratori. Il solo mercato della robotica intelligente dovrebbe raggiungere 1,7 miliardi di dollari nel 2019 e 2,9 miliardi di dollari nel 2021. Entro la fine del 2019, l'automazione dovrebbe eliminare il 20% di tutte le interazioni dei *service desk* aziendali, grazie alla combinazione riuscita di sistemi cognitivi, robotica intelligente e varie tecnologie di *chat bot*<sup>3</sup> [10].

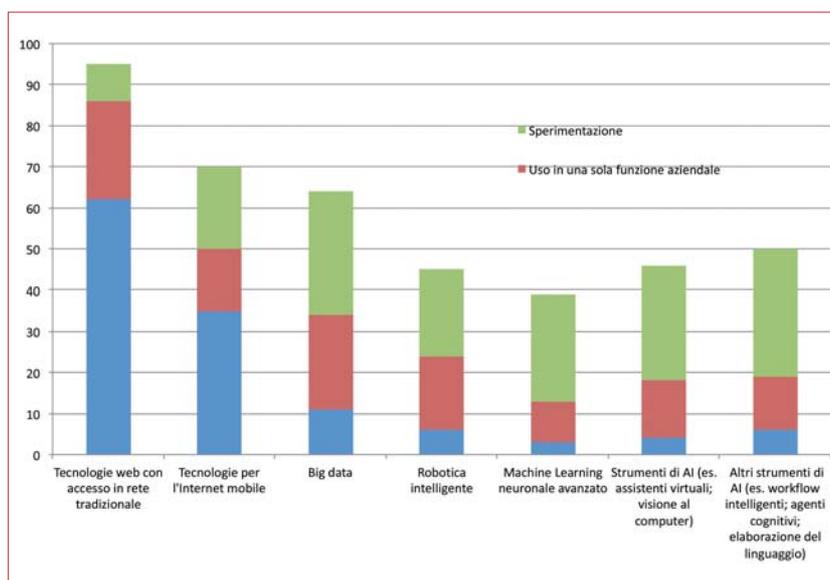


**Figura 2**

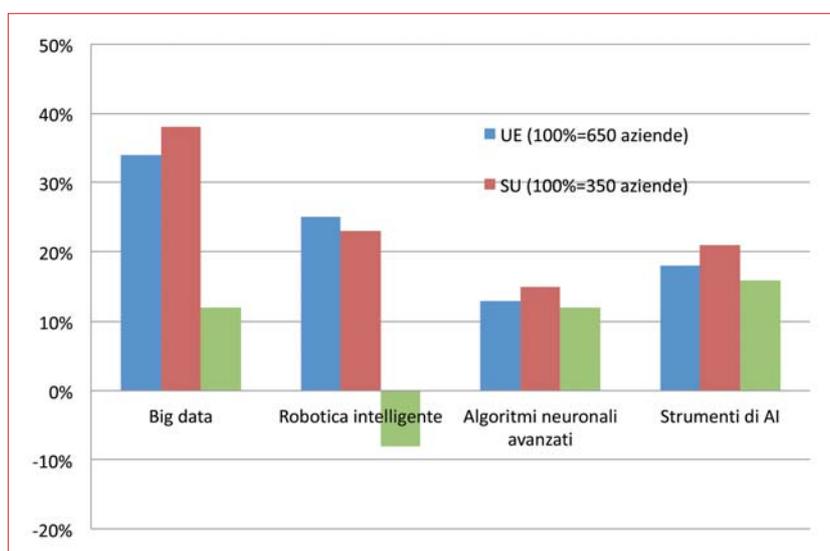
Progressi nell'intelligenza delle macchine (MI), espressi in una scala in cui l'intelligenza dell'uomo è posta uguale a 1 milione

Gli Stati Uniti, l'Europa e la Cina sono i leader nell'IA, con gli USA concentrati essenzialmente sul settore commerciale, la Cina nel settore della ricerca e gli sforzi dell'Europa che si distribuiscono equamente tra i due settori. La Cina possiede quasi il 60% dei brevetti totali nel mondo, mentre l'Europa detiene il 30% delle principali pubblicazioni sull'IA, rispetto al 33% degli Stati Uniti [3].

Negli Stati Uniti, DARPA<sup>4</sup> ha investito più di 2 miliardi di dollari per far fronte ai limiti dell'IA, valore che è interessante confrontare con il budget complessivo di 5,3 miliardi di dollari della NASA e con i 16,1 miliardi e 13,9 miliardi di dollari investiti in ricerca e sviluppo rispettivamente da Amazon e da Alphabet nel 2017.



**Figura 3** Percentuale di grandi aziende europee che faranno uso dell'IA, secondo i dati in [11]



**Figura 4** Confronto fra l'adozione di tecnologie in Europa (UE) e Stati Uniti (SU), secondo i dati in [11]

Esistono diverse strategie nazionali in tutta l'Unione Europea, che ha stanziato 1,5 miliardi di euro per la ricerca sull'IA nel periodo 2018-2020, a seguito di 2,6 miliardi di euro investiti nel progetto Orizzonte 2020<sup>5</sup>. Si prevede che tali cifre arriveranno a 20 miliardi di euro attraverso collaborazioni industriali [3]. La figura 3 illustra la distribuzione degli investimenti delle grandi aziende europee in applicazioni di IA.

Tra Europa e Stati Uniti vi è un deficit di circa il 35% nello sfruttamento delle tecnologie digitali. Se è vero che l'Unione Europea manca di "scala", è però forte nei robot industriali e sta incrementando la sua base di personale qualificato STEM<sup>6</sup> [11]. L'impegno sull'IA in Europa non è uniforme: i principali attori sono il Regno Unito (25%), la Germania (15%) e la Francia (11%) [3, 11]. La figura 4 fornisce una vista d'insieme del divario digitale esistente tra Stati Uniti ed Europa.

**2** Il Deep Learning (apprendimento profondo) è il campo di ricerca del Machine Learning (apprendimento automatico) e della Artificial Intelligence (Intelligenza Artificiale) basato su diversi livelli di rappresentazione, ove gli elementi dei livelli superiori sono definiti in termini di quelli dei livelli inferiori.

**3** Chat bot è un termine che indica un'applicazione software basata sull'IA, sviluppata per simulare una conversazione con un essere umano.

**4** La Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) fa parte dell'US Department of Defense, ed è responsabile, negli Stati Uniti, delle applicazioni di tecnologie emergenti a scopo militare.

**5** Orizzonte 2020 è il programma quadro dell'Unione Europea per la ricerca e l'innovazione, relativo al periodo 2014-2020.

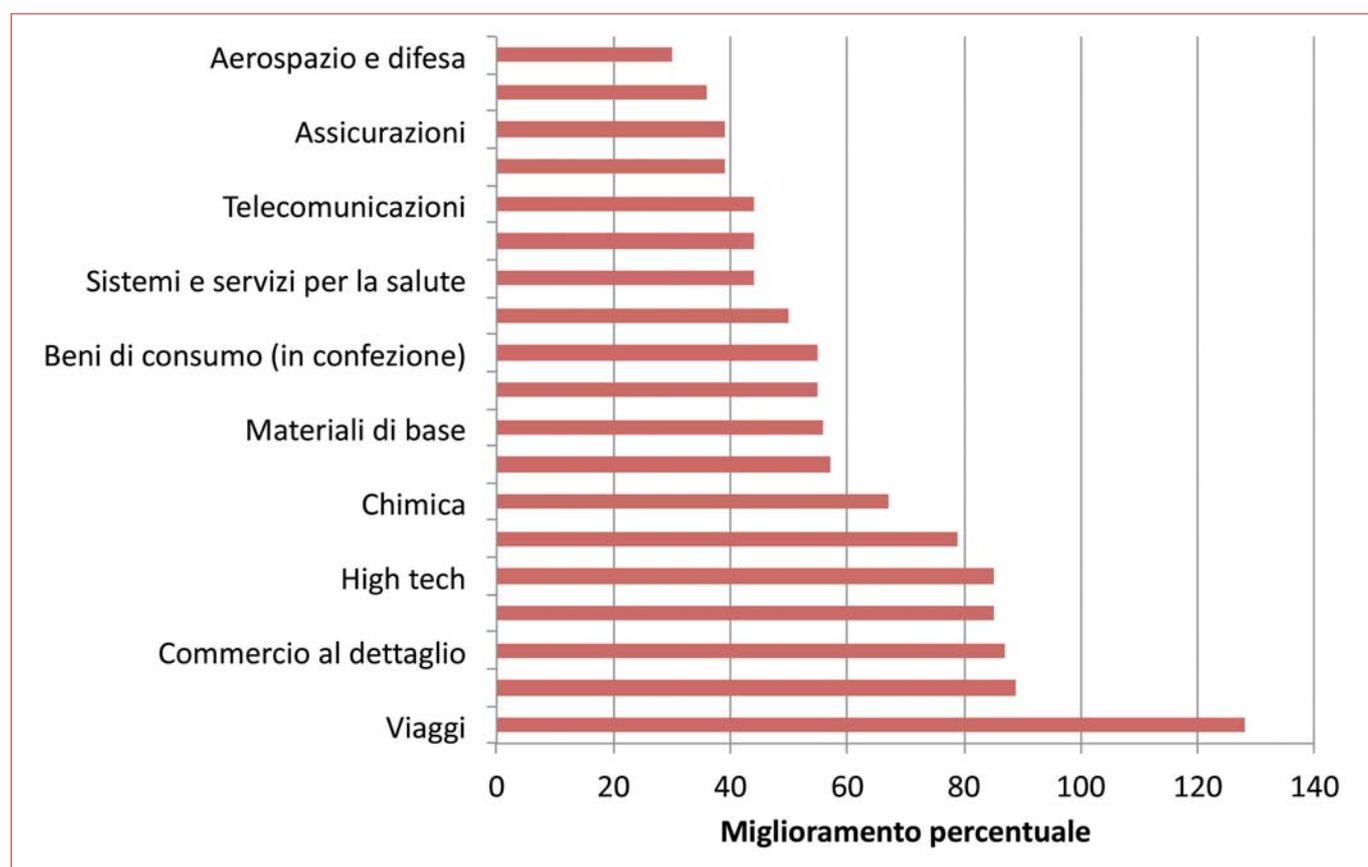
**6** STEM è un'abbreviazione che sta per Science, Technology, Engineering and Mathematics (Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica).

È probabile che il 10% delle aziende europee che usano incisivamente l'IA cresca tre volte più velocemente rispetto a quanto non farà l'impresa "media" nei prossimi quindici anni. La quota di mercato dei concorrenti è l'obiettivo principale per il 15% delle aziende europee che investono nell'IA. La diffusione dell'IA in Europa sarà probabilmente un processo lento, che però avrà luogo in un contesto competitivo [11]. L'impatto più grande dell'adozione dell'IA, tuttavia, sarà lo sviluppo di capacità umane complementari, man mano che questa tecnologia farà progressi.

L'IA potrebbe aggiungere 2.700 miliardi di euro, equivalenti a un 20% circa, alla produzione economica dell'Unione Europea, e potenzialmente anche di più se l'Europa eliminasse il suo deficit digitale con gli Stati Uniti. I fattori abilitanti per l'adozione dell'IA restano i fattori macroeconomici associati al potenziale di automazione, alle capacità di investimento e di connessione e i fattori microeconomici dell'eredità digitale, delle fondamenta dell'innovazione, del capitale umano e della maturità degli ecosistemi di IA [11].

**Figura 5**

Valore incrementale potenziale, derivante dall'uso dell'Intelligenza Artificiale, rispetto ad altre tecniche analitiche, secondo i dati in [12]



Avendo qui descritto il potenziale di mercato dell'IA, con particolare riguardo alle prospettive nell'Unione Europea, siamo ora pronti ad analizzarne più in dettaglio il contributo allo sviluppo dell'Era della Post-Informazione.

## Il ruolo dell'Intelligenza Artificiale nell'era della Post-Informazione

Cominciamo con l'osservazione che l'IA può supportare tre importanti esigenze aziendali: automatizzare i processi, ottenere informazioni dettagliate attraverso l'analisi dei dati e interagire con clienti e dipendenti. L'automazione dei processi è stata l'esigenza più comunemente considerata finora. Le applicazioni sanitarie come il rilevamento di attacchi di cuore, la diagnosi del cancro, la scoperta di farmaci e la tossicologia sono altri usi importanti dell'IA. Le applicazioni commerciali invece includono ricerche di lavoro, servizi di gestione della proprietà, *marketing*, servizi di tariffazione geografica, pubblicità, previsione dei prezzi e automazione della vendita al dettaglio. Applicazioni avanzate di osservazione e controllo sono invece la guida autonoma, le applicazioni investigative delle forze dell'ordine, la *video intelligence* nello sport e l'uso di droni nelle costruzioni [3, 7].

Alla base di tutte queste applicazioni vi sono tec-

nologie come l'elaborazione del linguaggio naturale, i sistemi esperti, il riconoscimento vocale, i motori di ricerca, i web crawler<sup>7</sup>, le applicazioni di sicurezza informatica, il *Customer Relationship Management* (CRM) e l'analisi delle tendenze [3]. La classificazione delle immagini e il rilevamento degli oggetti, poi, sono oggi diventati potenti capacità di visione artificiale. La figura 5 illustra a quali aree applicative l'Intelligenza Artificiale porta benefici, mentre la figura 6 riassume i miglioramenti che conseguono dal suo utilizzo a livello aziendale.

I rapidi progressi sull'Intelligenza Artificiale "debole" sono stati dimostrati da diverse sconfitte di campioni "umani" in varie discipline: negli scac-

chi, da parte di *Deep Blue* di IBM nel 1997, nel gioco denominato *Jeopardy* da parte di *Watson* dell'IBM e nel gioco noto come *Go* da parte di *Alpha Go* di *Deep Mind*<sup>8</sup>, tutti sistemi computerizzati basati sull'apprendimento automatico, addestrati per uno scopo specifico. Tuttavia, l'apprendimento automatico può anche comportarsi in modo imprevedibile. *Tay* (bot<sup>9</sup> di Twitter di Microsoft) ha pubblicato *tweet* offensivi razzisti e sessisti, a causa di dati di apprendimento errati, ove sono stati inclusi materiali offensivi contenuti nei *post* degli utenti di Twitter. Le piccole perturbazioni ovvero gli elementi in contraddizione con i dati, infatti, possono portare a risultati indesiderati, rendendo l'algoritmo di apprendimento in memoria un potenziale vettore di attacco.

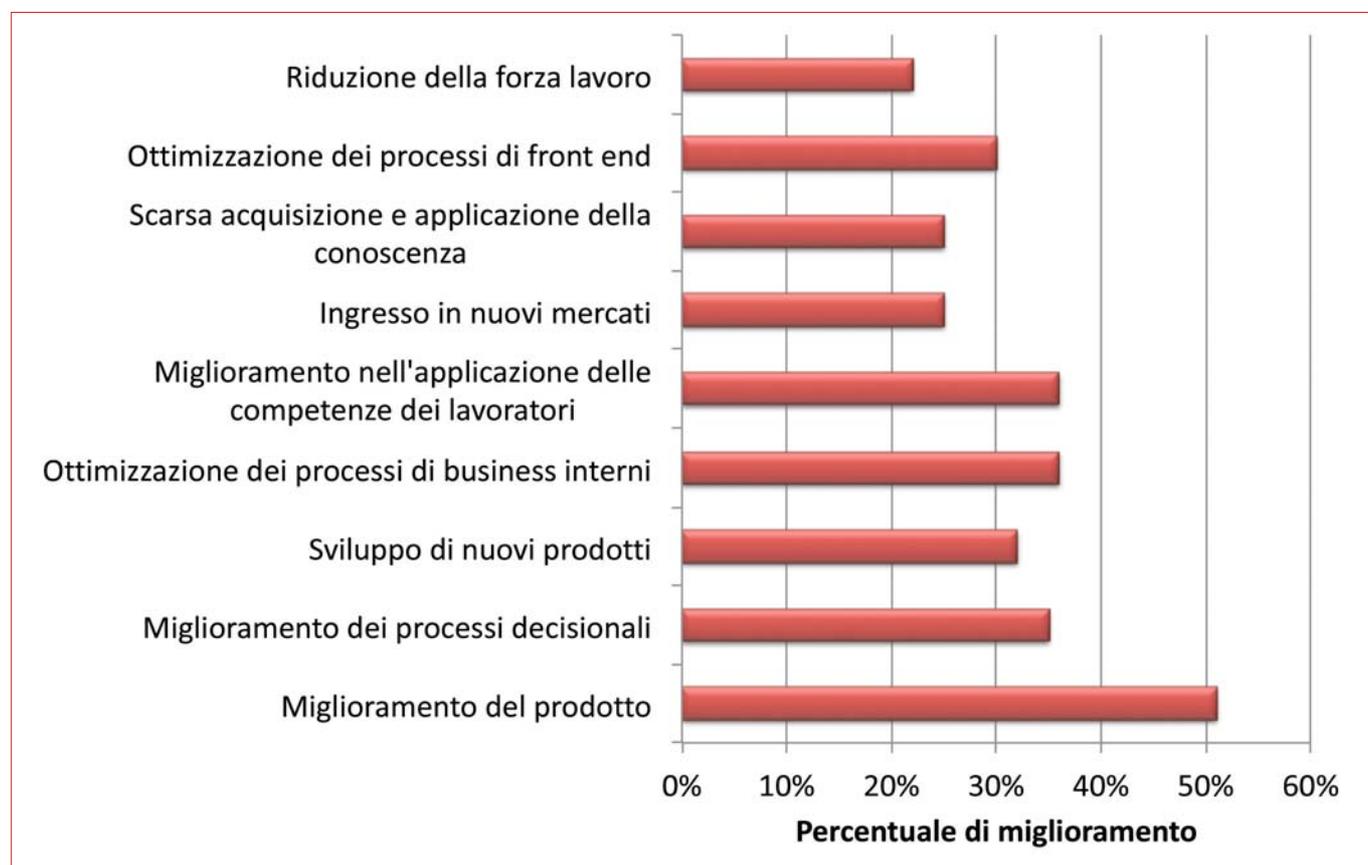
**7** Un web crawler (spider) è un programma, fra quelli che vengono creati per l'automazione dei compiti, che periodicamente scandaglia il web allo scopo di crearne un indice, o meglio ancora una mappa. Tipicamente, è utilizzato dai search engine (motori di ricerca) per aggiornare i loro contenuti o gli indici web presenti nelle loro basi dati.

**8** *Jeopardy* è un gioco a quiz basato sulla tecnica del pensiero laterale, popolare negli Stati Uniti; *Go*, come ricordato in precedenza, è un gioco di strategia, originario della Cina, ritenuto da molti più complesso del gioco degli scacchi.

**9** Un bot è un algoritmo di IA in grado di comprendere e analizzare il linguaggio di un essere umano che interagisce con questi programmi.

Attualmente, il ritmo di adozione dell'IA è ancora disomogeneo: McKinsey ha calcolato che poco più del 50% delle aziende abbia inserito funzionalità di IA nei propri processi aziendali e il 30% una applicazione pilota. Solo il 21% avrebbe incluso l'IA in vari processi dell'impresa e il 3% delle grandi aziende la avrebbe integrata in tutti i flussi di lavoro. Le imprese che per prime si sono mosse verso l'adozione di questa tecnologia si starebbe-

**Figura 6**  
Benefici generati dall'IA, secondo i dati in [13]



ro concentrando sull'espansione del loro mercato, mentre quelle che oggi hanno meno esperienza d'uso sarebbero impegnate prevalentemente nella riduzione dei costi [2]. La figura 7 evidenzia i principali ostacoli all'adozione dell'IA.

Relativamente alle risorse umane, gli esperti di IA, a cui si richiedono livelli avanzati di competenze matematiche, scientifiche e tecnologiche, sono ben pagati e il loro numero potrebbe raddoppiare ogni anno. I metodi di IA sfruttano statistica, algebra lineare, equazioni differenziali, nonché architetture di *computer* e metodi di programmazione. Ci sono circa 22.000 ricercatori con dottorato in IA e 5.000 ricercatori hanno pubblicato articoli negli ultimi anni [3].

Se dunque è vero che l'IA è destinata a portare molti benefici, è tuttavia significativo prendere in esame anche le perplessità che sono state sollevate riguardo alla sua applicazione.

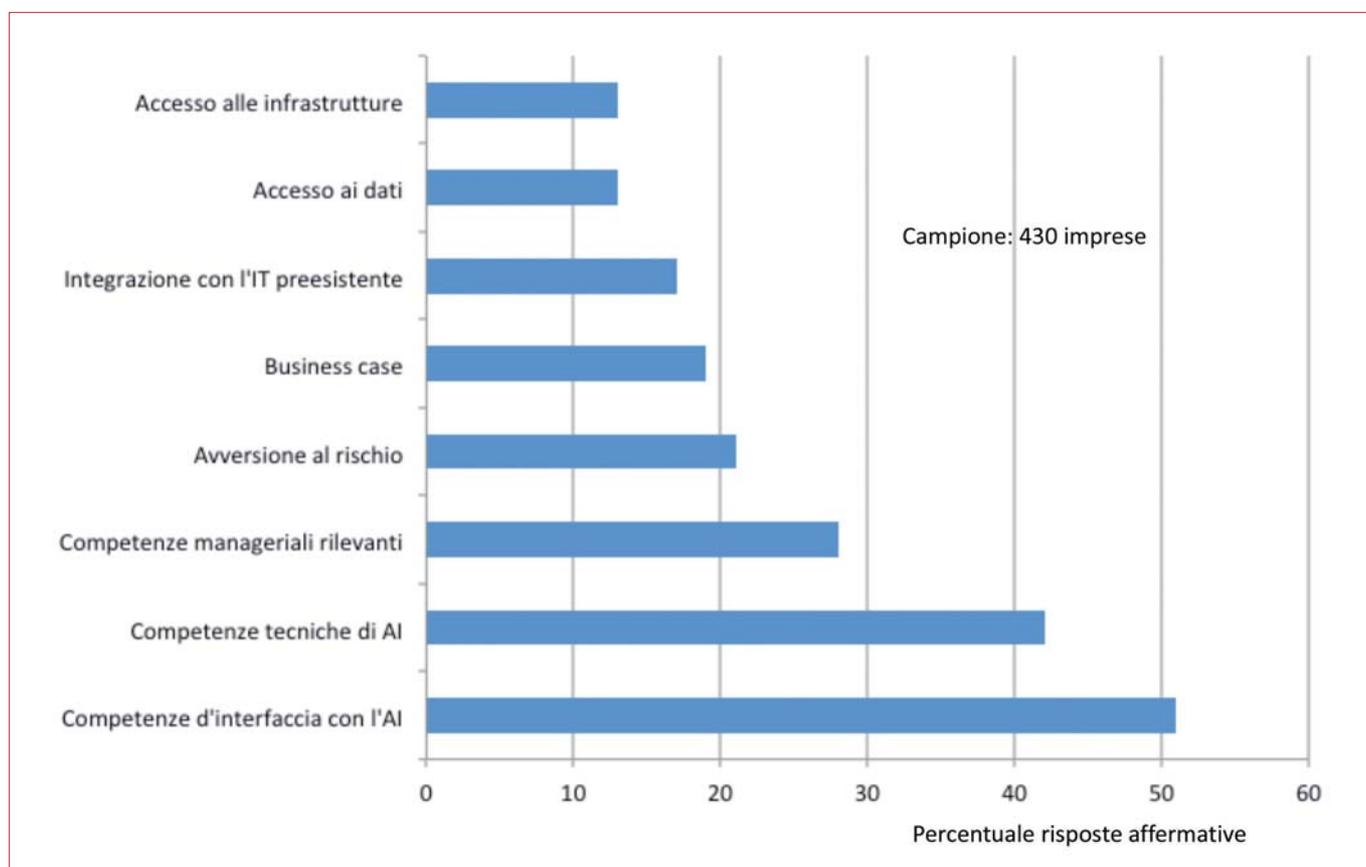
## L'impatto futuro dell'Intelligenza Artificiale

Le principali perplessità, circa lo sfruttamento del-

l'IA, sono gli impatti immediati, in particolare quelli sull'occupazione e sulla verificabilità (*auditability*), e le potenziali conseguenze dell'IA "forte", se mai le capacità delle macchine dovessero superare quelle degli esseri umani.

Proprio col termine di "singolarità" s'identifica il punto di svolta in cui le macchine supererebbero le capacità umane, assumerebbero il controllo e i loro processi potrebbero diventare non controllabili da parte dell'uomo. Alcune previsioni sostengono che ciò accadrà in un futuro prossimo, altre sono più prudenti, in parte per la natura stessa dell'Informatica e per la consuetudine, nell'IA, di utilizzare ipotesi semplici; oppure per l'affidabilità degli algoritmi, se confrontati con la natura robusta e autosufficiente dell'intelligenza umana. Si stima oggi che le collaborazioni necessarie per raggiungere la singolarità supererebbero i costi delle risorse totali impiegate per l'operatività del CERN di Ginevra [14].

Come già ricordato, si ritiene che gli impatti dell'IA sul mercato del lavoro possano essere più immediati. Dalla sua introduzione negli anni '50, l'*Information Technology* (IT) ha reso obsolete nu-



**Figura 7**

Gli ostacoli più importanti all'adozione dell'IA nei prossimi tre anni (percentuale calcolata su un campione di 430 imprese), secondo i dati da [11]

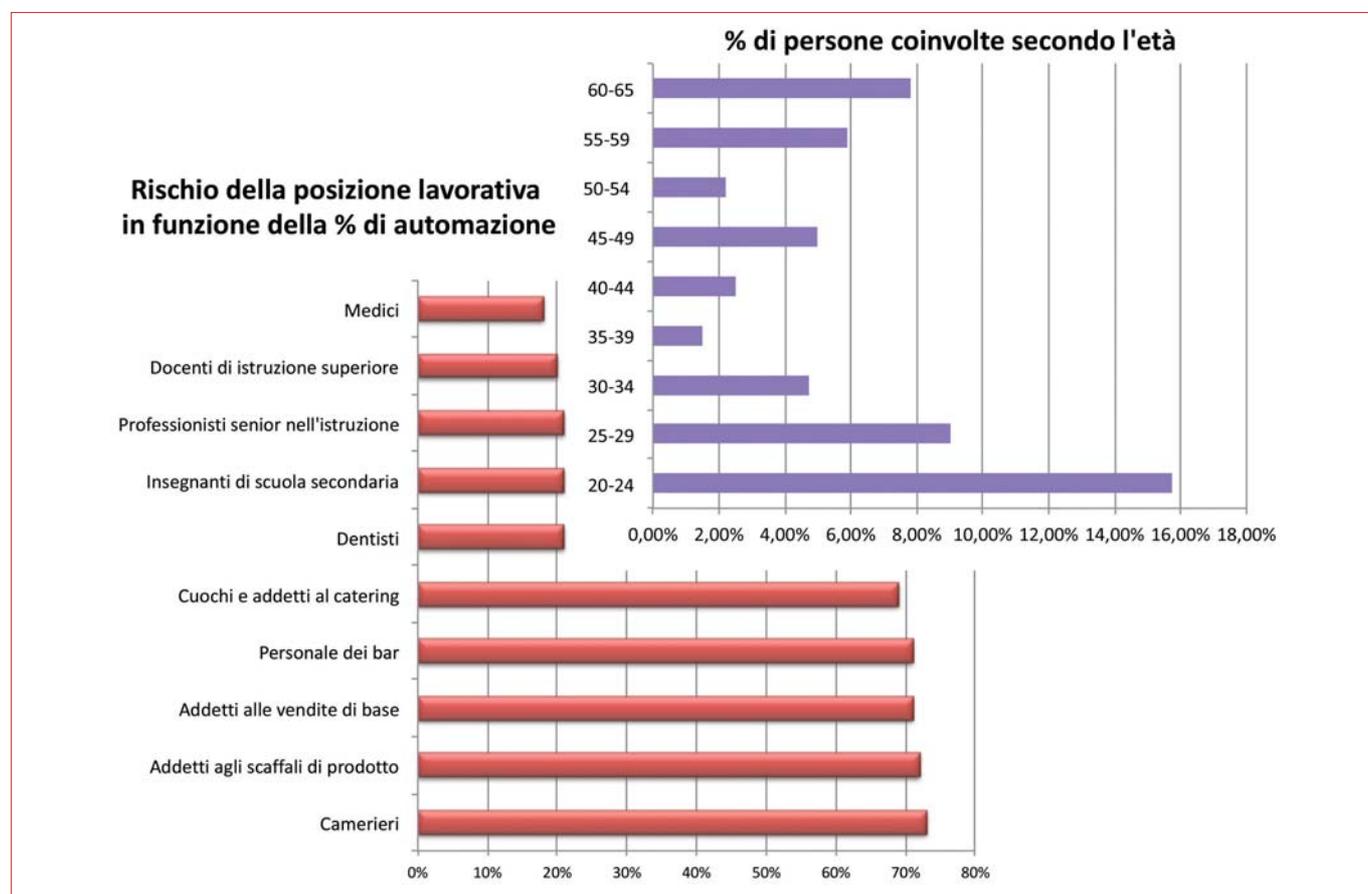
merose professioni, tuttavia si sostiene anche che l'IT abbia creato più posti di lavoro di quanti ne abbia distrutti.

Secondo l'Osservatorio *Artificial Intelligence* del Politecnico di Milano, nel 2033 in Italia mancheranno circa 4,7 milioni di posti di lavoro equivalenti. Tuttavia, le tecnologie dell'IA, dell'automazione e della robotica, sostituiranno 3,6 milioni di posti di lavoro equivalenti. Si avrà dunque un disavanzo di circa 1,1 milioni di posti di lavoro, colmabile grazie alla riduzione del tasso di disoccupazione, che renderà necessaria un'azione di riconversione e formazione dei non occupati. Previsioni d'impatto catastrofico dell'IA ribaltate, dunque, ma evidente necessità di cominciare subito ad agire sulla formazione di nuove competenze, per essere pronti a rispondere alle nuove esigenze determinate dal cambiamento del quadro tecnologico [15].

L'Ufficio per le Statistiche Nazionali del Regno Unito (ONS) stima che 1,5 milioni di posti di lavoro nella sola Inghilterra sarebbero ad alto rischio di sostituzione, con il 70% di questi posti oggi occupati da donne. Nel 2017, in particolare, sono

stati analizzati i posti di lavoro di 20 milioni di persone e si è giunti alla conclusione che il 7,4% di questi posti sia ad alto rischio di essere sostituito. Le professioni più vulnerabili sarebbero quelle dei camerieri e delle cameriere, degli addetti agli scaffali nella grande distribuzione, insieme alle professioni di base nella vendita - tutti lavori che richiedono minime competenze o sono di *routine*. Le professioni a minor rischio sarebbero quelle dei medici, dei professionisti dell'istruzione superiore e quelle dei docenti *senior* nell'istruzione [16]. Questi risultati sono presentati, sinteticamente, nella figura 8.

Ci sono altri studi che confermano questi risultati e suggeriscono che le basi della remunerazione del lavoro cambieranno: coloro che hanno competenze rilevanti godranno di migliori condizioni di quelli che non ne hanno, con questi ultimi che subiranno una pressione salariale al ribasso [4]. Entro il 2030 si prevede un aumento del 15% della disoccupazione dovuto all'IA e si ritiene che il 3% della forza lavoro dovrà cambiare categoria professionale. Queste perdite potrebbero però essere compensate da un potenziale aumento del numero



**Figura 8**  
 Dati dell'ONS (UK) che mostrano gli impatti dell'automazione sugli impieghi [16]

di posti di lavoro da 555 milioni a 890 milioni, pari al 21-33% della forza lavoro globale, a causa dell'adozione dell'IA. In definitiva, della forza lavoro complessiva nel 2030, pari a 2,66 miliardi di persone, l'8-9% ricoprirà nuove occupazioni [2].

Oltre agli impatti sull'occupazione, i rischi potenziali legati all'IA riguardano anche la formazione, la *privacy* e gli aspetti etici [3]. Ci sono anche altre sfide sociali, fra le quali vanno ricordate le conseguenze non intenzionali, l'uso improprio, gli algoritmi con errori sistematici (*bias*) e le preoccupazioni sulla *privacy* dei dati. L'impatto sarà sia a livello sociale che individuale, con quest'ultimo che creerà sfide per l'autonomia, l'identità, la dignità e la *privacy*. A livello sociale ci sono anche perplessità su equità e uguaglianza, l'identità umana collettiva, la responsabilità, la trasparenza, la *privacy*, la disinformazione in democrazia e la libertà di espressione.

Il quadro politico e normativo nelle varie nazioni sembra essere in ritardo rispetto agli sviluppi dell'IA, che presto pervaderanno pressoché ogni aspetto della nostra vita quotidiana [3]. Perciò, è molto importante che i governi, l'industria e gli esperti di problemi etici collaborino alla progettazione di tecnologie per il bene comune e identifichino principi specifici per la responsabilità, la trasparenza e la sicurezza.

Dal punto di vista giuridico, una priorità è rappresentata dall'allineamento con i principi etici alla base dell'uso della tecnologia e con i valori e i diritti fondamentali europei. In questo ambito, le preoccupazioni principali sono le seguenti: identificare quando dovrebbe essere consentito il processo decisionale automatizzato, i limiti di sicurezza accettabili per i rischi identificabili, le responsabilità per le decisioni dell'IA, i diritti di proprietà intellettuale per i dati generati dalle macchine, e infine gli aspetti di brevettabilità dell'IA. La trasparenza e la verificabilità degli algoritmi, in

particolare, sono considerate essenziali nella comprensione dei fenomeni e dei processi decisionali complessi. Esiste infatti anche la possibilità che l'IA possa condurre a comportamenti anticoncorrenziali [8].

È difficile per la regolamentazione tenere il passo con l'evoluzione delle nuove tecnologie, anche se si presume che il suo impatto abbia un effetto ritardante sul ritmo dell'innovazione, portando alla proposta della autoregolamentazione come approccio possibile. In letteratura si trovano alcune proposte di soluzione del problema, ma sinora ci sono poche evidenze di attività regolatorie svolte per affrontare con decisione le questioni sollevate.

## Conclusioni

In base all'analisi della letteratura che abbiamo eseguito, riteniamo che l'IA abbia un grande potenziale, nonostante ci siano alcuni aspetti importanti che richiedono una valutazione attenta e una gestione accurata. In effetti, pur se la transizione verso applicazioni ad alta intensità di IA dovesse essere considerata inevitabile, altrettanto non sarebbero gli impatti sociali, politici ed economici, poiché essi dipendono dall'approccio di attuazione scelto.

Sebbene l'IA, intesa come fattore abilitante per l'automazione dei processi, sia stata un fenomeno in voga in alcuni periodi, e fuori moda in altri, l'evoluzione nell'*hardware* e nel *software* la rende oggi una proposta convincente: di conseguenza il ritmo di adozione si è fatto più rapido, e oggi si assiste a uno spettro di applicazioni piuttosto ampio (alcune sono già in uso).

I risultati dell'analisi svolta suggeriscono inoltre che difficilmente gli utenti finali acquisteranno "prodotti o soluzioni di Intelligenza Artificiale" veri e propri. Riteniamo infatti che gli utilizzatori ne disporranno secondo un "formato integrato",

# AEIT

Promuove il vostro business



proprio come accade per i microprocessori *Intel inside* nei personal computer. E gli Stati Uniti e la Cina hanno un vantaggio significativo sull'Europa nello sviluppo e nello sfruttamento di questa tecnologia.

Abbiamo anche evidenziato l'esistenza di una chiara distinzione tra IA "debole" e "forte", con la prima che sta attualmente guidando l'evoluzione del settore. Due poi sono le aree che richiedono un'attenta considerazione: la prima è quella degli impatti sull'occupazione, che segue la tendenza di altre tecnologie abilitanti e inizia oggi a produr-

re effetti; l'altra area è quella più radicale e catastrofica (la cosiddetta "singolarità"), che però è a diversi decenni di distanza.

Come osservazione conclusiva, ipotizziamo infine che l'IA possa essere un fattore abilitante per un progresso più rapido nel passaggio da un'economia tradizionale basata sul carbone verso un ciclo economico responsabile e sostenibile. A questo proposito, il suo potenziale nel consentire nuovi approcci nei trasporti e nell'ottimizzazione dell'uso dell'energia si è già manifestato in modo senza dubbio significativo.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] A. Chandor, J. Graham, R. Williamson: *The Penguin Dictionary of Computers*, Penguin, Harmondsworth, 1970.
- [2] J. Manyika, J. Bughin: *The promise and challenge of the age of artificial intelligence*, ottobre 2018, disponibile su: [www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/the-promise-and-challenge-of-the-age-of-artificial-intelligence](http://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/the-promise-and-challenge-of-the-age-of-artificial-intelligence)
- [3] M. Craglia et al.: *Artificial Intelligence - A European Perspective*, EUR 29425, EN, Publications Office, Luxembourg, 2018, ISBN: 978-92-79-97219-5, DOI: 10.2760/936974, JRC1138266.
- [4] M. Chui et al.: *Notes from the AI Frontier: Applications and Value of Deep Learning*, aprile 2018, disponibile su: [www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-applications-and-value-of-deep-learning](http://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-applications-and-value-of-deep-learning)
- [5] S. Muggleton, D. Michie: Machine Intelligibility and the Duality Principle, *BT Technology Journal*, 14(4), 1996, pp. 15-23.
- [6] C. Evans: *The Mighty Micro: the Impact of the Micro-chip Revolution*, Coronet, London, 1980.
- [7] Deloitte: *Artificial Intelligence Innovation Report*, 2018, disponibile su: [www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/Innovation/Artificial-Intelligence-Innovation-Report-2018-Deloitte.pdf](http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/Innovation/Artificial-Intelligence-Innovation-Report-2018-Deloitte.pdf)
- [8] K. Wiggers, K. Gartner: *Enterprise use of AI grew 270% over the past 4 years*, 21 gennaio 2019, disponibile su: <https://venturebeat.com/2019/01/21/gartner-enterprise-ai-implementation-grew-270-over-the-past-four-years/>
- [9] A. Hickey: *Gartner serves up 2018 Hype Cycle with a heavy side of AI*, agosto 2018, disponibile su: [www.ciodive.com/news/gartner-serves-up-2018-hype-cycle-with-a-heavy-side-of-ai/530385/](http://www.ciodive.com/news/gartner-serves-up-2018-hype-cycle-with-a-heavy-side-of-ai/530385/)
- [10] G. Press: *AI and Automation - 2019 Predictions From Forrester*, 2018, disponibile su: [www.forbes.com/sites/gilpress/2018/11/06/ai-and-automation-2019-predictions-from-forrester/#4bf2e9e04cb5](http://www.forbes.com/sites/gilpress/2018/11/06/ai-and-automation-2019-predictions-from-forrester/#4bf2e9e04cb5)
- [11] J. Bughin et al.: *Notes from The AI Frontier - Tackling Europe's Gap In Digital And AI*, febbraio 2019, disponibile su: [www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Featured%20Insights/Artificial%20Intelligence/Tackling%20Europes%20gap%20in%20digital%20and%20AI/MGI-Tackling-Europes-gap-in-digital-and-AI-Feb-2019-vF.ashx](http://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Featured%20Insights/Artificial%20Intelligence/Tackling%20Europes%20gap%20in%20digital%20and%20AI/MGI-Tackling-Europes-gap-in-digital-and-AI-Feb-2019-vF.ashx)
- [12] J. Manyika, J. Bughin: *The Promise and Challenge of the Age of Artificial Intelligence*, ottobre 2018, disponibile su: [www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/the-promise-and-challenge-of-the-age-of-artificial-intelligence](http://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/the-promise-and-challenge-of-the-age-of-artificial-intelligence)
- [13] T.H. Davenport, R. Ronanki: *Artificial Intelligence for the Real World*, *Harvard Business Review*, gennaio-febbraio 2018, pp. 108-116.
- [14] N. McBride: *The Singularity is Receding*, *ITNow*, marzo 2019, pp. 58-59.
- [15] Osservatorio Artificial Intelligence, Politecnico di Milano: *Artificial Intelligence: una prima fotografia del mercato italiano, Rapporto 2018-19*, 23 aprile 2019.
- [16] [www.bbc.co.uk/news/business-47691078](http://www.bbc.co.uk/news/business-47691078)

Ogni 2 pagine pubblicitarie a pagamento  
la 3<sup>a</sup> è gratuita!

Per maggiori informazioni:

AEIT - Ufficio Centrale - Via Mauro Macchi 32, 20124 Milano Tel. 02 87389967 - Fax 02 66989023 [aeit@aeit.it](mailto:aeit@aeit.it) - [www.aeit.it](http://www.aeit.it)

# La visione della guida autonoma: forze e paradossi

Edward Smith *Wokingham U3A (University of the Third Age)*

Mauro Ugolini *Università Roma Tre*

Esistono elementi in comune tra l'adozione delle nuove tecnologie dell'ICT e la transizione ai veicoli senza conducente. In questo lavoro si cerca comprendere i possibili sviluppi di questo nuovo mercato, identificando gli scenari che potrebbero trasformare la visione attuale della guida autonoma in una realtà

## La visione della guida autonoma: cos'è?

I veicoli autonomi suscitano oggi grande attenzione, cui tuttavia si aggiunge qualche perplessità, poiché rappresentano un mercato in via di sviluppo.

Dopo una valutazione sistematica delle fonti informative disponibili, eseguita con l'obiettivo di identificare le possibili traiettorie di sviluppo di questo mercato, si propongono elementi in comune fra le implicazioni socio-culturali generate dall'adozione di nuove tecnologie nel settore dell'*Information and Communication Technology* (ICT) e i fattori che potrebbero influenzare la diffusione dei veicoli senza conducente. Integrando intuizioni di questo tipo con l'uso di strumenti d'analisi consolidati e con la valutazione di un certo numero di casi di studio, sono approfondite le impressioni iniziali fino a giungere a una comprensione più profonda del ciclo di adozione per le tecnologie dei veicoli senza conducente.

I risultati trovati evidenziano uno spettro piuttosto

ampio di possibili esiti, che va da un livello di autonomia parziale sino all'offerta di servizi di trasporto completamente autonomi. Nell'analisi condotta, sono state considerate con particolare attenzione le forze che potrebbero avere impatto sui diversi scenari, e che influenzeranno le possibili decisioni dei produttori, dei governi, dei legislatori, e soprattutto degli utilizzatori dei nuovi servizi di trasporto.

## I percorsi verso le molteplici visioni della guida autonoma

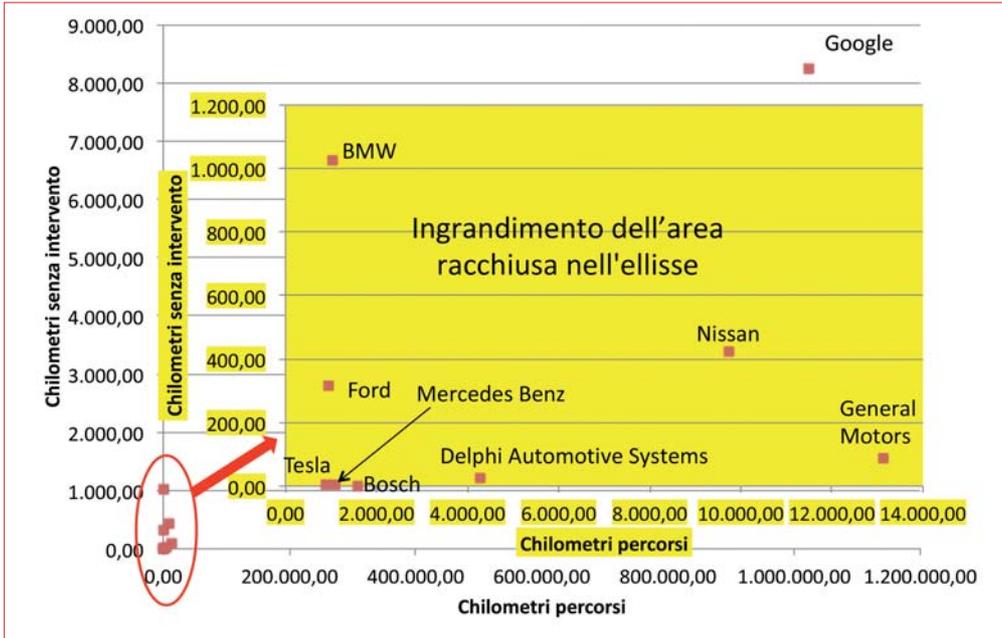
Gli esperimenti sui veicoli autonomi hanno avuto inizio negli anni Venti e hanno condotto alla prima vettura veramente autonoma nel 1977, realizzata in Giappone. Il ritmo di sviluppo ha avuto un picco negli Stati Uniti negli anni Ottanta, tanto che a luglio 2018 i veicoli in prova della Waymo avevano già percorso 13.000.000 km in modalità autonoma, con un incremento della percorrenza in questa modalità pari a 1.600.000 km al mese [1]. La figura 1 presenta la percorrenza dichiarata dei veicoli autonomi prima dell'intervento del conducente, secondo gli esperimenti sinora condotti in California.

Riassumiamo ora il potenziale delle alternative di sviluppo a disposizione lungo una scala temporale che arriva sino al 2030.

Partiamo dalla classificazione dei livelli di autonomia prodotta dalla *Society of Automotive Engineers* - SAE, sostanzialmente conforme allo schema illustrato nella Tabella 1.

Aggiungiamo a questo il fatto che le aziende automobilistiche, insieme con quelle dell'*Information and Communication Technology* - ICT, rappresentano oggi i soggetti industriali con i più alti valori di spesa in Ricerca e Sviluppo (R&S) [3], come evidenziato nel diagramma di figura 2.

McKinsey [4] identifica quattro *trend* che spingono a investire in Ricerca e Sviluppo nel settore au-

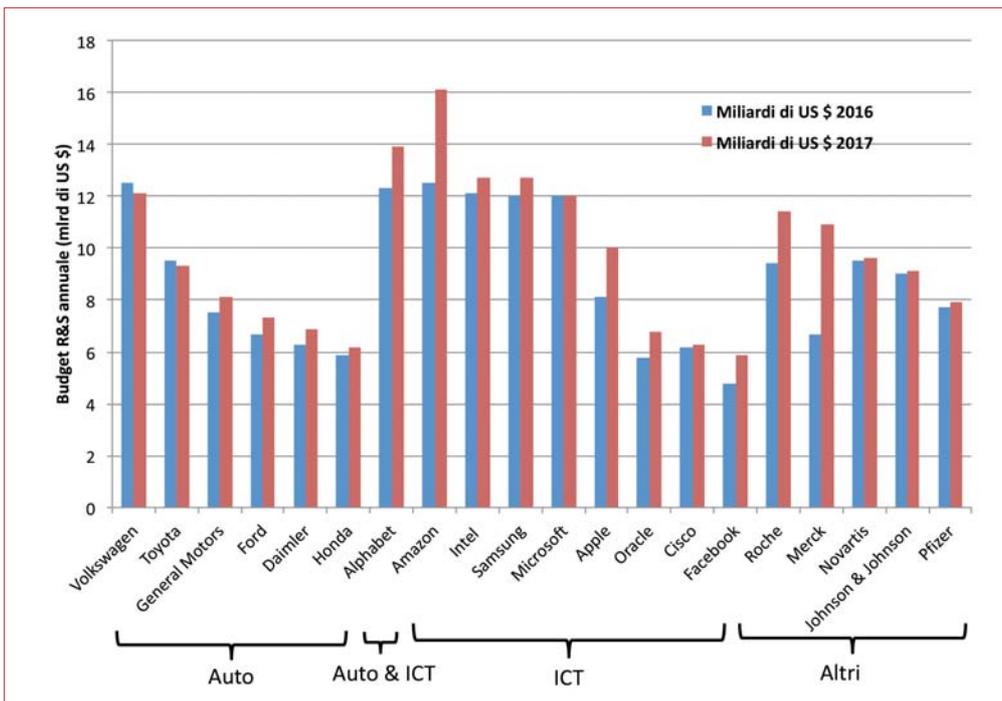


**Figura 1**

Distanza percorsa tra interventi successivi del conducente, in funzione delle distanze totali percorse da veicoli autonomi, secondo le sperimentazioni condotte in California [2]

**Tabella 1 - Classificazione dei livelli di autonomia secondo la Society of Automotive Engineers - SAE**

Livello	Sterzata e accelerazione / decelerazione	Controllo dell'ambiente di guida	Strategia di ripiego nell'attività di guida	Capacità del sistema (modi di guida)
0	Uomo	Uomo	Uomo	Non applicabile
1	Uomo & Sistema	Uomo	Uomo	Alcuni modi
2	Sistema	Uomo	Uomo	Alcuni modi
3	Sistema	Sistema	Uomo	Alcuni modi
4	Sistema	Sistema	Sistema	Molti modi
5	Sistema	Sistema	Sistema	Tutti i modi



**Figura 2**

Le aziende leader nella spesa globale in Ricerca e Sviluppo (R&S), secondo i dati riportati in [3]

tomotive, e precisamente la condivisione della proprietà, la guida autonoma, la propulsione elettrica e la connessione dei veicoli.

La condivisione della proprietà si basa su strategie che scoraggiano l'uso dei veicoli privati, favoriscono i modelli di *business on-demand* e la migrazione dalla proprietà alla mobilità condivisa. Fattori importanti nell'adozione della guida autonoma sono lo sviluppo di infrastrutture e soluzioni tecniche sicure e affidabili, l'accettazione da parte degli utenti e la loro disponibilità a pagare i servizi.

L'elettrificazione si fonda sul calo progressivo dei prezzi delle batterie, sulle restrizioni per le emissioni promulgate dalle autorità di regolamentazione e sulla domanda degli utenti per i veicoli elettrici.

L'innovazione nella comunicazione radiomobile (specialmente lo *standard* cellulare 5G con le sue caratteristiche di bassa latenza) e la diffusione in *streaming* di contenuti appropriati sono infine determinanti per lo sviluppo di soluzioni avanzate di connettività.

Tutti questi elementi, insieme all'analisi che abbiamo eseguito di un certo numero di valutazioni del mercato per i veicoli autonomi [4 - 8], portano a ritenere che il livello di autonomia effettivamente conseguito in futuro potrebbe variare, trovandosi in uno spettro di risultati piuttosto ampio, compreso tra il livello di semiautonomia 3 e i nuovi modelli di *business* evoluti basati sul livello 5, così come riassunto nella figura 3.

Perciò, l'orizzonte temporale del 2030 citato in precedenza risulta pienamente consistente con quello suggerito da McKinsey [4], Gösling [5] e

Gartner [6] e del tutto coerente con l'importanza del settore, chiaramente evidenziata dalle statistiche: la produzione di autovetture è pari al 4% del PIL globale, il costo degli incidenti ha sinora rappresentato il 3% del PIL e, tra il 1960 e il 2002, il numero delle vetture negli Stati Uniti è triplicato, mentre lo stesso numero in Cina è centuplicato [5].

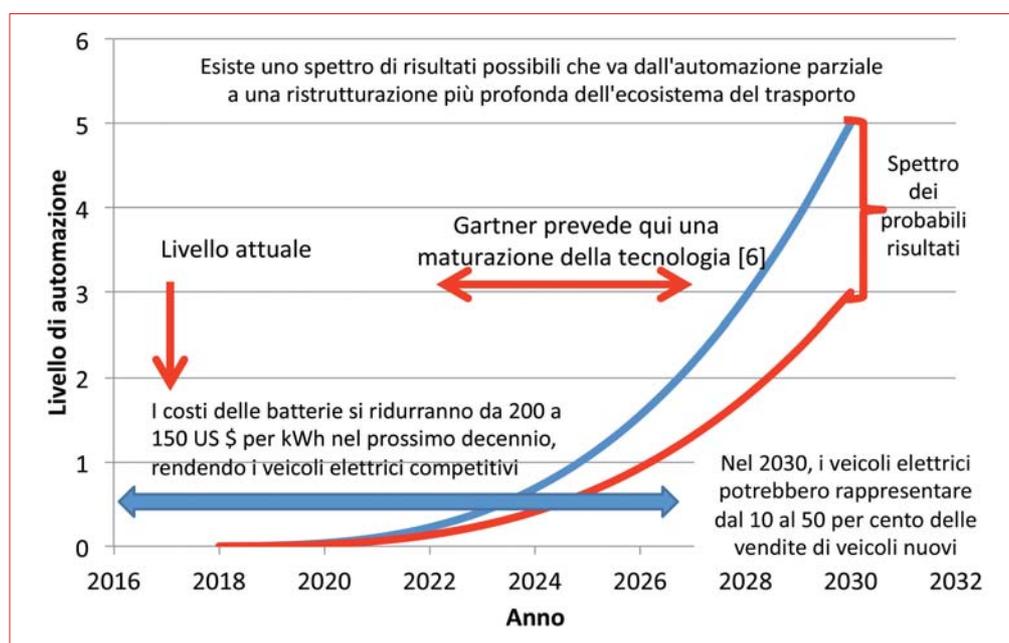
Infine, va considerato che le tecnologie ICT, i contenuti appropriati diffusi in *streaming* e gli *smartphones* rappresentano sempre più fattori critici nella differenziazione delle attitudini verso la guida, e già oggi preannunciano la diffusione sempre più ampia di dispositivi connessi anche nel settore *automotive*.

Si cerca ora di fare un ulteriore passo avanti in questa analisi, esaminando uno scenario limite per l'automazione e il concetto di Mobilità come Servizio (*Mobility as a Service - MaaS*) [5].

## Rinunciare all'utopia della guida autonoma?

Concentriamoci dunque sulla descrizione di Gösling di un futuro possibile fondato sull'opzione di una MaaS totalmente automatizzata, che renderebbe obsoleto il concetto stesso di proprietà di un veicolo, grazie all'automazione dell'infrastruttura di trasporto. In questo scenario, potremmo considerare il sistema automobilistico come una flotta di "unità" autonome in perenne movimento, in grado di soddisfare le diverse esigenze degli utilizzatori. La proprietà dei veicoli non sarebbe più privata, rendendo non più necessari il 70% circa dei veicoli oggi in circolazione. Il denaro speso per la gestione delle automobili private sarebbe

**Figura 3**   
Evoluzione potenziale del mercato dei veicoli autonomi, osservata in letteratura [4-8]

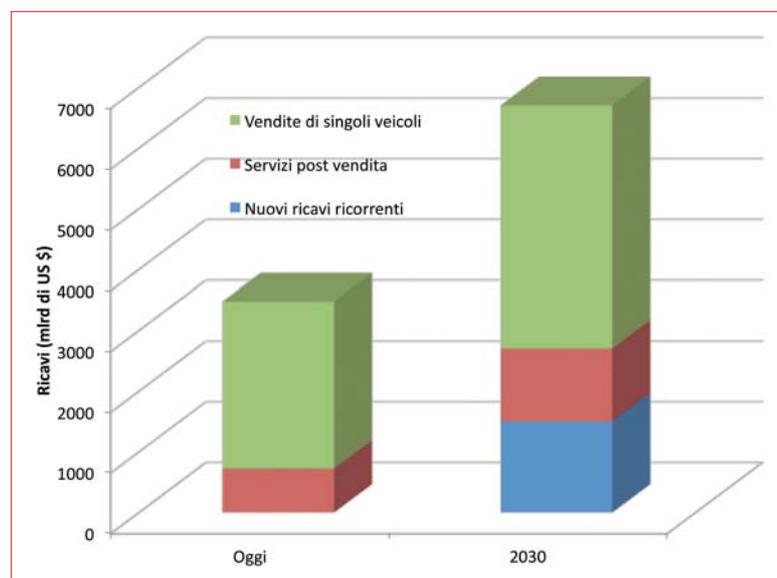


più che sufficiente a coprire il costo di questa nuova forma di trasporto autonomo.

Più in particolare, negli ambienti urbani la pianificazione del trasporto dovrebbe fare i conti con l'integrazione di diverse tipologie di trasporto, chiaramente scelte fra quelle più desiderabili. In questo scenario, infatti, si prevede che il 40-50% di tutti gli spostamenti su distanze inferiori a 10 km sarebbero effettuati usando la bicicletta, grazie alla possibilità di utilizzare piste ciclabili migliorate e biciclette con motori elettrici. Attualmente, le auto permettono solo il 20-30% degli spostamenti in città, e ciò rende possibile pensare di sostituire le auto di proprietà privata con una flotta di veicoli condivisi, a propulsione elettrica, autonomi e senza conducente, prenotati mediante *smartphone* in meno di due minuti. Camminare diverrebbe più comune e la consegna delle merci potrebbe essere effettuata usando bici elettriche "da carico" e furgoncini elettrici autonomi. Il trasporto pubblico sarebbe garantito da tram elettrici autonomi e da piccoli autobus elettrici. Una proposta più radicale, ovvero quella della Boring di Elon Musk, per un trasporto di massa basato su *pod* che correrebbero in tunnel sotterranei e trasporterebbero 15-16 passeggeri per volta, ha suscitato sia interesse che scetticismo.

In un contesto rurale, il ciclismo sarebbe accettato più diffusamente e le auto autonome potrebbero diventare addirittura la norma. I trasporti autonomi rimpiazzerebbero tutte le precedenti tipologie di trasporto pubblico e gli spostamenti sulle lunghe distanze sarebbero suddivisi tra sistemi ferroviari, autobus a lunga percorrenza e automobili autonome.

Tenendo bene in mente la descrizione di questo possibile futuro, possiamo ora a considerare la situazione in cui le forze di mercato, sociali e politiche creano una situazione di compromesso, più vicina a quella in cui ci troviamo oggi.



**Figura 4**

I ricavi del settore automotive secondo McKinsey [4]

## L'equilibrio tra fiducia e controllo: conservare la supervisione umana

Proviamo ora a elaborare una proposta di compromesso per un futuro semi-autonomo, anch'essa basata sulle ricerche di mercato che abbiamo condotto [4, 7, 8]. Pure in questo caso il futuro per il mercato automobilistico appare positivo, soprattutto se si tiene conto in modo opportuno di alcuni aspetti psicologici e sociali legati alla proprietà dei veicoli.

McKinsey [4] sostiene che la crescita di questo settore stia accelerando (Figura 4): il potenziale di ricavi nel 2030 è di circa 5,2 trilioni di dollari USA, per le vendite di auto tradizionali e per i prodotti/servizi post-vendita. Ciò si tradurrebbe in un'accelerazione della crescita annuale dell'industria automobilistica dal 3,6% al 4,4%. Nuovi modelli di *business* potrebbero espandere i *pool* di ricavi *automotive* attorno al 30%, generando circa 1,5 trilioni di dollari USA di entrate aggiuntive. Il tasso di crescita della vendita delle unità dei singoli veicoli dovrebbe ridursi a circa il 2% annuo; il 10% delle auto vendute nel 2030 potrebbe essere rappresentato da un veicolo con proprietà condivisa.

Nel frattempo, i veicoli a propulsione elettrica stanno diventando una realtà concreta e in grado di competere con quelli a propulsione termica, anche se il loro tasso di adozione è eterogeneo. Inoltre, vi sono indizi che rivelano che gli *incumbent* di questo mercato sarebbero costretti a competere e allo stesso tempo a cooperare con i loro concorrenti.

McKinsey crede che la *leadership* nella tecnologia della guida autonoma e l'adozione della propulsione elettrica si realizzeranno in prevalenza in città ad alta densità di popolazione, ad alto reddito e con una base di veicoli consolidata, dato il costante aumento della pressione normativa contro le emissioni dei veicoli a motore termico e la minore percentuale di reddito "consumata" in questo tipo di città dal costo delle tecnologie.

È poco probabile che veicoli completamente autonomi siano disponibili sul mercato prima del 2021, anche se sistemi avanzati, parzialmente automatizzati, aiuteranno a preparare le autorità di regolamentazione, i consumatori e le stesse aziende per questo tipo di futuro. L'auto-

mazione parziale mostra oggi che le principali sfide che impediscono una più rapida penetrazione del mercato sono i prezzi, la comprensione dei consumatori e le questioni di sicurezza. Una volta affrontate le sfide tecniche, normative e dei consumatori, i veicoli autonomi diverranno un'offerta di valore convincente per gli utilizzatori.

Uno scenario ragionevole potrebbe vedere il 50% circa dei veicoli venduti nel 2030 per il trasporto passeggeri come largamente autonomi e il 15% circa come completamente autonomi.

Quello appena descritto è dunque un cambiamento di mercato assai meno aggressivo di quello proposto da Gössling e con caratteristiche tali da indurci a considerare più attentamente, nella prossima sezione, le dinamiche che determinano tali possibilità.

### La guida autonoma: un campo di battaglia di forze in competizione

S'inizia con una valutazione delle determinanti a favore di un futuro completamente autonomo e si osserva che alcune delle tendenze descritte sono sostenute anche da una ricerca di Deloitte. Si approfondirà questa indagine usando le tecniche dell'Analisi PESTLE (*PESTLE Analysis*) e della mappatura dei Portatori d'Interesse (*Stakeholder Map*), per esplorare i fattori politici, sociali, commerciali e psicologici che favoriscono la soluzione di compromesso precedentemente descritta.

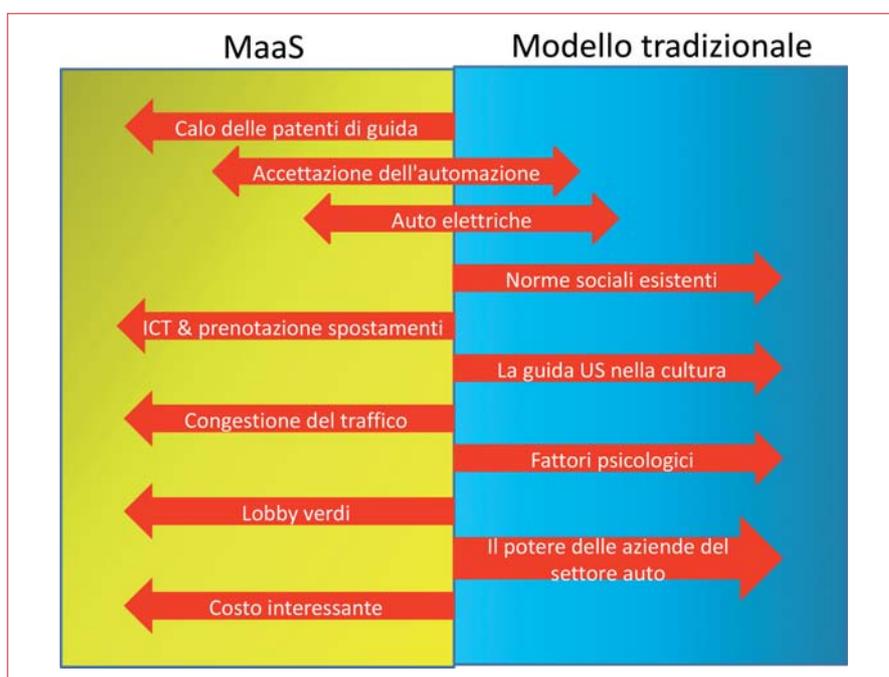
Le attuali tendenze demografiche supportano l'evoluzione verso l'opzione della MaaS: le generazioni più giovani mostrano una minore dipendenza dal-

l'auto e, negli Stati Uniti, già nel 2014 solo il 69% dei diciannovenni possedeva la patente, rispetto all'87% del 1983. Le tecnologie ICT, lo *streaming* di contenuti video avanzati e lo *smartphone* stanno cambiando significativamente le abitudini di trasporto a favore del trasporto pubblico. Ad esempio, a Londra il numero di spostamenti effettuati in auto si è ridotto dal 50% a meno del 40% in 20 anni. Inoltre, l'aumento della popolarità delle opzioni di prenotazione corse su veicoli sta riducendo ulteriormente la necessità di possedere auto [5].

Nelle megalopoli, i pedaggi per l'ingresso nei centri storici, la mancanza di parcheggi e gli ingorghi rendono sempre più attraente la mobilità condivisa e la dimensione stessa di queste città è più che sufficiente per saggiare i nuovi modelli di *business* della mobilità [4]. I due terzi dei consumatori statunitensi desiderano tecnologie avanzate per i veicoli [7], sebbene l'importo che sono disposti a pagare per ottenerli sia in calo [8]; il 60% degli intervistati americani nati dopo il 1976 indica un forte interesse per le auto a guida autonoma.

Vi sono tuttavia solidi argomenti per scenari meno estremi circa il futuro della mobilità. Ribaltare l'"ordine automobilistico preconstituito" e mettere in discussione l'automobile sono veri e propri tabù per i politici, che intendono ciò come una violazione di norme e valori che potrebbe essere poco gradita all'elettorato. Il rapporto con l'automobile ha inoltre peculiarità nazionali da tenere bene in considerazione, come la cultura del *drive-in* negli Stati Uniti e l'importanza economica della produzione automobilistica in Germania [5].

Anche gli aspetti psicologici della proprietà di un veicolo sono certamente significativi. L'automobile



**Figura 5** ►

Equilibrio delle forze in competizione per la realizzazione di uno scenario i cui estremi sono l'opzione MaaS, oppure una opzione più conservativa [4]

può essere vista come un *partner*, una forma di comunità, un sostituto della casa, una fonte di *empowerment*, una pelle protettiva, uno spazio personale, oppure un oggetto per suscitare e proiettare emozioni. I produttori di auto faranno leva su questi elementi e renderanno l'automobile più attraente, focalizzando l'azione del *marketing* sull'attaccamento al prodotto e su tratti di personalità specifici dell'utilizzatore [5]. Questi importanti aspetti personali hanno costituito la base per uno studio congiunto Goodyear-LSE del 2015 [9], volto a identificare diversi profili di automobilista in termini emotivi, come l'insegnante, il "so-tutto-io", il pilota, il punitore, il filosofo, lo sfuggente e il fuggitivo.

L'equilibrio delle forze in gioco sin qui descritte si può rappresentare in un Diagramma di Campo delle Forze - *Force Field Diagram*, come quello della figura 5.

L'aggiunta di queste solide argomentazioni alle perplessità espresse da McKinsey in merito all'accettazione della normativa sulla guida autonoma costituisce un buon caso per una situazione di compromesso, con meno automazione e conservazione della proprietà del veicolo. Inoltre, in questo caso la prenotazione delle corse su veicoli condivisi non rappresenterebbe una minaccia significativa per la proprietà privata, anche se è probabile che il ricorso a essa aumenterà nel corso del tempo [8].

Per chiarire meglio questa situazione abbiamo inserito tutti gli aspetti chiave all'interno di un quadro PESTLE - *Politico, Economico, Sociale, Tecnico, Legislativo e Ambientale*. Da un punto di vista politico, c'è il desiderio di promuovere il trasporto pubblico per fare appello al voto "verde", ma ci

sono preoccupazioni per i costi e le spese delle infrastrutture. Sotto il profilo economico, ci sono chiari benefici derivanti dalla comproprietà, ma la minore diffusione della proprietà dell'auto avrà un impatto certo sul contributo economico dei produttori di veicoli, almeno in alcuni paesi. Non si deve inoltre dimenticare che la proprietà automobilistica, intesa come espressione della personalità, ha un forte impatto sociale. La soluzione delle principali sfide tecnologiche è in rapido progresso, con l'accessibilità al prodotto da parte dei consumatori al centro della questione. Il punto critico è essenzialmente il chiarimento della responsabilità per le conseguenze delle azioni dell'auto senza conducente. L'agenda verde, con il suo accento sulla legislazione relativa all'emissioni, sui pedaggi per l'accesso al centro città e sulla pedonalizzazione crea una forza positiva per il cambiamento. Di qui a considerare gli aspetti ambientali in modo più generale il passo è breve, se si osserva che il 25% del consumo di energia è da trasporto e c'è un crescente apprezzamento dei problemi dovuti al riscaldamento globale e all'impatto dell'inquinamento da particolato sulla salute. In sintesi, l'Analisi PESTLE rivela un quadro di forze opposte sostanzialmente in equilibrio, ove emergono le conseguenze sull'ambiente, gli impatti economici dovuti a una ridotta produzione di veicoli e gli aspetti d'identità personale derivanti dalla proprietà del mezzo. Anche le questioni legali ed etiche associate all'introduzione della guida autonoma eserciteranno un'influenza significativa.

La Mappa dei Portatori d'Interesse (*Stakeholder Map*), illustrata nella figura 6, mostra invece che

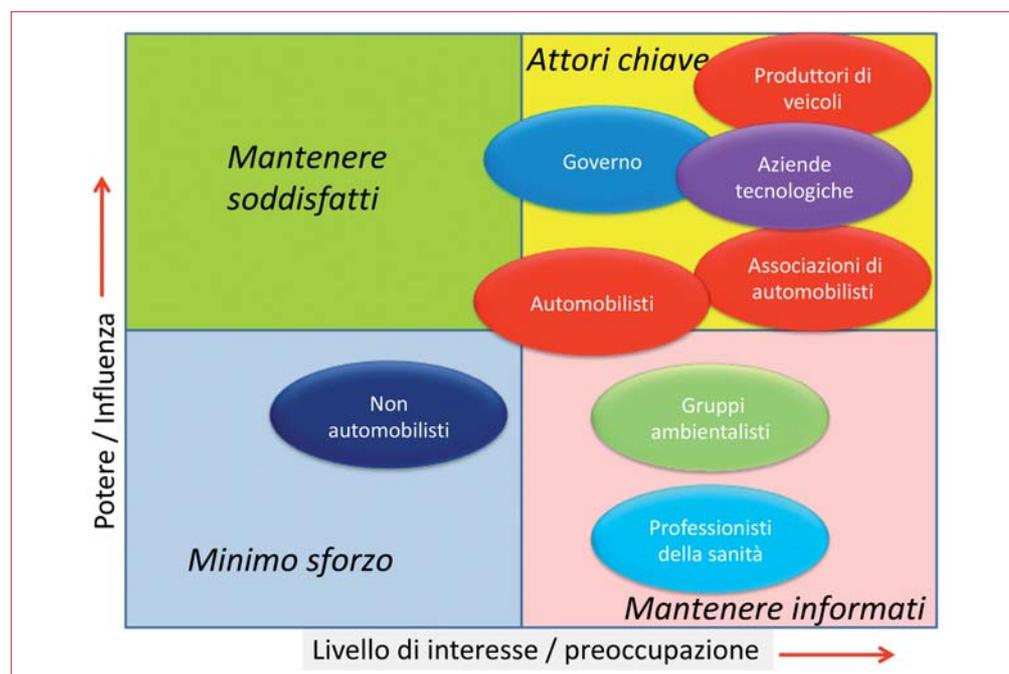


Figura 6  
Mappa dei Portatori d'Interesse (Stakeholder Map)

l'automobilista ha un forte interesse su come si svilupperà il campo delle forze concorrenti, alimentato da fattori quali l'orgoglio per la proprietà del veicolo, il piacere di percorrere le strade in totale indipendenza e il diritto di espressione personale. Il ruolo che hanno gli automobilisti come clienti ed elettori dà loro un potere considerevole, tuttavia se le attuali tendenze demografiche dovessero essere confermate, il loro potere potrebbe diminuire. Ci sono anche le associazioni di automobilisti, però, che rappresentano gli interessi dei proprietari dei veicoli e tendono a perpetuare la proprietà dell'auto. Il loro interesse è molto alto e la loro influenza e potere sono forti.

I Governi hanno sia interesse che potere elevati; tuttavia sono soggetti agli impatti di una serie di forze contrastanti. Acquisiscono entrate significative dalle accise sui carburanti e possono dipendere fortemente dai contributi economici dei produttori di veicoli. Sostengono anche gli obblighi (e i costi) per lo sviluppo delle infrastrutture nazionali e sono politicamente vulnerabili alle pressioni per le questioni ambientali e le statistiche relative agli incidenti. I produttori di veicoli hanno interessi considerevoli e, attraverso i contributi economici e il loro ruolo d'importanti datori di lavoro, hanno anche un significativo potere. Gli elevati livelli richiesti d'integrazione di sistemi (*systems integration*) incoraggiano le aziende tecnologiche a entrare in questo mercato, in collaborazione con i produttori di veicoli. In questo caso l'interesse è dovuto alle dimensioni del mercato e il potere detenuto deriva dalle capacità tecnologiche di queste aziende. Tali alleanze rappresentano peraltro la via più economica al mercato delle soluzioni meccaniche ad alto contenuto tecnologico per i produttori di veicoli. I gruppi di non automobilisti stanno crescendo in numero e hanno un notevole interesse per lo scenario che si va delineando, ma la mancanza di organizzazione limita il loro potere. Sono preoccupati per lo sviluppo del trasporto pubblico, la sicurezza stradale e le questioni ambientali. I gruppi ambientalisti e i professionisti della sanità contribuiscono a creare particolare attenzione su alcune di queste perplessità e hanno un alto livello di interesse e un potere significativo, sebbene la loro attenzione, e quindi il potere, possano essere diminuiti da altre questioni.

La Mappa dei Portatori d'Interesse si focalizza dunque sul ruolo dei governi, che hanno un enorme potere d'indirizzo sul futuro dei trasporti, per quanto influenzato dalle pressioni contrastanti dei gruppi ambientalisti e dei produttori di veicoli. Nel futuro della guida autonoma avranno infatti un ruolo assai importante anche i produttori di veicoli e le aziende di ICT, che potranno sia cooperare che competere. A questo punto, dopo l'esame dei principali pro-

blemi del settore svolta attraverso una analisi di *business* formale, si rivolge la nostra attenzione a una serie di importanti casi di studio.

## Casi di studio sul futuro della guida autonoma

Miglioreremo l'analisi svolta prendendo in considerazione diversi casi di studio sui dati relativi alla sicurezza dei veicoli semiautonomi e sul potenziale dei veicoli senza conducente per l'automazione della movimentazione delle merci in ambienti chiusi. Inoltre, si esamineranno gli argomenti enfatizzati dalla stampa del settore auto a maggiore influenza e gli obiettivi dei programmi di ricerca avviati al di fuori del settore automobilistico tradizionale e delle aziende di *Information Technology* - IT. S'inizia considerando la sicurezza durante il funzionamento automatizzato di un veicolo, concentrandoci in particolare sulle situazioni in cui si delinei la necessità dell'intervento umano. Un incidente mortale si è verificato a Tempe (Arizona), quando uno dei veicoli autonomi di Uber ha ucciso un pedone mentre attraversava la strada. L'investimento "avrebbe potuto essere evitato" se l'operatore umano per il controllo della sicurezza fosse stato vigile mentre l'auto procedeva nelle condizioni di guida autonoma attiva. I dati hanno invece dimostrato che nei 5,3 secondi precedenti l'impatto, l'operatore era concentrato sullo schermo del suo *smartphone*, e ha sollevato lo sguardo dallo schermo solo 0,5 secondi prima dell'incidente. In quel momento il veicolo stava viaggiando a una velocità di circa 70 km/h [10]. L'aspetto della rapidità dell'intervento umano, dopo un periodo di operazioni in regime automatizzato, è stato studiato a lungo nel settore aereo [11]. Volvo ritiene che restituire il controllo a un conducente in un veicolo completamente o quasi completamente autonomo su strada sia un processo che richiede "minuti, non secondi" [12].

Osserviamo a questo proposito che Volvo ha recentemente presentato un modello di camion autonomo, elettrico, collegato e controllato centralmente. Il centro di monitoraggio controlla continuamente la posizione di ciascun veicolo di questo tipo, il livello di carica delle batterie, il carico, i requisiti di servizio e una serie di altri parametri. Velocità e percorsi sono ottimizzati per ridurre al minimo gli sprechi e aumentare la disponibilità del mezzo relativamente al suo utilizzo. Un veicolo con queste caratteristiche potrebbe operare in cicli di spostamento a breve distanza, con caratteristiche altamente ripetitive e con grandi volumi di merci, ad esempio nei porti e nelle aree industriali [13]. C'è poi il caso di Yamaha che ha realizzato un robot umanoide in grado di far funzionare una moto

da corsa standard, su un circuito per le competizioni, permettendo così di analizzare prestazioni in cui la risposta alle situazioni che si presentano deve essere necessariamente rapida [14].

In più, una Ford Mondeo, dotata di sensori e fotocamere per un valore di circa 100.000 sterline inglesi, ha percorso centinaia di miglia a Oxford e dintorni, anche se si stima che il costo dei sensori e della fotocamera possa essere almeno sei volte il costo della vettura [15].

Come ultimo esempio ricordiamo che la Waymo sta lanciando un servizio di taxi robot negli Stati Uniti, con l'intenzione di estenderlo anche all'Europa. Fiat Chrysler sta fornendo a Waymo 62 000 minivan, mentre l'azienda sta acquistando altri 20 000 veicoli elettrici da Jaguar Land Rover per la sua flotta autonoma [16]. Da oltre 30 mesi poi è in corso un esperimento con veicoli autonomi che trasportano passeggeri all'interno del *Business Park* di Milton Park, oltre che su autostrade pubbliche a Didcot nel Regno Unito. Ciò fornisce un collegamento efficiente ai trasporti pubblici locali e mira a sviluppare il primo sistema multimodale di MaaS nel Regno Unito, con una gamma integrata di veicoli elettrici autonomi di livello 4 e 5 [17].

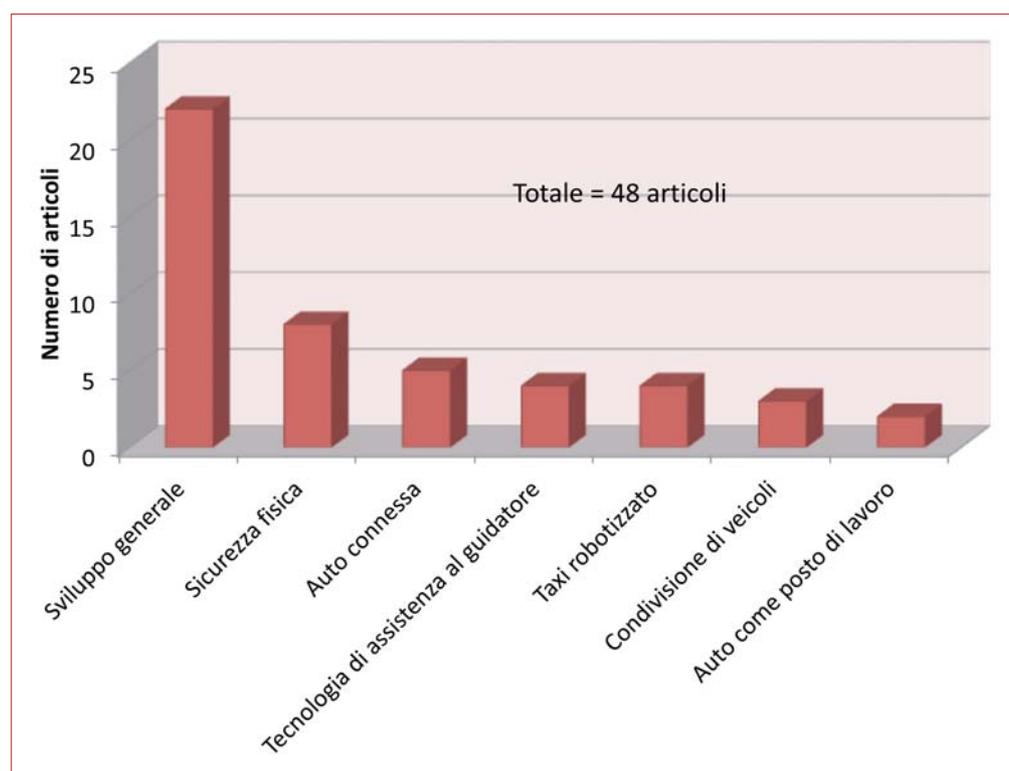
Con riferimento infine all'analisi dei temi sull'argomento enfatizzati dalla stampa automobilistica, un primo studio sulle riviste più popolari di auto mostra un notevole interesse del pubblico per i veicoli autonomi e circa un terzo dei quarantotto articoli considerati nell'analisi ha preso in conside-

razione lo sviluppo generale del settore e l'evoluzione del mercato. Altre questioni specifiche analizzate sono state la sicurezza, la condivisione dei veicoli, l'auto connessa, le tecnologie di assistenza alla guida e l'auto come luogo di lavoro. L'opinione dei giornalisti automobilistici in merito al livello desiderato di automazione è però eterogenea, come mostrato nella figura 7.

Abbiamo anche studiato la natura dei progetti per veicoli autonomi lanciati da organizzazioni indipendenti dai principali produttori di veicoli e industrie ICT. I dati riportati nella figura 8 si basano su un esempio di tale ricerca per il Regno Unito [17], estesa a oltre settanta progetti con più di duecento partner. Risulta evidente che la ricerca si concentra su tre aree: regolamentazione, ricerca e sviluppo e infrastrutture di prova.

I casi di studio sopra riportati evidenziano alcuni criticità nella sicurezza dei veicoli autonomi, in particolare il problema del conducente che viene allertato e che subentra in caso di emergenza. Sono inoltre chiari i potenziali vantaggi dei veicoli robot in ambienti dall'estensione definita e controllati centralmente. Altre iniziative di aziende private conferiscono visibilità a una serie di esperimenti e si traducono in un'ampia gamma di progetti avviati in particolare nel Regno Unito.

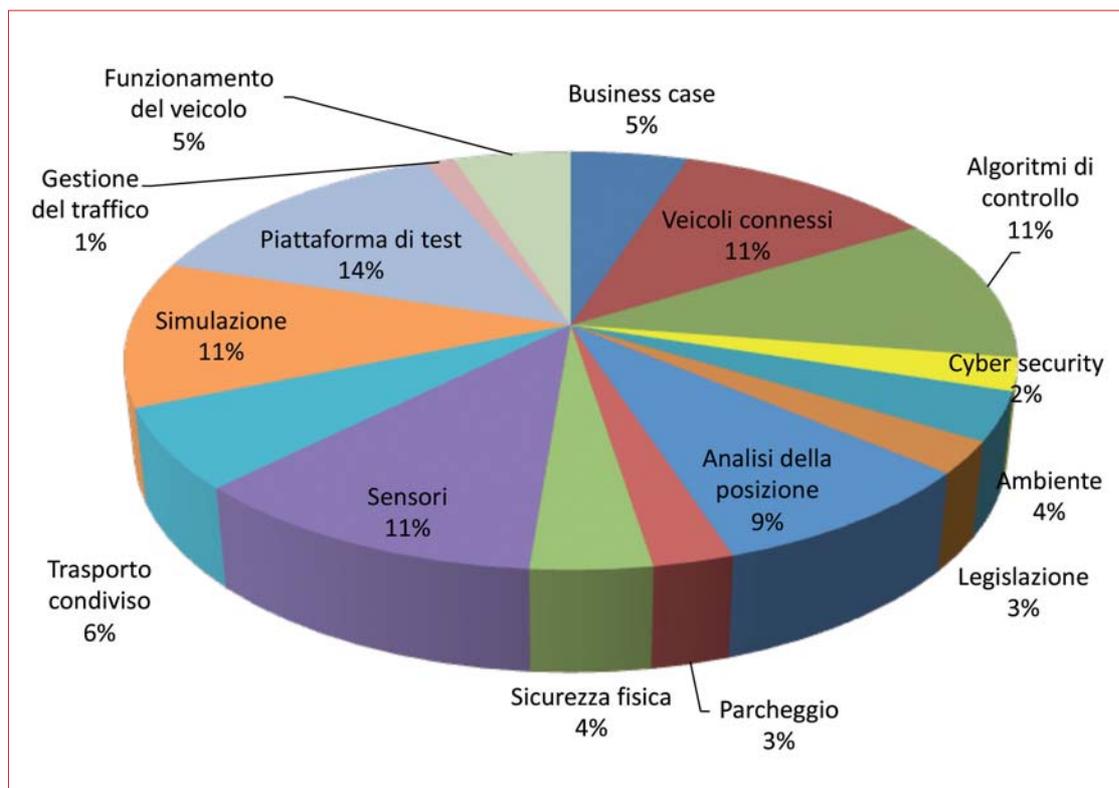
La stampa automobilistica, come invece abbiamo mostrato, si concentra maggiormente sullo sviluppo generale e sull'evoluzione del mercato.



**Figura 7**  
Analisi delle perplessità della stampa automobilistica

**Figura 8** ▶

La ricerca si concentra sui veicoli autonomi, in base a quanto risulta dai dati dei progetti nel Regno Unito [17]



## La guida autonoma: dare un senso ai paradossi

I veicoli autonomi sono una soluzione tecnologica importante. Tuttavia, è probabile che gli aspetti culturali, psicologici e sociali dell'automazione siano più difficili da affrontare, rispetto alle questioni tecniche. Attualmente, è possibile un ampio spettro di scenari che vanno dall'automazione parziale all'opzione MaaS. È bene però evidenziare che l'analisi dati su base demografica rivela una maggiore fiducia nell'automazione e un ridotto desiderio di proprietà del veicolo tra le generazioni più giovani. Le forze che guidano il primo scenario (automazione parziale) sono potenti, ma i dati demografici sono dalla parte del secondo (MaaS), il che suggerisce un risultato finale tra i due estremi, anche se alcuni degli aspetti etici del processo decisionale in situazioni critiche devono ancora essere risolti.

L'applicazione delle tecniche di Analisi PESTLE e Mappatura dei Portatori d'Interesse suggerisce che lo sviluppo della tecnologia sia di fondamentale importanza per l'evoluzione del settore, tuttavia la sua rilevanza potrebbe essere attenuata da quella di altre categorie che fanno parte di questa analisi. In particolare, segnaliamo l'influenza delle aziende del settore *automotive* e l'importanza degli aspetti socio-psicologici dell'automobilismo. Le valutazioni effettuate sono state approfondite prendendo in considerazione diversi casi di studio

che evidenziano altre questioni e opportunità significative. Nell'esempio del camion Volvo, i problemi associati alla personalità e alle preferenze del conducente sono quasi irrilevanti rispetto ai vantaggi derivanti da maggiore controllo, efficienza e costi. Ciò costituisce un indicatore di successo potenziale per l'opzione MaaS. Tuttavia, per i livelli 4 e 5 di autonomia riteniamo che gli aspetti etici del controllo completo del veicolo che vengono consegnati a un sistema automatizzato, comprese le decisioni sulla vita e sulla morte, debbano ancora essere risolti. Anche i problemi di sicurezza che sorgono quando l'automazione intende trasferire la responsabilità a un guidatore umano sono fonte di preoccupazione.

Nello stesso tempo, però, assistiamo a una forte spinta evolutiva lungo un percorso che conduce dagli attuali sistemi avanzati di assistenza alla guida (*Advanced Driver Assistance Systems - ADAS*), come il parcheggio assistito e il controllo della velocità di crociera, verso un futuro semi-automatizzato. Un futuro del genere fornisce potenzialmente risultati più redditizi per le case automobilistiche e le aziende *high-tech* e soddisfa anche le esigenze socio-psicologiche dei conducenti esistenti.

In conclusione, sulla base dei fattori descritti si ritiene che almeno a medio termine per la guida autonoma si realizzerà uno scenario che sarà un compromesso tra un livello di automazione parziale e una soluzione piena di MaaS.

**BIBLIOGRAFIA**

- [1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Self-driving\\_car](https://en.wikipedia.org/wiki/Self-driving_car)
- [2] [www.nextbigfuture.com/2018/03/uber-self-driving-system-was-still-400-times-worse-waymo-in-2018-on-key-distance-intervention-metric.html](http://www.nextbigfuture.com/2018/03/uber-self-driving-system-was-still-400-times-worse-waymo-in-2018-on-key-distance-intervention-metric.html)
- [3] [www.strategyand.pwc.com/innovation1000](http://www.strategyand.pwc.com/innovation1000)
- [4] H.W. Kaas et al.: *Automotive revolution - perspective towards 2030, How the convergence of disruptive technology-driven trends could transform the auto industry*, McKinsey, gennaio 2016.
- [5] S. Gössling: *The Psychology of the Car - Automobile Admiration, Attachment, and Addiction*, Elsevier, 2017.
- [6] [www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018](http://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018)
- [7] M. Stephan et al.: *Autonomous Vehicles: the race is on*, Accenture, 2018.
- [8] C. Giffi et al.: The race to autonomous driving - Winning American consumers' trust, *Deloitte Review*, n. 20, 2017, pp. 74- 93.
- [9] <https://www.lse.ac.uk/website-archive/newsAndMedia/PDF/AVs-negotiating-a-place-on-the-road-1110.pdf>, <https://www.lse.ac.uk/website-archive/newsAndMedia/PDF/AVs-negotiating-a-place-on-the-road-1110.pdf>
- [10] [www.bbc.co.uk/news/technology-44574290](http://www.bbc.co.uk/news/technology-44574290)
- [11] N. Carr: *The Glass Cage - Where Automation is Taking Us*, *The Bodley Head*, Londra, 2015.
- [12] [www.autocar.co.uk/opinion/anything-goes/meditation-proves-how-dangerous-autonomous-cars-can-be](http://www.autocar.co.uk/opinion/anything-goes/meditation-proves-how-dangerous-autonomous-cars-can-be)
- [13] [www.linkedin.com/pulse/ground-breaking-solution-future-autonomous-electric-lars-stenqvist?trk=eml-email\\_feed\\_ecosystem\\_digest\\_01-recommended\\_articles-6-Unknown&midToken=AQE2QYUohO\\_hAA&fromEmail=fromEmail&ut=27CdWKqODj0Es1](http://www.linkedin.com/pulse/ground-breaking-solution-future-autonomous-electric-lars-stenqvist?trk=eml-email_feed_ecosystem_digest_01-recommended_articles-6-Unknown&midToken=AQE2QYUohO_hAA&fromEmail=fromEmail&ut=27CdWKqODj0Es1)
- [14] <https://global.yamaha-motor.com/showroom/motobot/index.html>
- [15] S. Wong: Driverless Cars Take on Oxford, *New Scientist*, 28 aprile 2018, p. 16.
- [16] [www.marketscreener.com/FIAT-CHRYSLER-AUTOMOBILES-18191992/news/Alphabet-s-Waymo-hopes-to-bring-robotaxi-service-to-Europe-26732685](http://www.marketscreener.com/FIAT-CHRYSLER-AUTOMOBILES-18191992/news/Alphabet-s-Waymo-hopes-to-bring-robotaxi-service-to-Europe-26732685)
- [17] UK Connected & Autonomous Vehicle Research & Development Projects 2018: disponibile su: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/737778/ccav-research-and-development-projects.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/737778/ccav-research-and-development-projects.pdf)



Dal 1897 l'AEIT promuove e diffonde in ambito nazionale lo studio dell'elettricità e lo sviluppo delle sue applicazioni nei campi dell'energia, delle telecomunicazioni, dell'automazione e del trattamento dell'informazione.

Tale missione si concretizza in numerose attività culturali, tra le quali l'organizzazione di conferenze, giornate di studio, seminari e visite tecniche, nonché attraverso l'assegnazione di premi e borse di studio rivolte ai giovani.

Ogni anno AEIT, con le sue 19 Sezioni e 4 Societies, organizza su tutto il territorio nazionale oltre 100 incontri rivolti ai propri Soci, Aziende e a tutti gli operatori del settore sui temi più attuali e rilevanti del sistema energetico italiano con particolare riferimento alle nuove tecnologie emergenti e alle infrastrutture.

**Per ulteriori informazioni e iscrizioni:**

AEIT - Ufficio Centrale - Via Mauro Macchi, 32 - 20124 Milano

tel. 02.87389960 - fax 02.66989023

e-mail: [soci@aeit.it](mailto:soci@aeit.it) - web: [www.aeit.it](http://www.aeit.it)

## EATON E GREEN MOTION



### Collaborazione per una soluzione intelligente

**U**na collaborazione per fornire una soluzione intelligente che combina la carica per i veicoli elettrici e l'accumulo di energia. Eaton, leader nella gestione dell'energia e Green Motion, pioniere nell'ambito delle stazioni di ricarica per veicoli elettrici, hanno siglato una partnership per consentire un'integrazione ottimale delle stazioni di ricarica per veicoli elettrici, la cui adozione è in crescita e le vendite raggiungeranno i 10 milioni a livello mondiale entro il 2025. Tutto ciò aumenta significativamente la domanda di energia mettendo a dura prova le reti elettriche. Infatti, se la ricarica dei veicoli non è gestita in modo adeguato, nelle ore di punta sei veicoli elettrici in carica potrebbero generare da soli cali di tensione a livello locale. Si avverte, pertanto, l'urgenza di costruire una corretta infrastruttura che sia in grado di garantire agli utenti la possibilità di ricaricare le proprie automobili in modo affidabile e che garantisca al contempo la stabilità della rete elettrica locale, dell'edificio e delle

aree limitrofe. Collegata alla rete elettrica o a fonti di energia rinnovabile come i pannelli fotovoltaici, la soluzione intelligente combinata di ricarica per veicoli elettrici e accumulo di energia, offre la potenza necessaria per installare il numero di stazioni di ricarica desiderate in un edificio non gravando sulla stabilità della rete elettrica. Questo porterebbe, inoltre, a un conseguente risparmio sui costi delle bollette energetiche caricando l'accumulatore di energia quando sarà disponibile energia rinnovabile, oppure, quando l'energia della rete elettrica è più economica, e servirsi dell'energia accumulata quando la domanda e i costi dell'energia sono elevati. Nel caso in cui l'edificio fosse dotato di tecnologia fotovoltaica, gli utenti di veicoli elettrici potranno utilizzare una quantità maggiore di energia solare prodotta localmente per alimentare le proprie auto elettriche di notte, utilizzando l'energia pulita immagazzinata. Il sistema di accumulo di energia fornisce inoltre ulteriori funzionalità: dal back-up in caso di rete non disponibile, assicurando quindi continuità di esercizio all'edificio, alla vendita vera e propria dell'energia autoprodotta alla rete (qualora già regolamentata nel Paese specifico) e quin-

di ad un proficuo ritorno sull'investimento. La soluzione intelligente nata dalla collaborazione tra Eaton e Green Motion assicura vantaggi concreti e garantisce al contempo una gestione dell'energia più intelligente e sostenibile della rete elettrica.



## IBERDROLA



### Impianto eolico onshore in Scozia

**N**ell'ambito dell'impegno a investire nella ripresa economica verde del Regno Unito e a contribuire al raggiungimento degli obiettivi Net Zero, Iberdrola ha siglato due accordi separati per lo sviluppo di parchi eolici nella Scozia centrale che potrebbero prevedere investimenti per oltre 150 milioni di sterline. L'acquisizione degli sviluppi dei parchi eolici da parte dei singoli azionisti locali di 3R Energy e Mitchell Energy Ltd. vedrà una capacità combinata di 165 MW di nuova generazione di elettricità pulita sviluppata vicino a Douglas nel Lanarkshire meridionale, 35 miglia a sud di Glasgow. Se aggiunti a un progetto simile da 55 MW nell'area di maggioranza di proprietà di ScottishPower, questi sviluppi creeranno



un cluster di energia pulita nel Larkshire meridionale per un totale di 220 MW. Il progetto include anche il repowering del primissimo parco eolico commerciale scozzese, Hagshaw Hill, di cui ScottishPower è diventato proprietario nel 1996. Si prevede che il programma complessivo potrebbe creare 600 posti di lavoro nel picco del progetto e 280 posti di lavoro a lungo termine. È il terzo accordo sull'energia verde per il gruppo Iberdrola che ultimamente ha acquisito la società francese di energia rinnovabile Aalto Power per € 100 milioni. Questo accordo ha assicurato 118 MW di energia eolica onshore operativa in Francia e un portafoglio di progetti di 636 MW in varie fasi di sviluppo. Iberdrola ha anche aumentato la propria partecipazione nel parco eolico offshore di Saint-Brieuc da 2,4 miliardi di euro in Francia, dal 70% al 100%, che avrà una capacità di 496 MW. L'eolico onshore è importante nella lotta ai cambiamenti climatici e l'energia rinnovabile è sempre più la spina dorsale del mix energetico del Regno Unito. Scottish Power è la prima energy company integrata del Regno Unito che è passata interamente alla generazione eolica, producendo e

gestendo energia elettrica da fonti eoliche a beneficio dei propri clienti. Gli investimenti in infrastrutture *green* offrono vantaggi immediati in termini economici e ambientali.



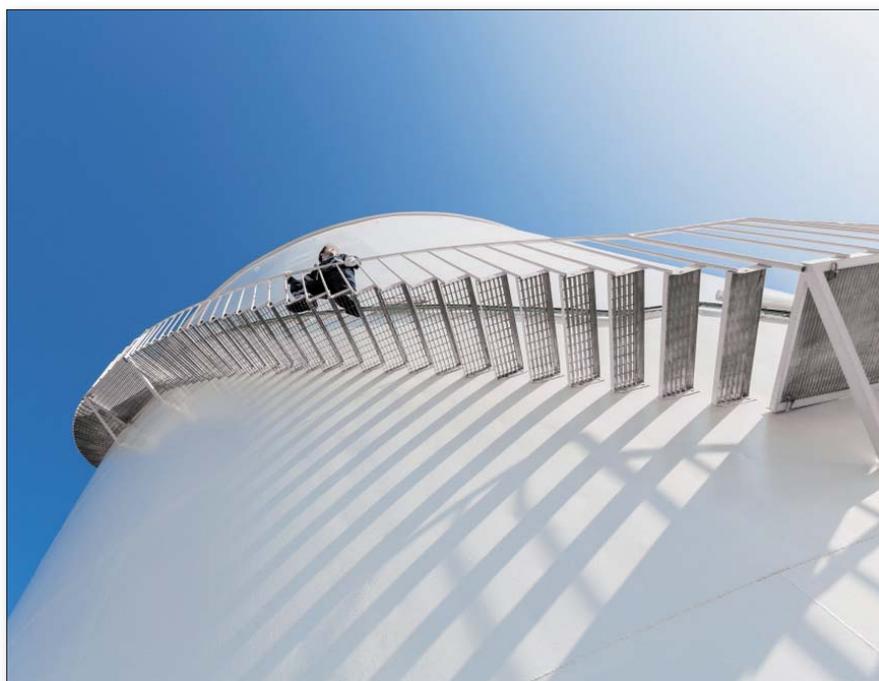
## AIR LIQUIDE



### Tre nuovi contratti con BASF ad Anversa

**U**no dei leader mondiali della chimica - BASF - ha recentemente firmato con Air Liquide tre nuovi contratti a lungo termine nel bacino di Anversa (Belgio). Air Liquide fornisce gas a BASF da oltre 50 anni in questa importante area industriale e gestisce attualmente cinque impianti di produzione sul sito. Questi nuovi contratti fanno parte di un approccio che mira a un'attività industriale a basso impatto ambientale, in linea con gli Obiettivi Climatici del Gruppo. Facendo leva sui suoi cinque impianti di produzione situati nel bacino di Anversa, Air Liquide ha concluso un nuovo accordo di 15 anni per rinnovare la sua fornitura di gas dell'aria agli impianti esistenti e fornire ossigeno aggiuntivo a un nuovo impianto di ossido di etilene che sarà costruito da BASF.

Air Liquide costruirà e gestirà anche una nuova unità di rimozione dell'azoto (NRU) per fornire a BASF gas a elevata purezza e consentire una produzione più efficiente di MDI, un importante componente chimico utilizzato nell'isolamento termico che aiuta a risparmiare energia negli edifici e in altre applicazioni. È previsto che questa nuova NRU sia operativa da metà 2021. Inoltre, Air Liquide acquirerà una parte del metano generata durante il processo produttivo di BASF e lo valorizzerà come materia prima nei suoi impianti di produzione di idrogeno sul sito. Ciò permetterà di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> fino a 15.000 t all'anno sul sito di Anversa e di contribuire allo sviluppo di un'economia circolare. Air Liquide è da lunga data un importante fornitore di gas del bacino chimico integrato di Anversa, il più grande d'Europa. Il Gruppo è inoltre impegnato attivamente nelle iniziative per affrontare il Cambiamento Climatico del porto di Anversa come dimostrato da un accordo di cooperazione firmato lo scorso dicembre con altri importanti attori per esplorare la possibilità di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> a livello locale.





## ANALOG DEVICES LINEAR TECHNOLOGY

### Nuovi regolatori μModule DC/DC a quattro uscite

**P**resentati da Analog Devices - Linear Technology LTM4668 e LTM4668A, regolatori μModule DC/DC a quattro uscite con corrente di uscita totale fino a 4,8 A.

I nuovi dispositivi altamente integrati, dotati di PWM controller, FET di potenza, induttori e componenti di supporto, facilitano il processo di progettazione e riducono il consumo energetico e l'ingombro sulla scheda. LTM4668 e LTM4668A operano in un intervallo di tensioni d'ingresso comprese tra 2,7 V e 17 V regolando tensioni di uscita comprese tra 0,6 V a 1,8 V (LTM4668) e da 0,6 V a 5,5 V (LTM4668A).

Altra caratteristica la corrente di uscita DC da 1,2° su ogni canale, parallelizzabile e la regolazione della tensione di uscita totale  $\pm 1,5\%$ .

I dispositivi supportano il sincronismo in frequenza, il funzionamento PolyPhase, Burst Mode selezionabile, un duty cycle al 100% e bassa corrente di riposo (IQ).

L'elevata frequenza di switching e l'architettura in current mode consentono una risposta al transitorio molto rapida alle variazioni di linea e carico, senza pregiudicarne la stabilità. LTM4668 e LTM4668A sono disponibili in package BGA da 6,25 mm x 6,25 mm x 2,1 mm.

Sito web: <http://www.analog.com>

## OMRON

### Nuovo relè 100 A

**F**unziona in modo eccezionalmente "freddo" il nuovo relè di Omron G7EB.

Questo relè è destinato alla distribuzione nei sistemi di condizionamento della potenza (PCS) e alle apparecchiature di collaudo come i tester per semiconduttori. Il relè Omron G7EB può commutare fino a 100 A a 800 Vac.

Una caratteristica chiave è la bassissima resistenza di contatto: con soli 5 milli-ohm questi prodotti si posizionano al vertice nel settore, riducendo notevolmente la generazione di calore all'interno del componente.

Ciò non solo migliora l'affidabilità attraverso la riduzione dello stress termico sul dispositivo e sul circuito circostante ma minimizza anche lo spreco di energia.

Come risultato, il G7EB subisce un aumento di temperatura di circa 40 °C con una corrente di carico di 100 A, a differenza degli oltre 80 °C dei prodotti concorrenti.

I progetti PCS utilizzano normalmente tre o più di questi relè: grazie alle sue dimensioni compatte (40,5 x 50,5 x 37mm), il dispositivo Omron aiuta a ridurre le dimensioni del sistema.

Ulteriori risparmi di spazio a livello di sistema sono possibili in virtù delle specifiche più contenute dei dissipatori di calore che derivano dal funzionamento "freddo" del componente.

Sito web: [www.overcomm.it](http://www.overcomm.it)



## BAXI

### Pompa di calore aria-acqua

**S**i chiama AURIGA ed è la nuova gamma di pompe di calore aria-acqua monoblocco inverter monofase e trifase di Baxi, azienda veneta che da anni si distingue per l'impegno nella ricerca e realizzazione di sistemi di riscaldamento/raffrescamento che garantiscano il maggior comfort con il minimo impatto ambientale.

La gamma è composta da 7 modelli e l'ampio range di potenze (da 5 a 16 kW) soddisfa qualunque esigenza impiantistica (riscaldamento, raffrescamento e produzione di ACS). Prestazioni garantite da + 46 °C a - 25 °C, con comandi da remoto e integrazione ai sistemi BMS. Oltre al rendimento in raffrescamento (fino a 46 °C), la gamma vanta risultati anche in riscaldamento a bassa temperatura (con aria esterna fino a - 25 °C). In particolare, i modelli 5M/7M/9M hanno un'efficienza pari a A+++ secondo i parametri ErP Energy Labelling (Regolamento UE 2017/1369). Tra le caratteristiche smart di Auriga, quella del sistema ACS che consente la produzione di acqua calda sanitaria fino a 60 °C, con possibilità di gestire la temperatura del bollitore e la pompa di ricircolo (per evitare inutili sprechi di acqua sanitaria e mantenere costante la temperatura dell'acqua). Caratteristica green l'impiego del refrigerante R32 a basso GWP (il contributo all'effetto serra di un gas serra relativamente all'effetto della CO<sub>2</sub>)

Sito web: [www.baxi.it](http://www.baxi.it)

## EATON



### Relè easyE4 ottiene la certificazione navale DNV GL

**A**mpliata la gamma easyE4 con i nuovi modelli push-in e presentata una versione completamente grafica del pannello touch XV102 per easyE4, progettata per semplificare e accelerare la visualizzazione di progetti di automazione "semplici". Il sistema modulare e flessibile easyE4 di Eaton include un portfolio completo di unità base, moduli di espansione e un pannello di visualizzazione. La gestione facile e intuitiva del software di programmazione easySoft 7, il design compatto del relè e la possibilità di supportare differenti tensioni di alimentazione consentono di implementare qualsiasi progetto di controllo. Grazie alla possibilità di offrire tutte le funzionalità standard insieme alle approvazioni necessarie per le applicazioni elettriche in ambienti marittimi, easyE4 ha recentemente ottenuto la certificazione navale DNV GL. I terminali push-in favoriscono un'installazione semplice e rapida del cablaggio di controllo grazie alla possibilità di collegare i cavi direttamente al terminale attraverso puntali, inoltre sono a prova di vibrazione e non richiedono manutenzione. Il nuovo pannello touch da 3,5" dotato di display a colori è progettato per la visualizzazione e il controllo di applicazioni basate sul relè di controllo easyE4. Grazie al touchscreen resistivo lo schermo può essere utilizzato anche indossando i guanti.

**Sito web:** [www.eaton.com/it](http://www.eaton.com/it)



## BTICINO

### Nuovi centralini plastici

**L**inea Habita è la nuova gamma di centralini per applicazioni residenziali e terziarie standard, che sostituisce gli storici centralini delle linee E215 ed F215. Il colore è bianco (RAL 9003), l'elegante finestratura fumé del portello di chiusura copre integralmente la fascia centrale del centralino ed emerge con una superficie arrotondata e leggermente sporgente. Il portello con apertura 180°, è reversibile per adattarsi alle situazioni installative più varie (negli angoli delle pareti o in prossimità delle porte ad esempio). La chiusura del portello è a scatto ma il portello dispone anche di una pre-frattura per l'applicazione di una serratura di chiusura, ideale per l'installazione in luoghi aperti al pubblico, locali comuni di edifici residenziali. La gamma è disponibile nelle modularità, 6, 8, 12, 24, 36, 54 e 72 moduli con gradi di protezione IP 40, IK 07. La confezione dei centralini Habita da 6,54 e 72 contiene già la scatola da incasso. Nelle modularità 8,12, 24 e 36 moduli, i centralini sono predisposti per l'installazione sulle normali scatole da incasso della Linea Space di analogia modularità. Per le modularità da 6/8/12 moduli è disponibile un comodo adattatore che consente l'installazione sulle scatole da incasso delle precedenti linee E215 e F215.

**Sito web:** [www.bticino.it](http://www.bticino.it)

## BENDER



### Dispositivo di commutazione All-in-one

**P**resentato da Bender un dispositivo elettromeccanico per la commutazione automatica di linea di massima sicurezza con certificazione SIL 2 (Safety Integrity Level 2 - EN 61508), che trova la sua applicazione ovunque siano presenti impianti elettrici sensibili, ove deve essere garantita un'alimentazione sicura e affidabile, anche in condizioni di primo guasto.

I dispositivi serie ATICS®-2-63A-ISO includono tutte le funzioni per la commutazione tra due linee di alimentazione indipendenti e per il controllo dei sistemi di alimentazione isolati IT-M.

L'integrazione della sezione di potenza e dell'elettronica di controllo in un unico involucro piatto e modulare, consente il montaggio in spazi ridotti nel quadro di distribuzione e semplifica il cablaggio. ATICS® è stato sviluppato coerentemente agli standard di sicurezza funzionale (SIL 2) garanzia di massima affidabilità, in locali a uso medico di gruppo 2 conformi alla norma IEC 60364- 7-710/CEI 64-8; V2 : 2015 parte 7/710.

I connettori estraibili disposti su ogni collegamento, consentono operazioni di manutenzione senza interruzione dell'alimentazione sul carico. Infine il dispositivo è certificato da TÜV SÜD secondo EN 61508 SIL 2.

**Sito web:** [www.bender-it.com](http://www.bender-it.com)



112<sup>th</sup> edition

**AEIT**  
**2020**

**International**

**Annual Conference**

1<sup>st</sup> Virtual Edition - 23-25 September 2020

**VIRTUAL  
CONFERENCE**

**AEIT**  
1897

<https://convegni.aeit.it/AEIT2020>  
[convegnoannuale@aeit.it](mailto:convegnoannuale@aeit.it)

# FIRST AN NOUNCEMENT

In recent years, interrelationships among energy and transportation infrastructures, telecommunications and computing technologies, are growing at a fast pace to provide further intelligence to vital technological systems. The ever-increasing dependence on electricity as a flexible energy carrier, the need for an intelligent and sustainable management of grids and decarbonization through electrification are creating tight interdependent energy systems. Big data, machine-learning applications, cloud computing and large bandwidth interconnections yield an accelerated technological progress, which supports the modern knowledge-based society paradigms and a revolution in the electrical sector.

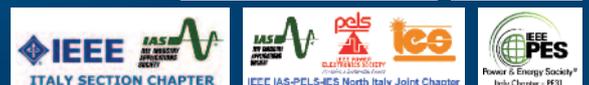
AEIT 2020 will be an international forum on the scientific and industrial challenges of the near future aiming to stimulate innovative entrepreneurial initiatives and increase competitiveness.

In light of the escalating spread of the Coronavirus (Covid-19) around the world, AEIT has decided to have a virtual conference: technical sessions will be virtually held and speakers and attendants will be worldwide connected.

Organised by

**AEIT**  
1897

Technical  
sponsorship of



# Un megawatt Un minuto. Zero batterie.



**PILLER**  
Power Systems

**ACTIVE POWER**  
DRIVEN BY MOTION  
A Division of Piller Power Systems Inc.



Il data center senza batterie è da ora una realtà, grazie al **POWERBRIDGE™ PB60+**, il più grande sistema di accumulo dell'energia cinetica al mondo per le applicazioni UPS. Erogando una potenza fino a 3MW e fornendo 1MW di energia elettrica per 60 secondi, il **POWERBRIDGE™ PB60+** garantisce tutto questo e oltre:

■ **Riduce la manutenzione** ■ **Elimina la sostituzione delle batterie** ■ **Aumenta l'affidabilità**

Quando tutto ruota attorno alla reputazione, ora è il momento di garantire che potenza e dati siano protetti in maniera affidabile.

**Nothing protects quite like Piller**

SISTEMI UPS ROTANTI / UPS ROTANTI IBRIDI / DIESEL UPS ROTANTI / UPS STATICI / COMMUTATORI STATICI / ACCUMULATORI DI ENERGIA CINETICA  
SISTEMI DI ALIMENTAZIONE VELIVOLI A TERRA / CONVERTITORI DI FREQUENZA / ALIMENTAZIONI PER NAVI / INTEGRAZIONE NEI SISTEMI ESISTENTI

SEDE: PILLER GROUP GmbH

Piller Francia / Piller Germania / Piller Spagna / Piller Italia / Piller UK / Piller Brasile / Piller Canada / Piller USA / Piller Australia / Piller Cina  
Piller India / Piller Corea / Piller Singapore / Piller Taiwan



A Langley Holdings Company



# L'AZIENDA

La Giordano & C. è un'azienda dinamica e moderna che opera nel settore della progettazione, automazione, costruzione e installazione di impianti elettrici, macchinari e linee di produzione in ambito **INDUSTRIALE, CIVILE & TERZIARIO** ed **"ENERGIA & AMBIENTE"**, sia **privato** che **pubblico**.

**PROGETTI, IMPIANTI, QUADRISTICA, MECCANICA** e **AUTOMAZIONE**: cinque divisioni fortemente integrate fra loro, per offrire soluzioni complete e specifiche per soddisfare tutte le esigenze dei nostri clienti.

Siamo in grado di garantire i più elevati standard realizzativi in qualsiasi parte del mondo grazie ad un team altamente qualificato di ingegneri e tecnici ed un know-how acquisito in 90 anni di esperienza nel settore. Offriamo un **servizio completo** per la realizzazione di impianti elettrici e tecnologici, impianti AT-MT-BT, impianti strumentali, impianti antideflagranti, impianti speciali (antintrusione, antifurto, antincendio, TVCC, ecc.), impianti di automazione completi di parte meccanica, impianti di cogenerazione, trattamento rifiuti e depurazione acque.

La Giordano & C. conta sulla propria struttura tecnica, composta da ingegneri e periti industriali di provata esperienza per lo sviluppo della parte progettazione (sia hardware che software) e per la gestione ed il coordinamento dei vari cantieri.

Il grande patrimonio della Giordano & C. è rappresentata dalle sue Risorse Umane, costantemente impegnate nella formazione e nell'aggiornamento in tutti i settori della sua attività.

La nostra clientela è composta da aziende private e pubbliche, sia italiane che straniere le quali hanno fatto sì che molte delle nostre realizzazioni si trovino oggi in tutti i Continenti.



## **GIORDANO & C. S.p.A.**

12012 Boves (CN) Italia - Via Cuneo 147  
tel. +39 0171 381201 - fax +39 0171 381202  
[www.giordanocompany.it](http://www.giordanocompany.it)  
[giordano@giordanocompany.it](mailto:giordano@giordanocompany.it)