

RIVISTA DI SCIENZE DELL'EDUCAZIONE

PONTIFICIA FACOLTÀ DI SCIENZE DELL'EDUCAZIONE AUXILIUM
ANNO LIX • GENNAIO APRILE 2021

DOSSIER
INTELLIGENZA ARTIFICIALE
PER UN FUTURO
PIÙ UMANO?

2021

COMITATO DI DIREZIONE

PIERA RUFFINATTO
MARCELLA FARINA
MARIA ANTONIA CHINELLO
ROSANGELA SIBOLDI
ELENA MASSIMI
MARIA SPÓLNİK

COMITATO SCIENTIFICO

JOAQUIM AZEVEDO (Portugal)
GIORGIO CHIOSSO (Italia)
JENNIFER NEDELSKY (Canada)
MARIAN NOWAK (Poland)
JUAN CARLOS TORRE (España)
BRITT-MARI BARTH (France)
MICHELE PELLERREY (Italia)
MARIA POTOKAROVÁ (Slovakia)

COMITATO DI REDAZIONE

ELIANE ANSCHAU PETRI
CETTINA CACCIATO INSILLA
HIANG-CHU AUSILIA CHANG
MARIA ANTONIA CHINELLO
SYLWIA CIĘŻKOWSKA
PINA DEL CORE
MARCELLA FARINA
KARLA M. FIGUEROA EGUIGUREMS
ALBERTINE ILUNGA NKULU
MARIE-JUDITH JEAN-BAPTISTE
MARIA KO HA FONG
GRAZIA LOPARCO
ELENA MASSIMI
ANTONELLA MENEGHETTI
LUCY MUTHONI NDERI
ENRICA OTTONE
ANNA PERON
PIERA RUFFINATTO
MARTHA SÉIDE
ROSANGELA SIBOLDI
ALESSANDRA SMERILLI
MARIA TERESA SPIGA
MARIA SPÓLNİK
MILENA STEVANI

DIRETTORE RESPONSABILE

MARIA ANTONIA CHINELLO

COORDINATORE SCIENTIFICO

MARCELLA FARINA

SEGRETARIA DI REDAZIONE

RACHELE LANFRANCHI

RIVISTA DI SCIENZE DELL'EDUCAZIONE

PUBBLICAZIONE QUADRIMESTRALE
EDITA DALLA PONTIFICIA
FACOLTÀ DI SCIENZE DELL'EDUCAZIONE
"AUXILIUM" DI ROMA

DIREZIONE

Via Cremolino 141
00166 Roma

Tel. 06.61564226
Fax 06.615720248

E-mail

rivista@pfse-auxilium.org
segretaria.rse@pfse-auxilium.org

Sito internet

<https://rivista.pfse-auxilium.org/>

Informativa GDPR 2016/679

I dati personali non saranno oggetto di comunicazioni o diffusione a terzi. Per essi Lei potrà richiedere, in qualsiasi momento, accesso, modifiche, aggiornamenti, integrazioni o cancellazione, rivolgendosi al responsabile dei dati presso l'amministrazione della rivista.



ASSOCIATA
ALLA UNIONE STAMPA
PERIODICA
ITALIANA

Aut. Tribunale di Roma
31.01.1979 n. 17526

Progetto grafico impaginazione
e stampa
EMMECIPI SRL

ISSN 0393-3849

RIVISTA DI SCIENZE DELL'EDUCAZIONE

ANNO LIX NUMERO 1 • GENNAIO/APRILE 2021

Poste Italiane Spa
Sped. in abb. postale d.l. 353/2003
(conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 2 e 3, C/RM/04/2014

PONTIFICIA FACOLTÀ DI SCIENZE DELL'EDUCAZIONE AUXILIUM



DOSSIER

**INTELLIGENZA ARTIFICIALE
PER UN FUTURO PIÙ UMANO?**

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR A MORE HUMAN FUTURE?

Introduzione al Dossier

Introduction to the Dossier

Maria Antonia Chinello

6-9

Intelligenza artificiale o intelligenze artificiali?**Concetti e termini di un aeropago.**

Concepts and terminologies of an areopagus

Domenico Natale

10-26

Coscienza e intelligenza artificiale:**la coscienza nel dialogo tra le intelligenze**

Consciousness and artificial intelligence:

consciousness in the dialogue between intelligences

Giorgio Bonaccorso

27-51

Intelligenza artificiale e post-umano.**Pedagogia e utopia**

Artificial and post-human intelligence.

Pedagogy and utopia

Franca Pinto Minerva

52-67

Tecnologie digitali ed etica

Digital technologies and ethics

Vincenzo Paglia

68-80

**Intelligenza artificiale e educazione:
un incontro tra due mondi. Rischi e opportunità**Artificial intelligence and education: an encounter
between two worlds. risks and opportunities*Lorenzo Cesaretti*

81-98

DONNE NELL'EDUCAZIONE**Maria di Nazaret nei processi educativi:
la consapevolezza della sua presenza**Mary of Nazareth in educational processes:
the awareness of her presence*Marcella Farina*

100-121

ORIENTAMENTI BIBLIOGRAFICI

Recensioni e segnalazioni

124-146

Libri ricevuti

147-148

Norme per i collaboratori della rivista

150-151

RIVISTA DI SCIENZE DELL'EDUCAZIONE

PONTIFICIA FACOLTÀ DI SCIENZE DELL'EDUCAZIONE AUXILIUM

DOSSIER
INTELLIGENZA ARTIFICIALE
PER UN FUTURO
PIÙ UMANO?

RSE

INTELLIGENZA ARTIFICIALE O INTELLIGENZE ARTIFICIALI? CONCETTI E TERMINI DI UN AEROPAGO

ARTIFICIAL INTELLIGENCE O ARTIFICIAL INTELLIGENCES?
CONCEPTS AND TERMINOLOGIES OF AN AREOPAGUS

DOMENICO NATALE ¹

Premessa

Varie espressioni di Intelligenza Artificiale (IA) sono sempre esistite fin dall'antichità. Leggendo la storia con quest'ottica, possiamo scoprire che l'intelligenza umana si è manifestata in origine con varie forme tangibili e diversi segni: incisioni su pietra, pitture rupestri, monumenti in pietra, alfabeti, scritture, stampe, arte scultorea, dipinti, ecc. Gli uomini affidavano fuori di se stessi, ad oggetti esterni, simboli per comunicare e ricordare. Platone, riferendosi a Socrate, suo maestro, già se ne preoccupava con riferimento alla scrittura, per paura che affidando i pensieri ad alcuni artifici esterni si corresse il pericolo di perdere la memoria.²

In Sardegna, durante la civiltà nuragica, pastori e cacciatori incidevano su pietra dei segni per il conteggio di prodotti dell'agricoltura e della caccia, in un'epoca in cui non esisteva alcuna scrittura.³ Le forme tangibili delle manifestazioni d'intelligenza hanno un fattore in comune:

ricordare, trasferire la conoscenza agli altri, ai posteri, creando parallelamente strumenti ausiliari a questo scopo, ad esempio per scrivere e per contare come ausilio al ragionamento. È interessante riflettere sul passaggio dalla scrittura all'IA.⁴

Dal XX secolo l'IA è divenuta digitale, cioè gestita da computer. Oggi in rapida evoluzione, essa si presenta con lo sviluppo di algoritmi e macchinari che ne consentono perfino l'autonomia.

Tra i vari termini dell'IA, appare latente la nuova caratteristica: la capacità di memoria e di comunicazione, tra persone e tra macchine. Fino a qualche tempo fa invece gli oggetti o prodotti dell'uomo erano passivi e difficilmente modificabili.

Una delle originalità dei prodotti digitali di oggi è che non si riscontra più questa caratteristica di passività e immutabilità degli oggetti elaborati. Forse è per questo che il termine di intelligenza artificiale un po' spaventa: come se l'IA fosse un'altra cosa differente dai prodotti del pas-

sato, concorrente o peggio pericolosa per l'uomo, un sistema autonomo di memoria e di interpretazione, in grado di elaborare informazioni che potrebbero prendere il sopravvento sulle decisioni dell'uomo o influenzarle.

Alcune correnti di pensiero vedono l'IA solo come un ausilio e un potenziamento dell'agire umano. Altri ci vedono qualcosa di più. Scorrendo i sinonimi più in voga, possiamo enumerare le caratteristiche di facoltà di intendere e ragionare, capacità intellettuali, abilità, ingegnosità del cervello e della mente.

Il computer in questi ultimi anni, cambiando il paradigma dei prodotti, da analogico a digitale, ha alzato il livello di astrazione delle rappresentazioni dell'informazione, creando un salto di qualità. Sono spariti gli oggetti sensibili delle rappresentazioni: dalla memoria fisicamente visibile e intuibile, ad esempio quella originaria a nuclei differenti di schede di carta perforate, all'invisibilità delle memorie che si possono "vedere" e capire solo con sofisticati strumenti elettronici.

Ogni rappresentazione dell'informazione è trasformata in rappresentazioni numeriche (zero e uno) con una velocità sorprendente che dava inizialmente un alone di mistero al calcolatore. L'IA può fare deduzioni e azioni semplicemente in modo più veloce dell'uomo. Ma non è solo così. C'è, in più, un'altra variabile molto importante: l'IA apprende e sa modificare i suoi algoritmi, consentendo alle macchine

un certo grado di autonomia.

E l'autonomia dei sistemi di IA potrebbe non avere limiti. Quindi mentre ci si prepara al nuovo mondo, è necessario approfondire e capire il valore ed il limite dell'autonomia: quando dovrebbe essere utile, e da incentivare, e quando potrebbe essere un rischio, da controllare. Questo aspetto è ancora più importante se si tiene conto che l'IA non ha in teoria limiti di applicazione: dalla medicina all'economia, dall'ambiente al benessere sociale.

Il computer non ha conoscenza consapevole, peculiarità dell'uomo, ma solo informazioni e dati con opportune istruzioni interpretative, istruzioni che ora addirittura potrebbero auto-correggersi e cambiare le decisioni attese.

Dalla realtà si è passati alla virtualizzazione, alla astrazione, alle rappresentazioni digitali di tutto ciò che è possibile e che conosciamo fin dalla nascita, passando dalla conoscenza ai dati, dal ragionamento del nostro cervello, a quello digitale al quale stiamo insegnando passo dopo passo qualcosa che l'uomo trova conveniente far fare. Ma ad un certo punto, e questa è la grande novità che accennavamo, gli algoritmi, equivalenti ai comportamenti e pensieri appresi dall'uomo, possono riprogrammarsi come automi, in grado di apprendere e di fare qualcosa.

Il salto nella storia non è tanto l'aver inventato l'Intelligenza Artificiale, ma il passaggio dal reale analogico/passivo al virtuale, computerizzato, potenzialmente attivo e autonomo. La vera rivoluzione industriale non comincia oggi, ma era già cominciata

RIASSUNTO

L'articolo mira a chiarire concetti e termini riguardanti l'Intelligenza Artificiale (IA) e a fare il punto sulle molte applicazioni esistenti nel quotidiano relativamente alla nuova tecnologia, tanto da far credere che il nome potrebbe essere usato anche al plurale. Si citeranno in sintesi due principali gruppi di termini dell'IA: i *principi teorici* che orientano lo sviluppo di sistemi e gli *strumenti tecnologici* digitali di supporto all'IA. Si evidenzieranno i settori economici-sociali di applicazione, sottolineando alcune potenzialità dell'IA. Sarà sottolineata l'importanza della *Governance* e della qualità, in questo nuovo campo ove appare rilevante la possibile autonomia del *software*

nel XX secolo con i primi computer, senza che ce ne fossimo accorti.

Già nel 1952 Bruno de Finetti, matematico, statistico, filosofo,⁵ scriveva un saggio *Macchine che pensano (e che fanno pensare)*.⁶

L'interrogativo latente già allora è proprio questo: quali limiti alle macchine possiamo e vogliamo dare?

Questo abbinamento, tra pensiero e *software*, mi ha sempre affascinato.

Nel libro del 1995 sulla qualità del *software* ricordo la dedica «A chi è affascinato da quel software immisurabile e antico che è il pensiero, artefice, non esclusivo, del futuro».⁷

Il *software* è per il computer quello che il pensiero è per l'uomo.

e delle macchine, rispetto alla pedissequa esecuzione di compiti della prima fase dell'informatica.

Parole chiave

Governance, qualità, etica, algoritmo, *machine learning*, uomo.

SUMMARY

This article aims to clarify concepts and terms regarding Artificial Intelligence (AI) and to take stock of the many existing applications of the new technology in everyday life, so much so that we believed that the name should also be used in the plural. Two main groups of AI terms will be mentioned: the theoretical principles that guide its development, and the digital technological tools that support it. The economic and

1. Principali fonti documentali internazionali e nazionali

Sono tante le istituzioni che si occupano di IA, raffigurate nella Figura 1. La tendenza comune è definire alcuni aspetti di qualità e regole irrinunciabili che i sistemi di IA devono rispettare. Aspetti relativi ai processi di produzione, come alle caratteristiche dei prodotti o dei servizi.

Tra le istituzioni attive (Figura 1) si citano l'ISO (*International Organization for Standardization*),⁸ con la sotto-commissione SC42, e la Comunità Europea (CE), che opera anche con appositi Focus Group e Workshop dedicati. In particolare si citano per la CE:

social sectors of application will be highlighted, to underline some potentialities of AI. The importance of governance and quality will be emphasized in this new field which presents a new factor: the possible autonomy of software and machines, compared to the slavish execution of tasks of the first phase of IT.

Keywords

Governance, quality, ethics, algorithm, machine learning, man.

RESUMEN

El artículo se propone aclarar conceptos y términos relacionados con la Inteligencia Artificial (IA) y hacer un balance de las numerosas aplicaciones que existen en la vida cotidiana en relación con la nueva tecnología,

tanto que se cree que el nombre también podría utilizarse en plural. Se mencionarán brevemente dos grupos principales de términos de IA: *los principios teóricos* que guían el desarrollo de sistemas e *instrumentos tecnológicos* digitales para apoyar la IA. Se destacarán los sectores económicos y sociales de aplicación, destacando algunas potencialidades de la IA. La importancia de la *Governance* y de la calidad se enfatizará en este nuevo campo donde la autonomía del *software* y de las máquinas parece ser relevante, frente a la ejecución pasiva de tareas de la primera fase de la informática.

Palabras clave

Governance, calidad, ética, algoritmo, *machine learning*, hombre.

- *Orientamenti etici per una IA affidabile 2019*;⁹

- *Libro Bianco sull'Intelligenza Artificiale. Un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia, 2020*.¹⁰

In Italia sono stati prodotti dall'AgID (Agenzia per l'Italia Digitale) e dal MISE (Ministero per lo Sviluppo Economico) i seguenti documenti:

- Agenzia per l'Italia Digitale - *Libro bianco sull'Intelligenza Artificiale al servizio del cittadino, 2018*;¹¹

- Ministero per lo Sviluppo Economico - *Strategia italiana per l'Intelligenza Artificiale, 2020*.¹²

Le pubblicazioni citate sono anche sintetizzate nell'articolo di orientamento riportato in nota.¹³

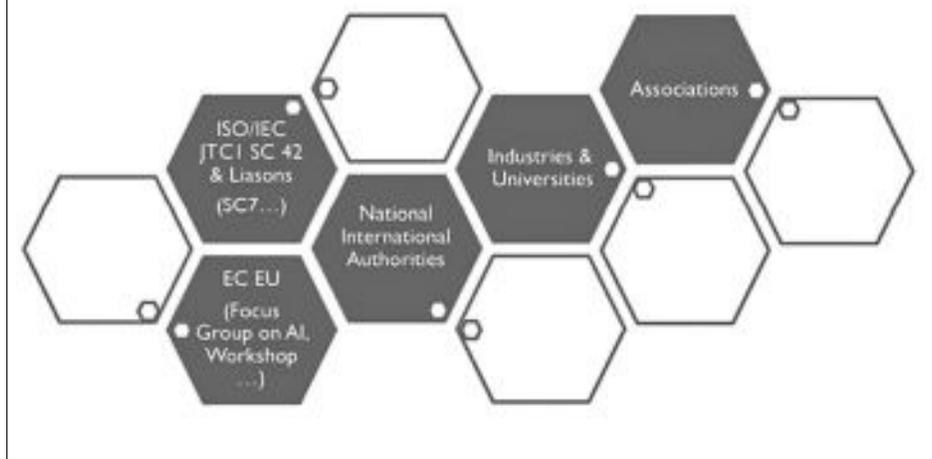
2. I termini dell'Intelligenza Artificiale

Per approfondire in questa sede i termini dell'IA, e alcune possibili applicazioni, si è scelto la fonte recente costituita dal materiale utilizzato nel Convegno online sull'IA, tenutosi il 25-26 settembre 2020, organizzato dalla Facoltà di Scienze della Comunicazione sociale dell'Università Pontificia Salesiana in Roma.¹⁴

Si riportano di seguito sinteticamente quindici termini, definiti nel *Glossario e Videoglossario*¹⁵ realizzato per tale Convegno.

L'Intelligenza Artificiale è una branca dell'*Information Technology* dedicata

FIGURA 1. ISTITUZIONI ATTIVE NELL'IA



allo sviluppo di sistemi di elaborazione dati che effettuano funzioni normalmente associate con l'intelligenza umana, come il ragionamento, l'apprendimento e l'auto-miglioramento.¹⁶

Alcuni esperti si chiedono se ha senso una unica definizione di IA come materia fortemente interdisciplinare che coinvolge diversi ambiti del sapere umano, quali: filosofia, matematica, fisica, economia, neuroscienze, psicologia, informatica, cibernetica, linguistica.

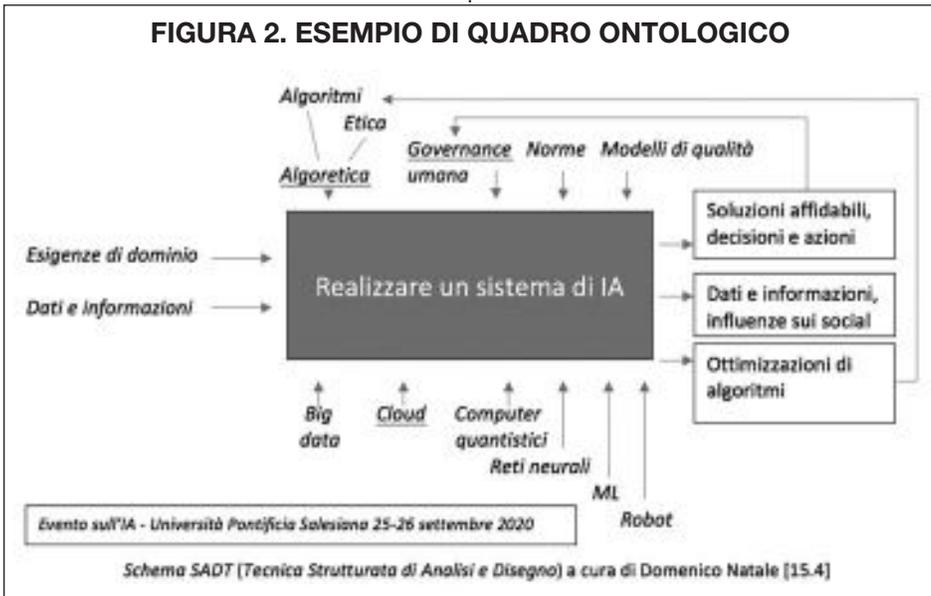
Prima di approfondire i termini in questione, si vuole sottolineare proprio lo sforzo concettuale che intende eliminare un po' di nebbia attorno all'IA, in quanto essa è una disciplina in cui non è facile separare gli aspetti dei principi dagli aspetti tecnologici, i vantaggi e i rischi, le specificità di certi domini applicativi e l'universalità di alcune soluzioni, gli aspetti automatici e le complicità umane.

I termini e le definizioni possono essere raccolti in uno schema ontologico dei concetti.

Si definisce *Ontologia* il ramo della filosofia che si occupa dell'essere in quanto essere, cioè prescindendo dalle sue concrete manifestazioni.¹⁷ Nell'essere va rilevata una fondamentale divisione tra essere reale, che passa all'esistenza, ed essere ideale, dotato invece di una sua propria aprioristica validità.¹⁸

Oggi si parla di ontologia anche in ambito informatico o ingegneristico, alludendo alla messa a punto di schemi categoriali molto generali nei cui termini è possibile organizzare e integrare le informazioni contenute in un'ampia base di dati. Secondo una terminologia piuttosto diffusa, l'ontologia si occuperebbe di stabilire che cosa c'è, ovvero di redigere una sorta di inventario di tutto l'esistente, mentre la metafisica si occuperebbe

FIGURA 2. ESEMPIO DI QUADRO ONTOLOGICO



di stabilire che cos'è quello che c'è, ovvero di specificare la natura degli articoli inclusi nell'inventario.

Le ontologie vogliono approfondire le catalogazioni e relazioni di elementi e fornire approfondimenti e astrazioni. Esse sono per necessità centrate in genere su singoli sotto-sistemi.

Si riporta nella successiva Figura 2, come esempio di quadro ontologico, uno schema che pone in relazione i termini essenziali di un generico sistema di IA,¹⁹ utilizzando la tecnica SADT (*Structured analysis and design technique*). Su un rettangolo relativo alla funzione in questione *Realizzare un sistema di IA*, si riportano sul lato sinistro gli elementi di *input* (esigenze, dati e informazioni), sul lato destro gli elementi di *output* (soluzioni affidabili, influenze sui social, ottimizzazioni di algoritmi); in alto si riportano i *Vincoli*, i principi teorici che condizionano l'azione - gli elementi della

Governance e in basso i *Meccanismi*, cioè gli strumenti tecnologici interagenti per l'azione. Tale quadro ontologico sarà considerato per i nuovi modelli di qualità dell'IA in un contesto internazionale di *governance*.²⁰

Si evidenzia nella rappresentazione grafica (Figura 2) che le ottimizzazioni di algoritmi definiti nel sistema possono generare autonomamente modifiche delle versioni originarie, ponendo in questo caso specifico il problema della *Governance* umana da vari punti di vista etici, di qualità e tecnologici.

Si forniscono di seguito le sintesi delle definizioni denominate *Vincoli*, riportate in alto al rettangolo della Figura 2, che condizionano le realizzazioni di sistemi di IA.

L'*Algoritmo* è costituito da un insieme di calcoli che combinano una o più basi di dati con associati criteri decisionali, può far parte di un sistema

più largo di postulati, dichiarazioni e regole di inferenza presentate nell'ambito di un discorso compiuto.²¹ È un termine precedente di secoli l'epoca moderna, ma la sua diffusione è aumentata negli ultimi anni essendo un concetto alla base dell'informatica (informazione automatica) ed un elemento essenziale dell'IA. Gli algoritmi originariamente deterministici, sono divenuti non-deterministici, quindi affetti da certi gradi di probabilità.

L'implementazione di un algoritmo con un linguaggio *software*, consente all'utente umano o al *software* stesso di eseguire una parte o tutto il lavoro necessario ad eseguire un compito. Da queste premesse, nell'era attuale della IA, può derivare il vantaggio di usufruire di un'utile intelligenza di supporto nelle decisioni, ma anche il timore che gli algoritmi possano determinare azioni arbitrarie non rispondenti ad una particolare etica esplicita e condivisa.

L'*Etica* è un ramo della filosofia che si occupa di qualsiasi forma di comportamento umano, politico, giuridico o morale. Il termine etica è entrato a far parte del vocabolario dell'Intelligenza Artificiale, come in vari settori organizzativi delle imprese.²²

Uno standard relativo al codice etico descrive le caratteristiche di un insieme di principi morali che regolamentano condotte tra professionisti. Nella politica di gestione dei servizi, l'etica è espressa con dichiarazioni ad alto livello relative a convinzioni generali, scopi e obiettivi dell'organizzazione.

Un principio etico primario è emerso

molto prima del concetto di IA, agli albori dell'informatica, espresso da Bruno de Finetti nel 1952. Nello scritto *Macchine che pensano (e che fanno pensare)*²³ a proposito dei *Cervelli giganti* dell'epoca, le prime calcolatrici elettroniche colpivano per le vaste e complesse operazioni del pensiero che esse possono venir comandate ad eseguire. Semplici macchine *ausiliarie*: così erano definite rimarcando che si tratta pur sempre di operazioni che esse *vengono comandate ad eseguire*, cosicché la funzione creativa del pensare deve rimanere intangibile attributo dell'uomo che le costruisce e le usa.

L'*Algoetica*, termine introdotto da Paolo Benanti,²⁴ implica l'inclusione della componente umana, e dei suoi principi, nell'automatismo informatico degli algoritmi.²⁵ Se l'uomo ragiona con il pensiero e tiene conto di principi etici, le macchine funzionano con algoritmi. L'uomo tiene conto di principi etici e le macchine? Un principio etico fondamentale, secondo Benanti, è la capacità dell'IA di «offrire all'uomo una migliore possibilità di cognizione e non rendere mai invece la cognizione una funzione algoritmica sottratta all'uomo».²⁶

Riflettendo sulla convivenza tra uomini e macchine, ci si attende una IA più umana. Serve un approccio interdisciplinare per fondere i meccanismi dell'automazione con principi etici di comportamento, ad esempio nel supporto alle decisioni i cui risultati hanno effetti sulle persone.

Per *Governance* si intende l'attività

umana che mira al coordinamento di fenomeni e comportamenti complessi organizzativi e di contenuto tecnico. Nel campo dell'IA tende a non lasciare alle macchine un arbitrio indipendente dalla persona umana.²⁷ La *Governance* si propone di coordinare la progettazione a priori e la supervisione a posteriori dell'applicazione dell'IA. È un tema sentito sia in ambiti di standardizzazione internazionale tecnologica sia in ambiti nazionali che prestano attenzione a fattori organizzativi e di coordinamento. Ma la preoccupazione latente per una *Governance* umana è quella di non lasciare alle macchine, all'automazione, o al cosiddetto calcolo automatico, un arbitrio decisionale indipendente dalla persona umana, sia a livello progettuale che operativo. Occorrerebbe instaurare una capacità di regolamentazione dei contenuti che si stanno automatizzando ed una supervisione degli algoritmi di IA, una sorta di osservatorio *super partes*. Inoltre può rientrare nel tema della *Governance* anche quella del comando diretto dell'uomo rispetto alla macchina in un contesto specifico. Ad esempio, una circolarità decisionale nel campo medico-chirurgico farebbe spettare la decisione finale al medico, pur in presenza di sistemi ausiliari di IA: medico, responso IA, decisione del medico, memorizzazione della esperienza. Analogamente in un'ottica *human in the loop* il comando potrebbe riguardare molti contesti: giudice-sentenza, professore-studente, pilota-auto, ecc.

Sui *Modelli di qualità* dei dati e del *software*, e sulle norme tecniche, c'è molta letteratura.²⁸

La qualità dei dati è definita in ambito ISO da quindici caratteristiche la cui osservanza garantisce che i dati siano: accurati, attuali, coerenti, completi, credibili, accessibili, comprensibili, conformi alle regole, efficienti, precisi, riservati, tracciabili, disponibili quelli pubblici, portabili e ripristinabili (modello UNI CEI ISO/IEC 25012).²⁹ Poiché gli algoritmi di IA sono principalmente tarati, e in grado di apprendere, partendo da esperienze inerenti le realtà interessate, sarà vantaggioso in tutti i settori disporre di dati di qualità. I modelli di qualità sintetizzano ulteriori caratteristiche valide anche per il *software* e i servizi. A sua volta quindi il *software* che elabora i dati deve soddisfare le caratteristiche di specifici ulteriori *modelli di qualità* che prevedono: idoneità funzionale, usabilità, compatibilità, affidabilità, sicurezza, performance, portabilità, manutenibilità. L'intera serie di caratteristiche di qualità per i sistemi basati sull'IA potrà in futuro essere ampliata per le nuove esigenze.

Tra i modelli di qualità non può essere tralasciato quello della *qualità in uso*.³⁰ In questo caso, la qualità viene considerata non teoricamente, ma nell'uso effettivo nel contesto in esame. Potrebbe riguardare la risposta alla seguente domanda: cosa ne sarà dell'IA tra dieci anni di utilizzo effettivo?

Per *qualità in uso* si intende, secondo l'UNI CEI ISO/IEC 25010,³¹ la qualità di un prodotto o di un sistema usato

da specifici utenti in un determinato ambito per soddisfare le esigenze relativamente a obiettivi che si vogliono raggiungere con efficacia, efficienza, soddisfazione, con minimi rischi e copertura contestuale.

Tra i fattori che comprovano la qualità nell'uso ha un ruolo importante la *fiducia* come elemento di soddisfazione percepita dall'utente che prende confidenza col sistema che si comporterà come era atteso, tenendo sempre presente la mitigazione dei rischi economici, sulla vita e l'ambiente.

Si forniscono nelle successive sintesi le definizioni denominate nel suddetto quadro ontologico *Meccanismi* in Figura 2 che supportano le realizzazioni di sistemi di IA.

Il termine *Big data* si riferisce a volumi enormi di dati con formati diversi, sorgenti diverse, a volte inafferrabili e non facilmente interpretabili e visibili. Se l'interpretazione di tanti dati spera in un ausilio di interpretazione dall'IA, l'IA stessa spera di poter attingere informazioni dai *Big data*.³² Fin dagli anni '90 si parla di *Big data*. Le tecniche statistiche dei *Big data* possono aiutarci particolarmente nella ricerca di andamenti costanti nel caos dei dati del mondo variabile. A volte il termine *Big data* è usato in differenti modi, per esempio per indicare sia la tecnologia stessa utilizzata per maneggiare i dati, che il *dataset* di grandi estensioni. Spesso il termine è associato anche alla *Data science* che si riferisce al processo di estrazione della conoscenza dai dati attraverso esplorazioni e ipotesi di

test. In ogni caso, la disponibilità di *Big data* è tra i fattori portanti dell'IA assieme al miglioramento degli approcci di macchine che apprendono e delle capacità di elaborazione dei computer quantici.

Il termine *Machine learning* (ML) è spesso utilizzato per indicare tecniche di ragionamento e apprendimento, inteso come un processo che usa tecniche computazionali per consentire ai sistemi di apprendere da dati o esperienze.³³ Particolarmente rilevante per le ML è la valutazione della qualità dei dati di input/output e il raggiungimento di un grado di fiducia e affidabilità dei risultati.

Per tecniche computazionali si possono intendere semplicemente le tecniche che utilizzano i computer per risolvere problemi matematici, statistici, ecc. che non sarebbe possibile risolvere manualmente o che richiederebbero molto tempo. Tra le applicazioni di ML si collocano quelle di acquisizione di conoscenze, dati ed esperienze relative ad un determinato fenomeno in grado di fornire un ausilio alla costruzione di modelli predittivi che possano aiutare a prevedere eventi futuri. Particolare attenzione viene data alla provenienza dei dati, alla loro origine culturale e ambientale, al fine di evitare il rischio che una applicazione di ML metta in atto nell'uso discriminazioni sociali nei riguardi di individui o gruppi. Ciò potrebbe verificarsi a causa delle difficoltà di adattamento tra quanto appreso dalla macchina in un certo ambito ed applicato ingiustamente in un contesto

diverso, in cui le assunzioni algoritmiche potrebbero determinare interpretazioni inappropriate equivalenti a veri e propri pregiudizi (*bias*).³⁴

Nel quadro generale di apprendimento emerge il termine del *Deep learning* per denotare l'evoluzione delle tecniche di ML attraverso l'uso di reti neurali al fine di migliorare accurate decisioni autonome del sistema, addirittura con la possibilità di creare nuovi programmi o variare algoritmi. È forse proprio questo aspetto ricorrente di autonomia, non marginale come accennato, il cuore di alcuni aspetti dell'IA che pone problemi etici, di affidabilità e sicurezza, su cui si fonda anche il sentire dell'esigenza della *Governance* umana.

Una *Rete neurale* è un modello semplificato del sistema nervoso umano, essendo formata da unità che corrispondono alle cellule nervose (neuroni) collegate tra loro da connessioni unidirezionali che corrispondono alle sinapsi tra i neuroni. I progressi dell'informatica stanno tentando di simulare nel campo artificiale trattamenti analoghi a quelli umani.³⁵ Sono reti di elementi di elaborazione collegati con pesi regolabili, in cui ciascun elemento produce un valore applicando una funzione non lineare ai suoi valori di *input* e la trasmette ad altri elementi. Con i progressi delle capacità dei computer e l'uso di reti neurali, sarà possibile migliorare varie applicazioni tra cui il riconoscimento delle immagini e la elaborazione del linguaggio naturale. Reti neurali e sistemi di IA sono modelli computa-

zionali che riproducono funzionamenti simili a quelli umani, ma più propriamente si potrebbe dire che riproducono funzionamenti che simulano quelli umani.

I *Computer quantistici* (o *quantum computer*) consentono tempi di esecuzione ridotti anche all'aumentare della complessità di elaborazione. Essi hanno una diversa (e maggiore) capacità elaborativa e di memorizzazione delle informazioni rispetto ai computer tradizionali, consentendo maggiori capacità di calcolo.³⁶ La loro memoria non è più basata sui *bit* (con valori 0,1) ma sui *qubit* (che possono assumere diversi valori). Il *bit* quantistico è maggiormente versatile della alternativa digitale classica e permette di elaborare una quantità più elevata di informazioni.

I *quantum computer* hanno linguaggi propri e applicazioni con algoritmi propri e quindi richiedono nuove *skill* e esigenze di formazione. Il loro utilizzo sarà basilare per elaborazioni complesse di IA (con il supporto di intelligenza aumentata)³⁷ e attuazione di programmi con reti neurali.

Il *Robot* è definito in ambito ISO un meccanismo programmato con un certo grado di autonomia, che è in grado di muoversi nel suo ambiente per eseguire compiti predeterminati. Si distinguono in genere robot industriali e robot di servizio.³⁸ Si possono distinguere in genere *robot* per la produzione industriale, *robot* per applicazioni medicali e *robot* di servizio per varie funzioni simili a quelle umane. Se il *robot* ha sembianze umane

può essere denominato *androide*. In ogni caso sono dotati di sensori per orientarsi e percepire l'ambiente ove operano. La robotica è una tematica in grande sviluppo in cui *hardware* e *software* si fondono con l'IA, ad imitazione dell'uomo o parti o funzioni di esso. Nel funzionamento sono di base le potenzialità delle applicazioni di reti neurali.

Il *Cloud* (computing) è un paradigma per consentire l'accesso in rete a un *pool* scalabile ed elastico di risorse fisiche o virtuali condivisibili con un approvvigionamento *self-service* e un'amministrazione *on-demand*, in altre parole una immensa memoria lontana, come fosse simbolicamente sulle nuvole. Esempi di risorse includono server, sistemi operativi, reti, *software*.³⁹

Poter utilizzare una grande quantità di risorse, quando se ne ha bisogno, il *Cloud* consente di elaborare una grande quantità di dati, con convenienza economica, senza dover disporre di *hardware* proprio.⁴⁰ In altre parole si può dire che con accordi specifici di *Cloud* è possibile disporre convenientemente di risorse di altri sistemi informatici predisposti a tale servizio a distanza.

Particolarmente rilevante per il *Cloud* è l'interoperabilità, cioè l'abilità di un Sistema di interagire con un servizio *Cloud*. È importante considerare l'abilità di un servizio *Cloud* di interagire con altri servizi *Cloud*, scambiando informazioni e dati secondo metodi e formati stabiliti al fine di ottenere risultati prevedibili. Si prevede che in

futuro sarà sempre maggiore l'interazione tra il *Cloud* e l'IA, con vicendevoli vantaggi, ad esempio: classificazione e comprensione delle informazioni, previsioni di spazi di memoria necessari, interoperabilità semantica (stessi metadati per dati di ugual significato), decisioni autonome organizzative dei dati, ecc.

Oltre a quanto descritto, infine, tra i fenomeni influenzati dall'IA è possibile citare quello dei *Social media* e quindi della comunicazione.⁴¹ I *Social media* o semplicemente *social* (cioè mezzi di comunicazione sociale) sono mezzi che utilizzano la rete come luogo di condivisione e scambio di informazioni ed esperienze. I *social* fanno parte di una nuova cultura di massa, in cui si ritrovano da parte di alcuni, atteggiamenti critici o da altri atteggiamenti del tutto adeguati ed integrati in questo nuovo modo di comunicare, specie tra i giovani. Tra i *social* più noti, a seconda delle età degli utenti, si ritrovano *Facebook*, *Messenger*, *WhatsApp*, *Instagram*, *Twitter*, *Linkedin*, *Tik Tok*, *YouTube* e tanti altri. La rapida evoluzione del settore include implicitamente le tecniche dei *social* in vari prodotti di mercato e servizi *social*.

In modalità differenti i *social* incorporano algoritmi di IA a vari scopi, non sempre dichiarati esplicitamente, determinando tra l'altro: proposte di nuovi contatti, *sentiment analysis*, gratificazione della propria immagine, orientamento e promozioni di beni di mercato, suggerimenti di acquisto di beni affini a quelli preferiti, in-

fluenze di opinioni sociali o politiche, cattura di informazioni personali, riconoscimento di volti e di immagini, riconoscimento di brani musicali, comprensione del linguaggio, interoperabilità tra varie piattaforme e varie *app* compatibili.

3. I punti di vista della *Governance*, Educazione e Società

La tematica dell'IA può essere analizzata, oltre che nei suoi concetti, termini e contenuti tecnologici, anche dalla prospettiva di tre direzioni: *Governance*, Educazione e Società. Queste sono connesse tra loro e si riflettono sulle varie utenze che l'IA si propone di servire: organizzazioni e responsabili, operatori intermedi, utenti finali e cittadini, la società in generale che gestisce problematiche quali l'economia, il commercio, l'ambiente, la salute, l'istruzione, il supporto alle decisioni, il diritto, la ricerca, l'industria, l'agricoltura, ecc. Ogni tipologia di utenza avrà probabilmente diverse esigenze in termini di funzionalità, qualità e tutela dai rischi che possono verificarsi. Sarà in ogni caso essenziale saper governare la tematica prima di essere governati, educare prima di essere educati, progettare la società di domani prima di esserne plasmata forse inconsapevolmente.

3.1. *Governance*

La capacità di *Governance* dipenderà dai processi adottati, dagli strumenti ideati, dalla qualità interculturale e interdisciplinare raggiunta nelle varie

fasi delle realizzazioni dei sistemi e della valutazione dei risultati. Quale sarà la struttura di *Governance* più adatta? Sarà fatta di principi generali o specifici per le singole tematiche, ad esempio su problematiche sanitarie, giuridiche, economiche, ambientali, sociali? Si auspica una *Governance* stimolante, agile e non burocratica, che aiuti l'innovazione e che riceva essa stessa un ausilio dai sistemi di IA, una *Governance* coadiuvata da osservatori istituzionali che diano direttive classificando e catalogando le future realizzazioni con analisi immediate e semplificate. Una *Governance* umana, supportata da principi etici, non automatica come si pensa di realizzare in alcuni Paesi più centrati su soluzioni tecniche di IA. In particolare si segnalano alcuni aspetti citati nella *Governance* della strategia menzionata nelle proposte del Gruppo di Esperti MISE.⁴² Si sollecita in merito un balzo in avanti nella *better regulation* creando una struttura centralizzata in grado di generare politiche basate sui dati e orientate alla sostenibilità. Si rimarca nella strategia l'importanza di creare un soggetto nuovo e "orizzontale", interministeriale, in grado di svolgere varie funzioni nelle quali l'Italia è da sempre carente.

Qualsiasi tipo di *Governance* avrà necessità di interoperabilità dei sistemi interessati e di interscambio di dati di alta qualità in un'ottica inter-amministrativa orientata alla collaborazione e trasparenza.

Le fonti citate nel punto 1 forniscono ulteriori spunti di riflessione utili per

prepararci ad essere parte attiva nella costruzione di un equilibrio tra il controllo e la trasparenza dei processi accrescendo fiducia nelle strutture che saranno predisposte, probabilmente centrali e territoriali.

Essa ha implicito il concetto del controllo dell'uomo sulle macchine, o almeno del coinvolgimento dell'uomo nei processi principali di progettazione e uso concreto. Occorre pensare ad una *Governance* basata su competenze e capacità, quindi su persone adeguatamente formate e propense all'innovazione.

3.2. Educazione

L'IA è parte della trasformazione digitale e riguarda molti oggetti di uso comune (*smartphone, assistenti robotici, veicoli con crescente grado di autonomia*) e tematiche attuali (*smart city, industria 4.0*).⁴³ Ciò richiede nel campo dell'educazione nuove conoscenze adeguate per consentire a docenti e discenti di potersi orientare tra i vantaggi e le criticità dell'IA. Il tema dell'IA è talmente trasversale che richiede una formazione interdisciplinare e internazionale.⁴⁴ La stessa Commissione Europea nel Libro Bianco sull'IA - *Un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia* -⁴⁵ sollecita tra varie azioni quella specifica sull'istruzione a sostegno del miglioramento delle competenze e dei collegamenti tra università e istituti d'istruzione.

Una buona educazione favorirà nel prossimo futuro una *Governance* all'altezza della situazione.

In particolare questo scenario, *educare al tempo degli algoritmi* significa interrogarsi su: cos'è la *società degli algoritmi* e cosa significa *educare* in questa società. Tre sono i livelli attinenti al primo quesito: tecnico (datificazione), economico (capitalismo digitale), filosofico (codice). Il risvolto educativo è una correzione sensibile del senso della *Media Literacy* e prevede un *empowerment* del senso critico come *skill* di cittadinanza.⁴⁶

Di conseguenza, la *formazione continua*, lungo tutta la vita lavorativa, le *competenze trasversali o ibride*, capaci di andare oltre la singola specializzazione, sono gli strumenti fondamentali per perseguire un più alto tasso di occupazione, dinamicità del mercato del lavoro, redistribuzione della ricchezza attraverso funzioni meglio pagate, sviluppo e benessere economico. Investire sulle persone, sulle loro competenze e professionalità, è la strada maestra per il *settore pubblico e privato*.⁴⁷

La prospettiva educativa apre necessariamente a una riflessione sull'etica, sulla responsabilità pubblica, in rapporto anche all'*imprenditorialità* e al *management*. Da qui, l'urgenza della promozione di nuove competenze, perché la domanda non è tanto come l'IA entrerà nella nostra vita, quanto la consapevolezza e la coerenza perché essa è già dentro di noi.⁴⁸

3.3. Società

Ci sono molti aspetti da considerare nell'impatto che l'IA avrà sulla società. Il Libro Bianco dell'AgID sull'IA al

servizio del cittadino,⁴⁹ elenca una serie di sfide tra cui il miglioramento dei servizi pubblici, l'avvicinamento delle persone ai loro governi, il miglioramento della trasparenza, il supporto tecnologico per chi lavora per lo sviluppo della società.

Per guidare l'innovazione verso un autentico sviluppo umano che non danneggi le persone e non crei forti disequilibri globali, è importante affiancare *l'etica alla tecnologia*. Rendere questo valore morale qualcosa di comprensibile da una macchina, comporta la creazione di un linguaggio universale che ponga al centro l'uomo: una *algor-etica* che ricordi costantemente che *la macchina è al servizio dell'uomo e non viceversa*.⁵⁰ La velocità dell'innovazione e l'impatto sulla società dei cambiamenti tecnologici implicano continui approfondimenti per dominare la complessità dello scenario sociale.

La qualità in uso delle soluzioni nell'ambiente reale richiederà osservazioni degli esiti, dei comportamenti, dei rischi vissuti o evitati, nel rispetto delle aspettative in tutti gli ambienti sociali, economici, della salute, dell'ambiente, della vita comune.

Conclusione

Ogni conclusione nel settore dell'IA è prematura. Occorrerà raccogliere e catalogare in modo sistematico i casi reali, eventualmente oggetto di un osservatorio istituzionale.

Sappiamo che non c'è nulla nell'IA, come in altri prodotti, che non sia stato prima pensato, o almeno in-

tuito, dall'uomo. Occorre quindi imparare a progettare l'IA con criteri di qualità sapendo utilizzare quello che ci può offrire: un ausilio alla governabilità, alla didattica, alla complessità dei fattori sociali che si manifestano a volte con estreme novità che richiedono tempestiva attività di progettazione, come nel caso recente delle pandemie.⁵¹

Stanno emergendo particolarmente due fattori fondamentali su cui riflettere: l'autonomia dell'IA e la sua grande capacità invisibile di prelievo delle informazioni delle persone, utilizzabili a vari usi non sempre dichiarati, nonché la potenzialità di influenzare i comportamenti. In sintesi si possono elencare le principali proprietà che sono affiorate nei documenti e nelle testimonianze, che possono contribuire nella costruzione di un sistema di IA che possa soddisfare le esigenze degli utenti con: equità, fiducia, sicurezza, trasparenza, responsabilità, conformità ai regolamenti, riservatezza delle informazioni, provenienza degli algoritmi e dei dati, salvaguardia dell'economia, dell'ambiente e della salute.

C'è ancora molto lavoro e ci sono molte ricerche da fare, in particolare sulla modalità di costruzione degli algoritmi e sull'uso delle *Machine Learning*, nonché sui metodi standard di test e validazione. Un problema latente in questo caso è l'ambito esperienziale su cui si costruiscono questi elementi. Non è detto che quanto costruito con l'IA in un certo contesto sia perfettamente mutuabile

in un altro. Occorre inoltre interrogarci sulla universalità di alcuni principi e soluzioni dei sistemi di IA, e riflettere sulle specificità territoriali non generalizzabili, o importabili.

Ricordando l'affermazione di Ruggiero Bacone «Sine experientia nihil sufficienter sciri potest»,⁵² senza l'esperienza nulla può essere conosciuto sufficientemente, si dovrà fare attenzione al valore della nostra esperienza e alle altre esperienze, a volte estere, incorporate nell'IA.

Moltissimi sono i settori di applicazione dell'IA. In alcuni ancora non si è raggiunta la *Trustworthiness*,⁵³ cioè l'abilità che l'IA soddisfi le aspettative in un modo verificabile, in modo tale che si generi la fiducia dell'uomo.

Per ora possiamo comunque essere ottimisti e esprimere la speranza che ricercatori, scienziati, professionisti, industriali, manager pubblici, professori, giuristi, politici, ecc. promuovano realizzazioni, ricerche e una formazione multidisciplinare appropriata per attuare questa tecnologia affinché offra grandi opportunità di miglioramento per il futuro della qualità della vita nei suoi aspetti fondamentali.

NOTE

¹ Domenico Natale, laureato in Scienze Statistiche e Demografiche, è esperto internazionale dell'ISO/IEC JTC1 SC7 per lo sviluppo di standard sulla qualità del prodotto software, dati e servizi IT. È membro di varie commissioni ISO tra cui quella sull'Intelligenza Artificiale SC42 e membro del Focus Group CEN CENELEC sull'IA. Ha lavorato per 35 anni nel campo informatico occupandosi di metodologie e standard internazionali sulla qualità. Autore nel 1995 del libro *Qualità e quantità*

nei sistemi software. Teoria ed esperienze (FrancoAngeli), è stato co-autore di libri su metriche, qualità dei dati, accessibilità e usabilità del web, scrivendo inoltre diversi articoli. Ha partecipato come speaker a oltre 100 eventi nazionali e internazionali ed ha effettuato seminari in Aziende e Università. Attualmente presiede la Commissione UNI/CT 504 sull'Ingegneria del Software ed è membro della Commissione nazionale UNI sull'Intelligenza Artificiale. È socio onorario UNINFO, Ente federato all'UNI per le tecnologie informatiche, svolge attività di formazione, consulenza e disseminazione di conoscenza digitale tecnico-scientifica.

² Cf PLATONE, *Fedro* 182b-278b [Socrate, rifiuto della scrittura e mito di Theuth - Platone], in ID., *Tutti gli scritti*, a cura di Giovanni Reale, Milano, Rusconi 1992³, 579-583.

³ Cf CASTELLANO Vittorio, *Istituzioni di Statistica*, Facoltà di Scienze Statistiche e Demografiche dell'Università di Roma, Edizioni Ilardi 1968, 5.

⁴ Cf PASQUALETTI Fabio, *Dall'intelligenza umana artificiale a quella dei computer. Alcune riflessioni critiche*, in *Form@re. Open Journal per la Formazione in Rete* 20(2020)3, 13-30, in <https://oaj.fupress.net/index.php/formare/article/view/10027/9043> (15-12-2020).

⁵ Cf de FINETTI Bruno, in www.brunodefinetti.it (14-12-2020).

⁶ Cf ID., *Macchine che pensano (e che fanno pensare)*, in <http://www.byterfly.eu/islandora/object/librib%3A43084/pages> (14-12-2020).

⁷ NATALE Domenico, *Qualità e quantità nei sistemi software: teoria ed esperienze*, Milano, FrancoAngeli 1995, 5.

⁸ Cf INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, in <https://ISO.org> (15-12-2020).

⁹ Cf EUROPEAN COMMISSION, *Ethics guidelines for trustworthy AI, 2019*, in <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai> (15-12-2020).

¹⁰ COMUNITÀ EUROPEA, *Libro bianco sull'Intelligenza Artificiale - Un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia, 2020*, in https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_it.pdf (15-12-2020).

¹¹ AGENZIA PER L'ITALIA DIGITALE, *Libro bianco*

sull'*Intelligenza Artificiale al servizio del cittadino*, 2018, in <https://ia.italia.it/assets/librobianco.pdf> (15-12-2020).

¹² MINISTERO PER LO SVILUPPO ECONOMICO, *Strategia italiana per l'Intelligenza Artificiale*, 2020, in https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Proposte_per_una_Strategia_italiana_AI.pdf (15-12-2020).

¹³ NATALE Domenico, *Orientamenti sul modello di qualità dell'Intelligenza artificiale*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/orientamenti-sul-modello-di-qualita-dellintelligenza-artificiale/> (22-04-2020).

¹⁴ Cf *Intelligenza Artificiale per una Governance umana. Prospettive educative e sociali*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it> (25-09-2020).

¹⁵ Cf NATALE Domenico (a cura di), *Glossario e LORENZELLI Maria Chiara (a cura di), Videoglossario*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/glossario-e-videoglossario-ia/> (13-07-2020). Da ora in avanti queste due risorse saranno abbreviate in *Glossario e Videoglossario*.

¹⁶ Cf *Intelligenza Artificiale*, in *Glossario e Videoglossario*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/intelligenza-artificiale-ia-o-artificial-intelligence-ai/> (25-09-2020).

¹⁷ Cf *Ontologia*, in *Vocabolario online Treccani*, in <https://www.treccani.it/vocabolario/ontologia/> (15-12-2020).

¹⁸ Cf *Ontologia*, in *ivi*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/ontologia/> (25-09-2020).

¹⁹ Cf NATALE Domenico, *Orientamenti sul modello di qualità dell'Intelligenza artificiale*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/orientamenti-sul-modello-di-qualita-dellintelligenza-artificiale/> (22-04-2020).

²⁰ Cf ID., *Possible extension of ISO/IEC 25000 quality models to Artificial Intelligence in the context of an international Governance*, IWESQ 2020 2nd International Workshop on Experience with SQuaRE series and their Future Direction - Workshop at APSEC Asia Pacific Software Engineering Conference, Singapore 1 Dec. 2020, in <http://ceur-ws.org/Vol-2800/paper-06.pdf> (15-11-2020).

²¹ Cf *Algoritmo*, in *Glossario e Videoglossario*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/algoritmo/> (25-09-2020).

²² Cf *Etica*, in *ivi*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/etica/> (25-09-2020).

²³ Cf de FINETTI Bruno, *Macchine che pensano (e che fanno pensare)*.

²⁴ Cf BENANTI Paolo, *Le macchine sapienti: intelligenze artificiali e decisioni umane*, Marietti Editore 2018.

²⁵ Cf *Algoretica*, in *Glossario e Videoglossario*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/algoretica/> (25-09-2020).

²⁶ BENANTI, *Le macchine sapienti: intelligenze artificiali e decisioni umane* 114.

²⁷ Cf *Governance*, in *Glossario e Videoglossario*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/governance-umana/> (25-09-2020).

²⁸ Cf *Modelli di qualità*, in *ivi*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/qualita-dei-dati-e-modelli-di-qualita-dellia/> (25-09-2020).

²⁹ Cf ISO/IEC 25012:2008(en) *Software engineering - Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Data quality model*, in <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25012:ed-1:v1:en> (25-09-2020).

³⁰ Cf *Qualità in uso*, in *Glossario e Videoglossario*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/qualita-in-uso/> (25-09-2020).

³¹ Cf ISO/IEC 25012:2008(en) *Software engineering - Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Data quality model* in <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25010:ed-1:v1:en> (25-09-2020).

³² Cf *Big Data*, in *Glossario e Videoglossario*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/big-data/> (25-09-2020).

³³ Cf *Machine Learning*, in *ivi*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/machine-learning-tecniche-di-ragionamento-e-apprendimento/> (25-09-2020).

³⁴ Cf FRIEDMAN Batya - NISSENBAUM Helen, *Bias in computer systems*, in *ACM Trans. Inf. Syst.* 14(1996)3, 330-347. DOI: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/230538.230561>. L'opera citata è di VETRÒ Antonio, Politecnico di Torino, Tavola rotonda ISO 25000 Roma, 30 ottobre 2019, in <http://www.mondomatica.it/styled-10/downloads/files/Slide%20Vetro-ISO-bias-2.pdf> (30-10-2019).

³⁵ Cf *Reti neurali*, in *Glossario e Videoglossario*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/reti-neurali/> (25-09-2020).

³⁶ Cf *Computer quantistici*, in *ivi*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/computer-quantistici/> (25-09-2020).

³⁷ Cf MATTEI Federico, *Intelligenza aumentata e computer quantistici*, in <https://www.youtube.com/watch?v=XY6hnj72T4w>. Si tratta dell'intervento al Convegno *Intelligenza Artificiale e Computer Quantistici* realizzato all'Università Pontificia Salesiana, Roma 17 maggio 2019 (25-09-2020).

³⁸ Cf *Robot*, in *Glossario e Videoglossario*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/robot/> (25-09-2020).

³⁹ Cf *Cloud computing*, in *ivi*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/cloud-computing/> (25-09-2020).

⁴⁰ DE ROSA Mattia, *Dati, Computer Quantistici, ed Intelligenza Artificiale: dalla computazione alla comprensione*, in <https://www.youtube.com/watch?v=l38-otnLUUn0>. Si tratta dell'intervento al Convegno *Intelligenza Artificiale e Computer Quantistici* realizzato all'Università Pontificia Salesiana, Roma 17 maggio 2019 (25-09-2020).

⁴¹ Cf *Social media e IA*, in *Glossario e Videoglossario*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/social-media-e-ia/> (25-09-2020).

⁴² Cf MINISTERO PER LO SVILUPPO ECONOMICO, *Strategia italiana per l'Intelligenza Artificiale, 2020*, in https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Proposte_per_una_Strategia_italiana_AI.pdf 76 (15-12-2020).

⁴³ Cf CONTI Marco, *Progetto in Dottorato Nazionale in Intelligenza Artificiale PhD-AI.it*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/marco-conti-progetto-in-dottorato-nazionale-in-intelligenza-artificiale-phd-ai-it/> (25-09-2020).

⁴⁴ Cf CINQUEPALMI Federico, *Intelligenza artificiale: visioni per il terzo millennio*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/federico-cinquepalmi-intelligenza-artificiale-visioni-per-il-terzo-millennio/> (25-09-2020).

⁴⁵ COMUNITÀ EUROPEA, *Libro bianco sull'Intelligenza Artificiale - Un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia, 2020*, in https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_it.pdf (15-12-2020).

⁴⁶ Cf RIVOLTELLA Pier Cesare, *Educare al tempo*

degli algoritmi, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/pier-cesare-rivoltella-educare-al-tempo-degli-algoritmi/> (25-09-2020).

⁴⁷ Cf CHIRIATTI Massimo, *Il futuro del lavoro, tra Formazione continua e Competenze trasversali*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/massimo-chiriatti-il-futuro-del-lavoro-tra-formazione-continua-e-competenze-trasversali/> (25-09-2020).

⁴⁸ Cf MEDA Mauro, *Etica, responsabilità pubblica, imprenditorialità e management*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/mauro-meda-etica-responsabilita-pubblica-imprenditorialita-e-management/> (25-09-2020).

⁴⁹ AGENZIA PER L'ITALIA DIGITALE, *Libro bianco sull'Intelligenza Artificiale al servizio del cittadino, 2018*, in <https://ia.italia.it/assets/librobianco.pdf> (15-12-2020).

⁵⁰ Cf BENANTI Paolo, *Algoritmi, dati e intelligenze artificiali: sfide sociali tra algoretica e algocrazia*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/p-paolo-benanti-tor-algoritmi-dati-e-intelligenze-artificiali-sfide-sociali-tra-algoretica-e-algocrazia/> (25-09-2020).

⁵¹ Cf NATALE Domenico, *Una speranza riposta nell'Intelligenza Artificiale*, in <https://intelligenzartificiale.unisal.it/una-speranza-riposta-nell-intelligenza-artificiale/> (01-05-2020).

⁵² BACONE Ruggero, *Opus Maius* 1267.

⁵³ ISO/IEC TR 24028:2020 - Information Technology - Artificial Intelligence - Overview of trustworthiness in Artificial Intelligence, in <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:tr:24028:ed-1:v1:en> (25-09-2020).