

---

**C<sup>d</sup>M**

CIVILTÀ *delle* MACCHINE

---

---

N.1 2019

---

Editoriali

ALESSANDRO PROFUMO

LUCIANO CANFORA

LUCIANO VIOLANTE

---

Intervista a

**PIERO ANGELA**

---

Mio fratello robot

**ROBERTO CINGOLANI**

**DANIELE ANDRESCIANI**

---

Ultramoderno Leonardo

**BERND ROECK**

---

---

**IDENTIKIT**  
DI LEONARDO



---

**ALL'INTERNO 'VISIONI'**

*Il Pianeta bianco.*

*Gli occhi dei satelliti osservano  
la terra che cambia.*

di Viviana Panaccia

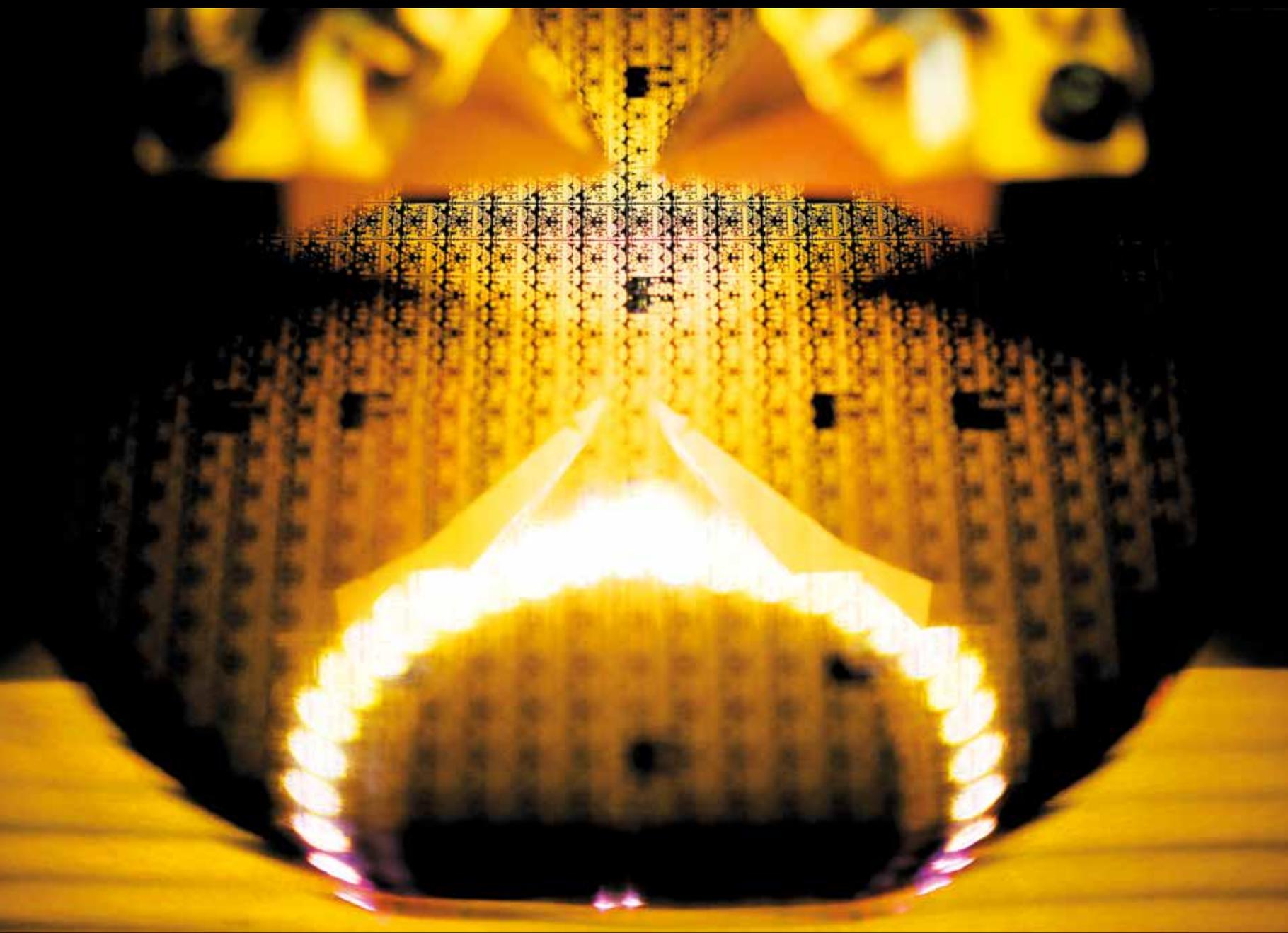
---

**IN COPERTINA**

*Identikit di Leonardo da Vinci.*

Grit Schuler,

Forensisches Institut Zürich



---

*The Ancient #16,*  
Edoardo Montaina, 2010,  
elaborazione fotografica  
microelettronica Selex

# SOMMARIO

## EDITORIALI

6 SAPER FARE  
SAPER PENSARE  
di **Alessandro Profumo**

8 LE DUE CULTURE  
di **Luciano Canfora**

12 UN NUOVO INTRECCIO  
TRA UMANESIMO E SCIENZE  
di **Luciano Violante**

## FUTURI

14 CULTURA E METODO SCIENTIFICO NELLA NUOVA CIVILTÀ  
DELLE MACCHINE. INTERVISTA A PIERO ANGELA

di **Niccolò Serri**

Piero Angela ha aperto le porte della sua casa romana alla nostra redazione per una lunga intervista. Sfogliando una copia del primo numero di "Civiltà delle macchine" del 1953, ci parla del rapporto tra scienza e democrazia e del senso della sua attività di divulgatore, guidandoci attraverso la cultura della scienza e del progresso nel corso del Novecento.

26 MIO FRATELLO ROBOT

di **Roberto Cingolani e Daniele Andresciani**

Il progressivo superamento di una concezione elitaria della scienza ha favorito lo sviluppo tecnologico e in particolare della robotica che, negli ultimi decenni, ha compiuto straordinari passi in avanti ideando macchine che, dall'essere statiche e passive, oggi sono in grado di agire in autonomia e con processi di autodeterminazione analoghi a quelli dell'uomo.

34 LA SFIDA DELLE TERRE RARE

di **Pietro Greco**

38 LE PAROLE CHE DIREMO

di **Raffaele Simone**

42 OGGI È GIÀ DOMANI? FORSE...

di **Franco Cardini**

## PENSIERI LUNGHI

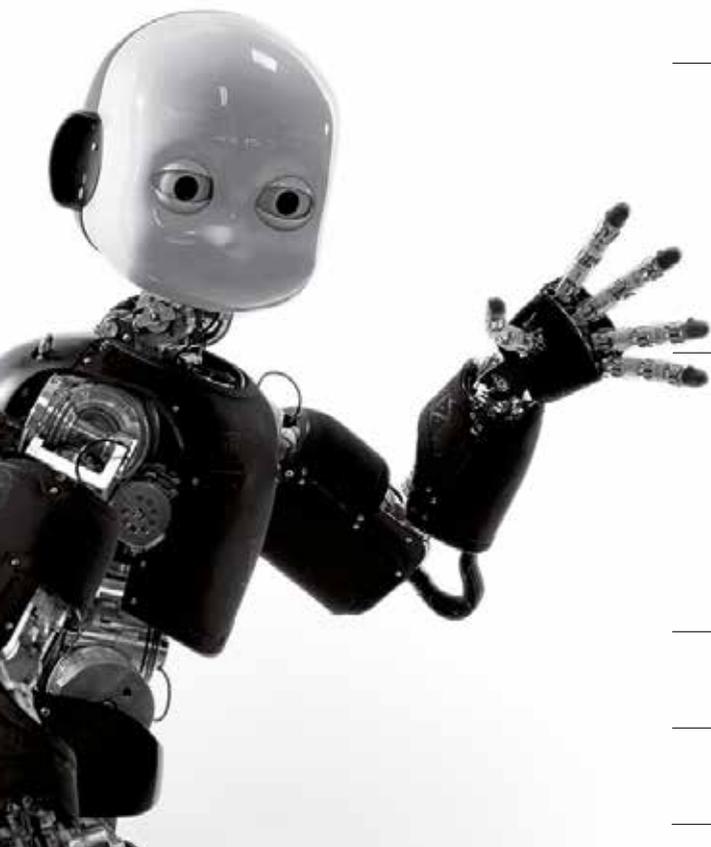
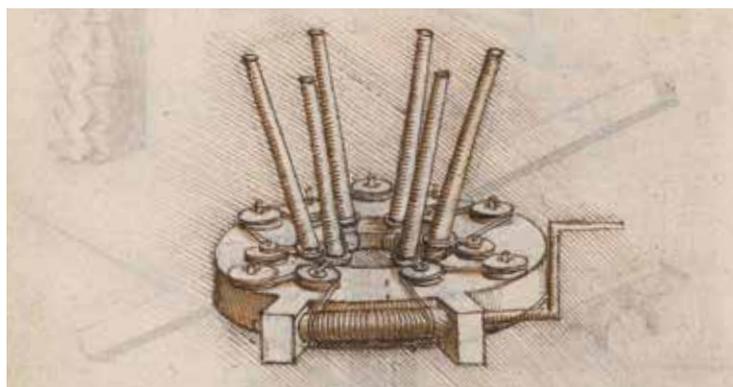
ULTRAMODERNO LEONARDO 46

di **Bernd Roeck**

Leonardo è il simbolo del Rinascimento italiano, di un'epoca nella quale il cuore creativo del mondo artistico e scientifico era l'Europa.

E SE FOSSE UN FUMETTO? 56

di **Elisa Poggese**



## FUSIONI

FOTO DAL CIELO	58
di Mariangela Gualtieri	
LO SGUARDO DELL'ARTE SULLA NATURA DELLA MATERIA	60
di Elisa Albanesi	
SCIENZA E LETTERATURA: RIPARTIRE DALLE STORIE	62
di Matteo De Giuli	
L'ANGELO DELLA SCIENZA MODERNA	66
di Giulio Peruzzi	
DISTOPIE D'AUTORE	68
di Massimiliano Panarari	
PAVEL FLORENSKIJ, IL LEONARDO RUSSO	70
di Francesca Bocca-Alda	



## DIALOGHI

72	INTELLIGENZA ARTIFICIALE E UMANESIMO DIGITALE: AL CENTRO RESTA L'UOMO
di Gianni Di Santo	
78	LABORATORI SUL FUTURO
di Sara Ligutti	

## INDIMENTICATE/I

ADA BYRON LOVELACE E IL SOGNO DEL COMPUTER A VAPORE	82
di Roberta Fulci	



## PROGETTI

86	IL CONVERTIPLANO DI LEONARDO
di Lorenzo Fiori	

## CULTURE

MUSEI INDUSTRIALI, IL CASO AGUSTA	90
di Mariangela Alterini	
LA PELLE DELL'ORSO. INVESTIRE È UN'ARTE	92
di Valentina Castellani	
IMPARIAMO DAGLI ALTRI. RASSEGNA STAMPA ESTERA	94
di Sara Ligutti	



TESTO DI  
ALESSANDRO PROFUMO

# SAPER FARE SAPER PENSARE

**N**el 1953 usciva il primo numero di "Civiltà delle macchine", progetto editoriale di Finmeccanica che l'allora direttore generale Giuseppe Luraghi decise di affidare a un poeta, saggista e critico d'arte, Leonardo Sinisgalli. In questa scelta si coglie l'essenza del progetto: contaminare le due culture, quella umanistica e quella scientifica, per arricchirle entrambe. Voglio rileggere con voi alcuni passi di una lettera che Luraghi scrisse a Sinisgalli un anno dopo: «Non esiste in Italia né, credo, altrove una pubblicazione come questa, in cui vediamo il poeta stupirsi di una caldaia a vapore, l'ingegnere godersi i meccanismi di vecchi catenacci, l'architetto escogitare alfabeti nuovi, il matematico creare topi elettrici, il pittore bambino raffigurare fate e angeli al posto di macchine e uomini. È il gioco pericoloso della vita visto in un castello incantato, la bellezza dello stupore e dell'ottimismo: i numeri si trasformano in magici segni pieni di mistero, perdono la loro aridità tradizionale per rivestirsi di un nuovo fascino e le cifre della produzione dell'acciaio, le formule costruttive, i guai dell'esportazione, i bilanci, cioè i nostri guai di tutti i giorni che ci fanno patire e maledire, nella tua atmosfera si tramutano in amici cordiali, semplici e un tanto trasognati».

E più avanti: «E in questo fantastico lavoro tu hai colto la civiltà, ammonendo che hanno lo stesso valore Marconi e Picasso, il motore atomico e la prima ingenua figurazione astratta

---

*Nell'era digitale,  
riprendere il tema  
della "civiltà delle  
macchine" è ancora  
più necessario  
e urgente*

---

dell'uomo delle caverne, uno e un miliardo». Tali parole hanno consacrato nei fatti un approccio innovativo e intellettualmente raffinato, stimolando un ambiente di libero confronto tra due mondi differenti, ma al contempo complementari.

Seppure in un contesto diverso, le motivazioni per la rinascita di "Civiltà delle Macchine" sono, oggi, le stesse di 66 anni fa: riflettere sul rapporto tra scienza, tecnologia e uomo, creando un luogo di incontro interdisciplinare e aperto alla contaminazione, favorendo così la nascita di un "umanesimo digitale", in cui il saper fare sia importante almeno quanto il saper pensare, in un dialogo serrato tra industria e cultura e tra tecnologia ed estro creativo.

Penso che ciò sia ancor più importante oggi, in un'epoca in cui l'alta tecnologia occupa uno spazio centrale non solo nel garantire il corretto funzionamento delle infrastrutture nevralgiche dei nostri sistemi socioeconomici, ma anche nella formazione e diffusione delle idee, offrendo possibilità mai sperimentate prima d'ora di far viaggiare conoscenza e cultura tra le donne e gli uomini del XXI secolo. Certo, a questi benefici si accompagnano nuovi interrogativi. Basti pensare che l'impatto globale della rivoluzione digitale è tanto pervasivo da arrivare a influenzare persino la sfera politica. Non solo, sempre più forte è la percezione che le nuove tecnologie portino a una crescita economica senza creare lavoro o, peggio, a una concentrazione di ricchezza mai vista in fasi precedenti. Senza considerare che la nostra nuova "dipendenza" dalla rete sta crescendo più rapidamente della nostra abilità a renderla sicura, esponendoci a nuovi rischi e incognite.

L'esigenza di dare una risposta a queste domande è molto sentita in un'azienda industriale come Leonardo. Per sua natura e vocazione storica, la nostra azienda è, infatti, figlia di quella "civiltà delle macchine" che non è solo rintracciabile negli anni della sua fondazione – quelli della Ricostruzione e della nuova vita della tradizione manifatturiera del nostro paese – ma che affonda le proprie radici in un codice genetico assai più antico: la dimensione artigianale della propria produzione, ricollegata alle "botteghe" del Rinascimento, quelle fucine di apprendimento di antichi e nuovi saperi in cui

non esisteva un confine disciplinare tra inventiva tecnica e creazione artistica.

Nella bottega del Verrocchio, nella Firenze del XV secolo, lavoravano fianco a fianco Leonardo, Botticelli, Perugino, Ghirlandaio, per produrre opere d'arte, di architettura e di ingegneria e per soddisfare le richieste delle corti rinascimentali dell'epoca, dando vita a una straordinaria esperienza di rinnovamento culturale e scientifico.

Il nostro modo di lavorare si inserisce proprio nel solco di questa grande tradizione. Tanto nella trasmissione del "saper fare" – con i nostri laboratori e centri di ricerca dove i neofiti si avvicinano alla complessità e alla bellezza di ciò che facciamo – quanto nell'innovazione tecnologica, che nasce dall'incontro di svariate professionalità, dall'ingegnere al designer, dal chimico al matematico e all'esperto ambientale.

Il filo che ci unisce a quella "tradizione artigianale" si snoda ancora nel nostro continuo confronto con il cliente per disegnare e sviluppare insieme la soluzione più adatta, così come un tempo avveniva nella relazione tra committente e artista: un modo di lavorare che mette le persone al centro del processo, con le loro esigenze e le loro intuizioni, fino a creare un pezzo unico o, se vogliamo, un capolavoro tecnologico, nel quale la sapienza dell'artigiano si coniuga con la specializzazione del tecnico.

La nostra costante passione per il prodotto di qualità ci fa quotidianamente rivivere lo spirito della "Civiltà delle macchine", attualizzandone il messaggio e traendone nuova linfa per il lavoro nostro e delle generazioni alle quali un giorno passeremo il testimone, in un intreccio fecondo e costante tra creatività dell'ispirazione e rigore dello studio e della tecnica, che sappia dar forma alle molteplici realizzazioni dell'ingegno umano.

Sono convinto quindi che questa seconda vita della rivista potrà essere utile per tutti noi, per crescere umanamente e professionalmente e per arricchire le comunità in cui viviamo. Nell'era digitale, riprendere il tema della "civiltà delle macchine" è ancora più necessario e urgente: per affrontare la complessità del momento, coglierne le opportunità e costruire insieme un futuro sostenibile. ■

---

*Energizer "Soul",*  
Ronald A. Westerhuis,  
2018, scultura murale in  
acciaio inossidabile della  
serie Stardust



TESTO DI  
LUCIANO CANFORA

---

*Con l'espressione  
"le due culture"  
intendiamo riferirci  
alla separazione o,  
molto spesso, totale  
estraneità, tra sapere  
scientifico e sapere  
umanistico*

---

Emily Dickinson, *Cocoon*,  
Elisa Montessori, 2012,  
libro d'artista

# LE DUE CULTURE

---

**C**on questa espressione intendiamo riferirci alla separazione – o, molto spesso, totale estraneità – tra sapere “scientifico” e sapere “umanistico”. La formula divenne celebre alla fine degli anni Cinquanta del Novecento grazie a un paio di conferenze, pubblicate nel 1959 in forma di *pamphlet* (e presentate in traduzione italiana da Feltrinelli nel 1964), di Charles Percy

Snow, scienziato e romanziere. Il piccolo libro si intitolava “The two cultures”, e tale fu il titolo anche dell’edizione italiana, arricchita da un importante saggio introduttivo di Ludovico Geymonat.

Quello di Snow era soprattutto un grido d’allarme rispetto a una reciproca sordità (o assenza di comunicazione) tra “scienziati e umanisti”. Non era priva di *verve* quella sua prima conferenza (1956) e sollevava anche una questione non solo lessicale: la consolidata abitudine di definire “intellettuali” unicamente i frequentatori del sapere umanistico (un malvezzo in realtà duro a morire). «I letterati – scriveva Snow –, come per caso, senza che nessuno se ne accorgesse, cominciarono ad autodefinirsi “intellettuali” quasi che non ce ne fossero altri». E ricordava la “mite meraviglia” – così la definisce – di un grande matematico di Cambridge, Godfrey Harold Hardy, il quale un giorno gli disse: «Hai fatto caso come si usa oggi la parola *intellettuali*? Sembra non includere personalità quali Ernest Rutherford o Paul Adrien Maurice Dirac».

Il *pamphlet* di Snow fu accolto male, e forse frainteso. La reazione prevalente fu di negare che esistano “due culture” e quasi gli fu addebitato di partire da una falsa premessa. Era un modo di eludere un problema realmente esistente. Esso si intreccia con questioni rilevanti quali, per un verso, gli ordinamenti scolastici e, per l’altro, il ciclico alternarsi di epoche in cui gli “intellettuali” si impegnano sul terreno politico (e allora sono gli umanisti che si sentono protagonisti più degli altri) ed epoche di disimpegno (di norma conseguenti alle delusioni o alle imbarazzanti compromissioni delle epoche di mobilitazione).



The Parties in both cases  
Enjoying secrecy  
Inviolable compact  
To notoriety



*Fiore blu*, Elisa Montessori,  
2000, tecnica mista su tela

## Il vero problema è chiedersi come concretamente può attuarsi la ricomposizione tra le due culture, per effetto della quale l'una può fecondare l'altra

Ma procediamo con ordine. Un contributo importante alla questione venne dalla premessa che Ludovico Geymonat scrisse per l'edizione italiana del libro di Snow. Geymonat coglieva bene il carattere delle pagine di Snow come "denuncia" di un problema non esorcizzabile; e apprezzava la sensibilità di Snow per la necessaria "riforma del sistema educativo". Snow metteva a raffronto i tre modelli – Stati Uniti, Unione Sovietica, "continente europeo" – e apprezzava la completezza dell'ordinamento scolastico vigente in URSS, consistente nel «far compiere a ciascuno un ordine di studi sul tipo del Liceo continentale con l'aggiunta di una notevole componente, più del 40 per cento, di scienza e di matematica» (p. 34). Peraltro Snow nelle pagine relative agli ordinamenti scolastici non offre indicazioni precise ma si limita a suggerire di «rompere schemi fossilizzati» (p. 39), ricorrendo a un apocalittico paragone con l'agonia della «Repubblica di Venezia nel suo ultimo mezzo secolo di vita». E certo esagera quando parla di «mondo morto o moribondo» in riferimento al mondo della cultura umanistica. Così come formula una profezia errata quando prevede (nel 1956) la scomparsa della povertà sul pianeta nell'anno 2000 (p. 41).

Geymonat va più in profondità. Egli osserva preliminarmente un fenomeno: la frequente «autoesclusione» degli scienziati («da ogni discussione metodologica, da ogni indagine sul significato della scienza» (p. XII). E propugna «un ripensamento generale della questione», cioè del «significato della scienza, della funzione spettante alle ricerche specialistiche, del nesso fra esse e il sapere generale» (p. XIII). È una sollecitazione che riguarda tutti, sia gli scienziati che gli umanisti, richiamati entrambi alla necessità di non perdere di vista quello che Geymonat chiamava il rapporto "uomo-mondo". E perciò conclude osservando che «il compito più impegnativo di ogni studioso responsabile e coerente»

consiste appunto nello sforzo rivolto a superare «la frattura oggi esistente tra le due culture» (p. XIV). E prevede che «sarà la stessa ricerca umanistica a richiedere di venire integrata con la ricerca scientifica».

Che le due culture abbiano bisogno l'una dell'altra (anche se molti operatori dell'una e dell'altra non ne sono consapevoli) è quasi una banalità, che comunque non è superfluo rammentare periodicamente. Il vero problema però è chiedersi come concretamente può attuarsi questa ricomposizione, per effetto della quale l'una può fecondare l'altra. La grande ondata critica, sprigionatasi pochi anni dopo il momento (1964) in cui Geymonat scriveva, intorno alla non neutralità delle scienze "dure" fu, nonostante gli eccessi di schematismo, salutare. Aiutò tutti a relativizzarsi e a interrogarsi su ragioni e fini (e usi) del proprio lavoro: cioè a immettere problematiche storico-politiche nel lavoro degli scienziati e domande facenti capo alle scienze (e alla loro crisi novecentesca) nel mondo, spesso dormiente, degli umanisti. Poi subentrò la saturazione e il fastidio per tale problematicità critica e, nell'alternarsi ovvio delle generazioni, riprese il sopravvento – inevitabilmente temporaneo – lo "specialismo" (panglossianamente potremmo dire che questo stesso alternarsi di epoche e di tendenze è salutare, giacché la consapevolezza acquisita non si disperde mai del tutto e non esistono "restaurazioni" in toto).

Una strada per acquisire coscienza del fenomeno e del suo andamento spiraliforme è, come sempre, la storia del problema. Giova cioè chiedersi quando si produsse quella divaricazione e quando fu veramente tale. Uno sguardo alla storia del problema può risultare rasserenante. E si può forse arrivare a concludere che l'esplosiva divisione e parcellizzazione del lavoro nel campo della produzione dei beni materiali abbia influenzato analoga divisione nel campo della ricerca. Invece, nel mondo antico influenzato dal pensiero greco (e nel mondo romano, che di quel pensiero si nutre) sembra impossibile cogliere una separazione tra le due culture: da Aristotele a Posidonio a Seneca la conoscenza viene concepita e, nei limiti del possibile, praticata come totale (il che non vuol dire che ci furono allora soltanto temperamenti leonardeschi, ma che – al di là degli ovvi limiti soggettivi – l'unità del sapere era un dato generalmente acquisito).

Non diversa fu l'impostazione delle epoche successive, nelle quali un filo conduttore enciclopedico non s'è mai interrotto. Né sarebbe giusto dimenticare che le figure dominanti, pietre miliari di quella storia – da Giordano Bruno a Francis Bacon, da Diderot a Goethe –, hanno documentato, nel concreto della loro opera, l'unità del sapere. Unità, di cui l'"Encyclopédie" è il simbolo oltre che una realizzazione durevole.

Qui vogliamo però anche esemplificare come alcuni tornanti della storia del pensiero scienti-

fico siano entrati direttamente nel vivo della cultura – di tutta la cultura – del tempo in cui si produssero. Il "Novum Organum" di Bacone (1561-1626) costituì una vera e propria "rivoluzione" contro l'aristotelismo. Era l'approdo di uno sviluppo della visione del mondo fisico, nonché del metodo, che aveva già avuto autonomo inizio con Bruno (1548-1600); e che era stato preceduto dalla battaglia tragicamente conclusasi di Pietro Ramo (1515-1572). Bruno finì sul rogo e Ramo fu scannato nella notte di San Bartolomeo. Momenti terribili di una lotta tra il vecchio e il nuovo nella quale le due culture si intrecciano in un'unica, epocale ricerca di verità. E neanche per Galileo (1564-1642), prosatore e scienziato, quella ricerca poté essere serena.

Un altro tornante, a noi più vicino nel tempo, fu la conquista di una visione della materia come energia: una visione che ha rimesso tutto in discussione, non solo nel campo della fisica ma anche e ancor più della filosofia e persino della religione (Teilhard de Chardin). Come non ricordare a questo proposito la pagina, affettuosa e severa al tempo stesso, di Einstein (1879-1955) sul poema lucreziano "De rerum natura"? Einstein definisce Lucrezio «un uomo indipendente, dotato di interesse scientifico e speculativo», animato da «sentimenti e pensieri vivi (*lebendig*)» e tuttavia ancorato inevitabilmente a una visione grossolana dell'atomismo, ignaro dei risultati che noi oggi (dice ottimisticamente Einstein!) «impariamo da bambini prima ancora di poterli considerare con spirito critico». E però coglie in pieno l'innovativa grandezza del poeta-scienziato (che Mommsen considerava l'unico vero poeta romano) quando osserva: «Desta impressione profonda la salda fiducia che Lucrezio nutre – in ciò fedele scolaro di Democrito e di Epicuro – nei confronti dell'idea che il cosmo sia comprensibile perché regolato da nessi causali». Orbene, la critica di Einstein all'atomismo lucreziano – e implicitamente di tutta la tradizione di pensiero filosofico-scientifico che discende da lui, fino a Gassendi e a Lamettrie e D'Holbach – è un contributo imprescindibile anche per gli studiosi di Lucrezio. Giacché si deve entrare nell'ordine di idee che gli autori che costituiscono l'oggetto di studio degli umanisti vanno in primo luogo capiti e valutati nel merito del loro contributo al progresso delle conoscenze, non soltanto parafrasati o ripetitivamente riediti. È un pregiudizio caratteristico della fascia "alta" del sapere umanistico quello secondo cui la pratica "veramente scientifica" sarebbe rigorosamente avalutativa. Questo sia detto per autori come Lucrezio o Aristotele o Ippocrate, ma anche per gli autori che si votarono alla riflessione politica (e storico-politica) come Tuciddide, Platone, Tacito. Non sono fossili, bensì portatori di tentativi di soluzione di problemi sempre aperti. Gli scienziati sedicenti "puri" attivi nell'ambito umanistico spesso lo dimenticano. ■



# UN NUOVO INTRECCIO TRA UMANESIMO E SCIENZE

TESTO DI  
LUCIANO VIOLANTE

*Uno spazio colto  
e libero, aperto ai  
pensieri e ai soggetti  
che possono aiutarci  
a capire, conoscere  
e interpretare  
la modernità*

*L'origine della trama,  
Davide Dormino, 2012, ferro,  
dimensioni ambientali,  
disponibilità dell'artista*

La "Civiltà delle macchine" fondata da Leonardo Sinisgalli nel 1953, e da lui diretta sino al 1958, per 31 numeri, costituisce ancora oggi un modello non superato di rivista delle "due culture". Fu ammirata anche per l'eleganza, che era frutto di una idea unitaria della cultura e della civiltà umana. «Scienza e poesia non possono camminare su strade divergenti» aveva scritto Leonardo Sinisgalli nel 1951. La sua rivista fu la strada sulla quale, in quella fase straordinaria della trasformazione industriale dell'Italia, per la prima volta, poesia e tecnica camminarono strettamente intrecciate.

Non abbiamo l'ambizione di competere con la "Civiltà delle macchine" di Leonardo Sinisgalli. Ogni rivista ha un inizio e una fine. Se quella rivista ha avuto una fine, riesumarla passivamente potrebbe solo condurre a offensivi processi di mummificazione. Altra cosa è riprenderne lo spirito, la visione del mondo, la linea di civiltà, integrando umanesimo e tecnologia con gli occhi di oggi. Questa è la ragione per la quale Leonardo Company ha costituito la Fondazione Leonardo - Civiltà delle Macchine assegnandole, tra l'altro, il compito di rieditare la rivista. Ed è questo che intendiamo fare.

Siamo in un cambiamento d'epoca. Non è la prima volta che il mondo cambia. Agostino d'Ip-pona scrisse il "De Civitate Dei", preoccupato per la caduta di Roma, dopo la devastazione dell'esercito di Alarico. La tragedia segnava, per Agostino, la fine della città eterna e l'avvento di una nuova, sconosciuta civiltà. La scoperta dell'America, quando l'asse delle politiche e dei commerci si spostò dal Mediterraneo all'Oceano Atlantico, a beneficio dei paesi che avevano l'affaccio su quel mare, avviò un radicale cambiamento della civiltà occidentale.

Altri profondi mutamenti hanno prodotto nella vita delle generazioni, in ogni parte del mondo, il vapore e l'elettricità. Tuttavia l'attuale cambiamento d'epoca ha caratteri diversi dal passato e attraversa ancora più profondamente la vita degli uomini. Oggi per la prima volta la

vita dell'umanità è scossa non da un solo fattore, ma da una pluralità di fattori, tutti inediti, che si intrecciano tra loro e alimentano contenuti del vivere e del pensare assolutamente nuovi. Più della metà degli esseri umani sono interconnessi. Il 70% del PIL dei paesi del G7 deriva da beni immateriali che a loro volta dipendono dalle tecnologie della informazione e della comunicazione. Le grandi migrazioni coinvolgono milioni di esseri umani in tutti i continenti.

Fernand Braudel ci ha insegnato che a ogni decisivo mutamento della struttura produttiva, a ogni profonda innovazione nell'habitat in cui si svolge la vita delle comunità corrispondono pensieri nuovi e soggetti nuovi. La nuova "Civiltà delle Macchine" è uno spazio colto e libero, aperto ai pensieri e ai soggetti che possono aiutarci a capire, conoscere e interpretare la modernità. Vogliamo parlare degli intrecci tra tecnologia e filosofia, intelligenza artificiale e arte contemporanea, robotica e lavoro umano. Vogliamo riflettere sugli intrecci tra passato, presente, futuro. I tempi sono separati solo nella nostra intelligenza. Ogni passato è stato presente e futuro; ogni futuro sarà prima presente e poi passato. Riproponiamo l'intreccio tra umanesimo e nuove tecnologie per sollecitare lo sguardo di ciascuno dei due mondi sull'altro, per rendere più ricchi i valori umani e più consapevoli gli sviluppi tecnologici.

Il primo numero dell'antica rivista aveva l'editoriale di Giuseppe Ungaretti, che chiedeva, alla fine: «Come farà l'uomo per non essere disumanizzato dalla macchina, per dominarla, per renderla moralmente arma di progresso?». Nei 66 anni che ci separano da quell'interrogativo, l'uomo è stato disumanizzato dall'altro uomo, non dalla macchina. Il prigioniero ridotto a coniglio elettrico nel carcere di Abū Ghraib è il simbolo di questa più generale tragedia. Tuttavia rimane il messaggio: è l'uomo che non deve disumanizzarsi. Riflettere in modo non occasionale sulle nuove frontiere della sua capacità creativa potrà forse aiutarlo a difendere la propria essenza. ■

TESTO DI  
NICCOLÒ SERRI

# CULTURA E METODO SCIENTIFICO NELLA NUOVA CIVILTÀ DELLE MACCHINE

## INTERVISTA A PIERO ANGELA

→ Piero Angela fotografato  
da Leonardo Cendamo, 2015

↓ Prima edizione  
del volume di Piero Angela,  
*Viaggi nella scienza:  
il mondo di Quark*,  
Garzanti, 1982



*Piero Angela ha aperto le porte della sua casa romana alla nostra redazione per una lunga intervista. Sfogliando una copia del primo numero di "Civiltà delle macchine" del 1953, ci parla del rapporto tra scienza e democrazia e del senso della sua attività di divulgatore, guidandoci attraverso la cultura della scienza e del progresso nel corso del Novecento. Le tecnologie del futuro, dice, possono aprire grandi possibilità di sviluppo, ma dovrà essere l'uomo a saperle utilizzare bene.*



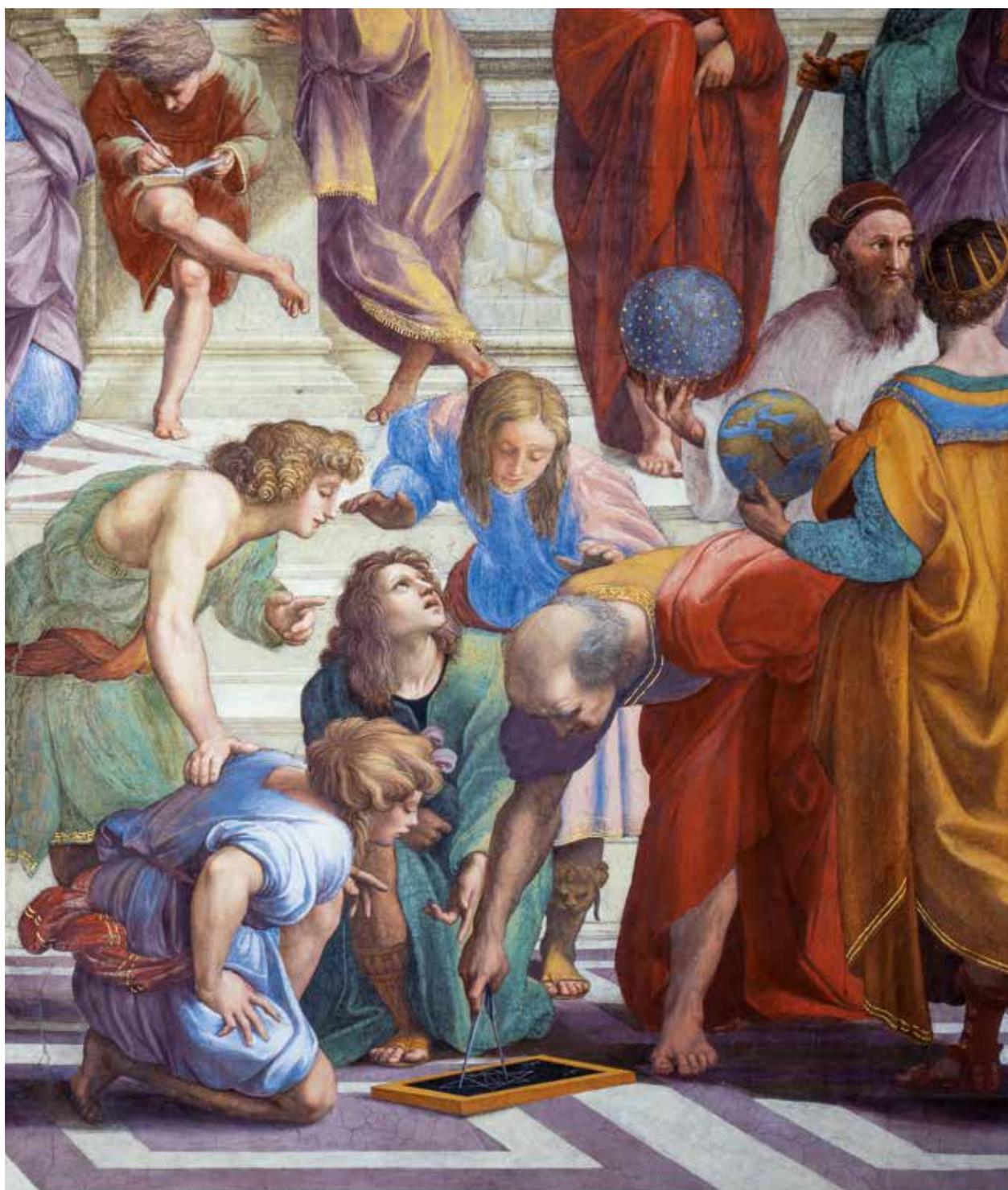
“**C**iviltà delle macchine” è stata pubblicata per la prima volta da Leonardo Sinigalli nel 1953. Oggi una nuova rivista ne raccoglie idealmente il testimone e torna con l'ambizione di offrire il proprio contributo al dibattito culturale sul ruolo delle nuove tecnologie. Ma cosa significa e come alimentare una civiltà delle macchine nel terzo millennio?

Trovo che “Civiltà delle macchine” sia un bel nome per una rivista. Purtroppo oggi non teniamo in considerazione il fatto che viviamo nella civiltà delle macchine. Abbiamo ancora una cultura

pre-tecnologica. Esiste la filosofia della scienza, ma abbiamo bisogno di una filosofia della tecnologia per riflettere sul ruolo delle macchine, nella società in cui viviamo.

Per secoli, l'umanità è rimasta povera, malata, analfabeta, con poche risorse e ha conosciuto la fatica del lavoro. Soprattutto, in assenza di democrazia. Tutto è cambiato da quando sono arrivate le ruote che girano. Prima nei campi, poi nelle officine. Ovunque. Dall'Unità d'Italia a oggi, il numero di lavoratori nel settore agricolo è calato drasticamente. La stessa cosa è avvenuta in modo meno appariscente nelle industrie, dove l'automazione espelle manodopera. Basti ricordare la

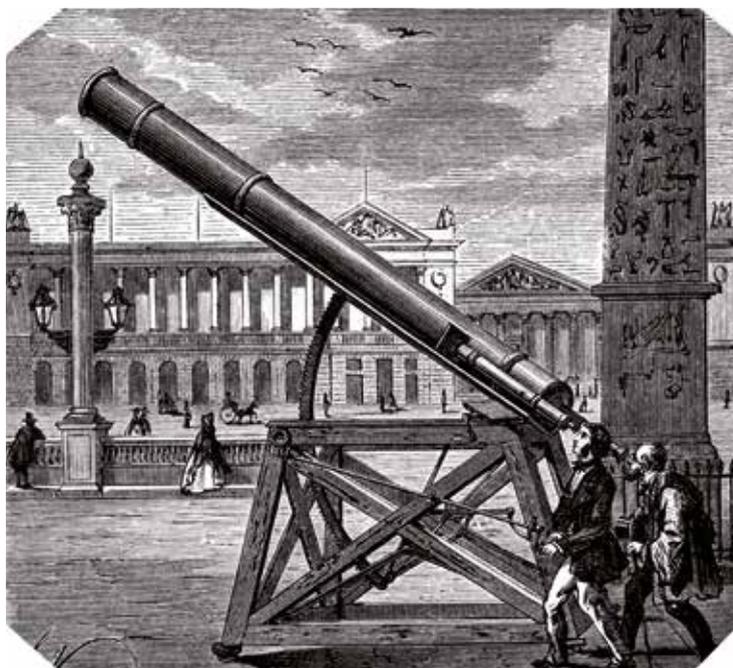
Particolare della *Scuola di Atene*, Raffaello Sanzio, 1509-11, Musei Vaticani, Roma



FIAT: il reparto presse e quello della verniciatura, per chi ci lavorava, erano un inferno. Oggi tutto è automatizzato. Negli stessi anni si è passati dall'analfabetismo di massa alla scuola di massa, fino all'università di massa. Questo ha creato un mondo delle macchine e della modernità.

La politica ha il ruolo essenziale di ripartire la ricchezza prodotta dal sistema tecnologico, con criteri di giustizia distributiva che variano a seconda del prevalere di un'area o dell'altra. Il compito essenziale della politica è però anche quello di continuare a vivificare il sistema che produce ricchezza, cercando di ridurre gli svantaggi del processo tecnologico, come l'inquinamento: in questa funzione oggi la politica è carente. Lo è, ad esempio, non finanziando la ricerca in un mondo in cui i vantaggi competitivi si giocano sull'innovazione, dove i paesi una volta considerati del Terzo mondo sono diventati competitivi, dal Sud-Est asiatico alla Cina.

Abbiamo bisogno di una cultura capace di comprendere questo mondo nuovo, consapevoli che anche la democrazia è il frutto di un processo tecnologico. In una società analfabeta, che non ha diritti perché non è capace di associarsi, dove non c'è informazione perché mancano i giornali e la radiotelevisione, non c'è democrazia. La democrazia nasce quando cominciano a circolare idee, quando si inizia ad avere la capacità di aggregarsi in associazioni, movimenti e partiti politici. Non è mai esistita alcuna democrazia nella storia del mondo, neanche quella greca, che non fosse formata solo da una piccola élite – l'"Odissea" ci mostra le prime assemblee democratiche, ma intorno c'è un mondo pieno di pastori anal-



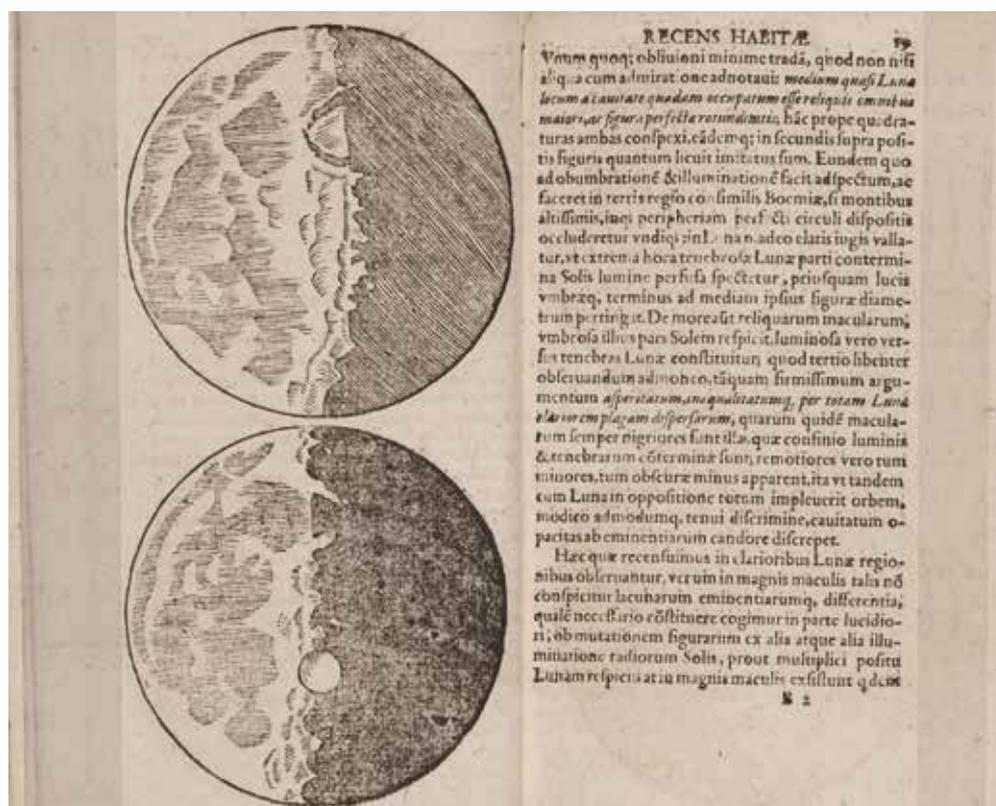
← Astronomi scrutano il cielo, incisione, 1870

↙ *Sidereus Nuncius*, di Galileo Galilei, 1610

fabeti e guardiani di maiali. Questo manca oggi: una civiltà delle macchine intesa come la capacità di capire che ruolo hanno l'innovazione e la creatività applicate non soltanto alla produzione industriale, ma a tutti i campi, da quello della medicina al mondo della scuola.

La rivoluzione delle macchine è cominciata nel tardo Settecento e ha conosciuto una forte espansione a partire dagli inizi del Novecento. In Italia, invece, la cultura e l'insegnamento sono ancora quelli del passato. Io ho fatto il liceo classico, dove si insegnava e si insegna ancora la storia, la storia

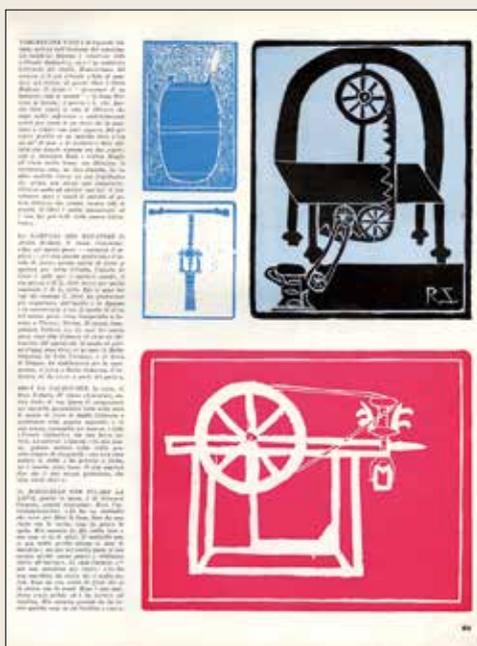
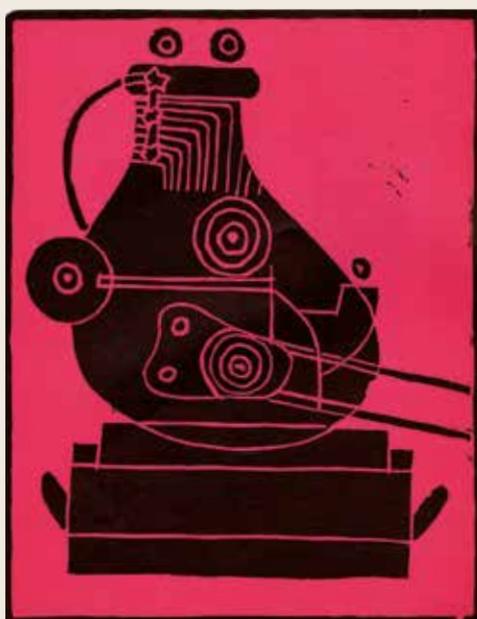
della filosofia, la storia dell'arte, il greco, il latino, la letteratura, tutti insegnamenti rivolti al passato. Era così anche nell'Ottocento, quando l'utilizzo delle macchine stava prendendo piede ma non aveva ancora avuto un impatto così forte. La cultura era soprattutto letteraria, artistica, filosofica e giuridica. Questo è rimasto inalterato: manca una cultura scientifica. Nella scuola si insegnano biologia, chimica, fisica e matematica, ma non si insegna il metodo della scienza, la creatività, l'etica, la storia umana nella sua espressione tecnologica. Queste informazioni sono carenti



**Manca oggi una civiltà delle macchine intesa come la capacità di capire che ruolo hanno l'innovazione e la creatività applicata non soltanto alla produzione industriale, ma a tutti i campi, da quello della medicina al mondo della scuola**

TESTO DI  
BIAGIO RUSSO

## Sinisgalli, i bambini incisori e “Civiltà delle macchine”



Incisioni di macchine realizzate dai bambini della scuola elementare di S. Andrea di Badia Calavena (VR), pubblicate in “Civiltà delle macchine”, 4/1954

**E**ra il 1953 quando Leonardo Sinisgalli fondò per conto della Finmeccanica la rivista tecnico-culturale “Civiltà delle macchine”, chiamato da Giuseppe Eugenio Luraghi, dopo l’esperienza comune a Milano presso la “Pirelli” (1948-52). Ferveva la ricostruzione postbellica. La guerra era ormai un ricordo. L’interesse per la tecnica e la scienza da parte di Sinisgalli era straordinariamente forte, anche per gli sviluppi notevoli che si andavano compiendo in quegli anni: gli studi sul nucleare, la conquista dello spazio, l’automazione crescente nelle fabbriche e nella vita domestica, le frontiere della cibernetica, la statistica, con il calcolo delle probabilità, applicata alla produzione economica e industriale.

L’eco della rivista, che era curatissima anche nella grafica, oltre che a colori, travalicò i confini nazionali (vi era perfino una sezione in inglese) e divenne perno di un’immensa tavola rotonda a cui parteciparono le più grandi menti del secolo, senza preclusione alcuna (Argan, Paci, Ungaretti, Fortini, Ceccato, Mumford, Burri ecc). La “macchina” per lo spirito del tempo e per Sinisgalli era cerniera e simbolo di civiltà. Non c’era idolatria. I suoi limiti, così come i suoi errori, erano evidenziati. Due erano i filoni perseguiti: l’armonia del sapere e l’attenzione alla ricerca più avanzata. Il poeta-ingegnere, da grande visionario, aveva aperto “Civiltà delle macchine” a scienziati, filosofi, tecnici, ricercatori, poeti e artisti, ma non aveva trascurato il mondo della scuola, invitando spesso nelle aziende della Finmeccanica maestri (“magiciens” amava definirli) e scolari, di cui documentava lo stupore attraverso resoconti, fotografie e disegni.

Sinisgalli era all’apice del suo successo quando ricevette dalla frazione di S. Andrea di Badia Calavena – un paese di quattrocento anime, una piazza, una chiesa, quattro osterie e due botteghe in provincia di Verona, in alta Val d’Illasi – una cartolina in busta chiusa. Era un’incisione di una bambina, Carmela Marana, accompagnata da un testo che raccontava di un giornalino scolastico che i bambini della scuola elementare stavano preparando con articoli e incisioni riguardanti le macchine. La cartolina lo aveva incuriosito, ma ancor di più la notizia che in un piccolo borgo tra i più poveri d’I-

talia dei bambini disegnassero delle macchine. Nacque una corrispondenza e alla fine di maggio del 1954, in via Torino, giunsero tre plichi: il primo conteneva una lettera e la rivista scolastica “Piccole Dolomiti”, sei fogli di carta pesante, cucita col filo rosso usato per i ricami; il secondo, gli articoli dei ragazzi su foglietti a un rigo; e l’ultimo, trentuno incisioni di macchine in bianco e nero.

L’attenzione di Sinisgalli fu rapita dalla bellezza delle macchine incise su tavolette e dalla testimonianza del maestro che legava la macchina all’uomo in un vincolo di civiltà. Il suo progetto ambizioso di coniugare le due culture e di sfatare il crescente pregiudizio nei confronti delle macchine trovava di colpo “il consenso più significativo” che potesse sperare. Una realtà povera e periferica affidava il suo riscatto proprio alle tanto vituperate macchine.

I ragazzi, piuttosto che essere sedotti dal facile mito del progresso e della velocità, trasfigurando in un’idolatria della paura il mostro-macchina, avevano avuto, rispetto alle semplici macchine-utensili di cui erano circondati, un atteggiamento di “possesso”, di appropriazione intelligente, di dominio dell’oggetto, senza paura o esaltazione. Per Sinisgalli questi scolari entravano “di peso” nella *querelle* del tempo sul conflitto-armonia tra scienza e poesia, umanesimo e tecnica.

La sapienza artigianale dell’uomo che addomestica la materia con le proprie mani, aiutandosi con macchine “meccaniche”, è un archetipo ricorrente nella riflessione sinisgalliana che a volte si fonde – con evidente segno memoriale all’infanzia, povera ma felice a Montemurro – con il demone dell’insoddisfazione che accompagna l’*homo faber* nella lavorazione dei suoi prodotti imperfetti. Da questo punto di vista si comprende meglio perché i rimbalzi emotivi nella sua coscienza e nel suo progetto si innervano nelle profonde riflessioni che riguardano le macchine. Le incisioni degli scolari graffiano la sua sensibilità e quelle macchine, oltre a essere belle perché necessarie, divengono nella rappresentazione scavata dai ragazzi necessarie perché belle; quelle macchine della quotidianità, che diventano sacrali per l’uso e per la meraviglia che suscitano, si stagliano nere e compatte sulla solitudine bianca del foglio.

Coltellino e torchio, intelligenza e umiltà, macchine e poesie, furono gli elementi “magici” che trasformarono la faticosa sfida esistenziale di un maestro geniale e dei suoi scolari in una vera e propria favola. Una scuola misera e periferica assunse a modello di riscatto sociale e culturale. Merito di Leonardo Sinisgalli e di “Civiltà delle macchine”.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Il testo è tratto da B. Russo, *Leonardo Sinisgalli e i bambini incisori*, Fondazione Leonardo Sinisgalli, Montemurro 2018.

anche nei giornali. Manca nella cultura italiana una riflessione profonda e continua su quello che è il ruolo della tecnologia e della scienza.

Il risultato è l'ignoranza su come gestire lo sviluppo tecnologico. Non abbiamo la capacità di guidare questa grande macchina che la ricerca ha creato, gli strumenti straordinari della scienza. Non pretendo che ci sia un Parlamento di scienziati a guidare la società tecnologica – non è questo il loro ruolo – bisogna però che quanti sono chiamati a prendere delle decisioni abbiano la consapevolezza e interagiscano con chi può fornire un'informazione corretta sui temi della scienza. Ciò vale in particolare per un paese come il nostro basato sulle esportazioni. Noi non abbiamo energia, non abbiamo materie prime, siamo una società di trasformazione. L'innovazione, il trasferimento tecnologico e la creatività devono essere la nostra benzina. Però di queste tematiche fondamentali ci disinteressiamo e la cosa peggiore è che non se ne interessano quelli che si definiscono "uomini di cultura".

**Volevo prendere spunto dal suo riferimento alla necessità di una nuova cultura. Nel Rinascimento, con Leonardo, di cui quest'anno cade il cinquecentesimo anniversario della morte, c'era una trasversalità del sapere, tra umanesimo e tecnologia. Un elemento che si è perso, soprattutto nel Novecento, con la crescita dell'iperspecializzazione. C'è oggi bisogno di un nuovo umanesimo tecnologico?**

La figura di Leonardo da Vinci è sicuramente un caso straordinario ed esemplare. Però, se una volta, come per Leonardo e in seguito per altri scienziati, un individuo poteva inventare e innovare, oggi, difficilmente un singolo scienziato riesce in questa impresa senza essere inserito in un contesto più ampio e in un tessuto di ricerca. A cavallo tra l'Ottocento e il Novecento, l'Italia ha avuto una grande stagione di cultura scientifica, anche con eccessi positivisti, in un clima generale che era permeato di altri valori e riferimenti. Nonostante queste condizioni poco favorevoli, abbiamo avuto tanti scienziati. Nel tardo Ottocento, vicino a Torino, Alessandro Cruto aveva inventato la lampadina, prima e meglio di Thomas Edison. Alessandro Volta scoprì la pila. Però non c'era dietro un'industria che potesse capitalizzare su queste scoperte e una società dinamica, pronta a creare un mercato. Oggi ci sono ancora dei campi che permettono di fare ricerca, se non in modo solitario, in piccoli gruppi. Ma ormai la scienza richiede un contesto e dei finanziamenti, dei collegamenti che sono assolutamente necessari.

Gli uomini di scienza e di tecnologia sono comunque persone che conoscono anche la cultura classica. Tutti hanno studiato Dante, Carducci e Leopardi, o per quanto riguarda la storia dell'arte Leonardo e Raffaello. Raramente è vero l'inverso: coloro che hanno una cultura letteraria e giu-

ridica spesso non sanno niente di scienza. Uno scienziato si vergognerebbe a dire di non aver mai letto un romanzo di un autore importante, oppure di non essere mai andato a vedere una mostra di pittura. L'inverso invece è normale: una persona che si qualifica come uomo colto può dire di non sapere niente di matematica e scienza, senza grandi conseguenze per la sua immagine. Come si può pensare di essere uomini del proprio tempo e di poter guidare altri uomini senza padroneggiare alcuni strumenti basilari? In questa società complessa, in che modo si può veramente decidere come e quali risorse valorizzare ai fini del progresso? Ecco perché l'Italia, più di altri paesi, ha bisogno di un'iniezione di cultura scientifica.

Io nel mio piccolo ho cercato di divulgare la cultura e mentalità scientifica. Non è importante che si studino tutte le nozioni di chimica, fisica e matematica – di questo si occupa la scuola – ma è importante che le persone capiscano il senso delle cose, le conseguenze della tecnologia, le priorità della ricerca. Sta lì l'importanza della divulgazione scientifica; cioè, far comprendere a tutti, anche alle persone che si definiscono colte, attraverso un linguaggio semplice – ed è utile che lo facciano gli stessi scienziati ricorrendo anche all'uso di animazioni, filmati, spiegazioni – i nessi della scienza. Tutti abbiamo bisogno di capire alcuni principi essenziali, non per essere a nostra volta scienziati, inventori ed esperti di tecnologia, ma per avere la capacità di prendere decisioni consapevoli per valorizzare il progresso, la macchina della conoscenza e dello sviluppo, che è alla base della società moderna.

**Solo un uomo che ha vissuto molto può parlare consapevolmente di futuro. Immaginando un programma di divulgazione televisivo o scritto tra dieci anni, sul futuro che verrà, quale tema porrebbe al centro del suo interesse?**

Oggi tutti i temi sono trasversali e io nei miei programmi ho cercato sempre di tener conto di questo principio. Sicuramente le scoperte nel campo della genetica porranno l'uomo di fronte a scelte importanti. Si stanno già mettendo a punto tecniche di montaggio del genoma umano. Si è cominciato a fare sperimentazione per combattere alcune malattie ereditarie. Sono questioni che aprono anche orizzonti inquietanti, con l'eugenetica che ritorna in maniera prorompente. E non è il solo problema: avremo una società più sana e longeva, ma più a lungo vivranno gli uomini, più la popolazione sarà fuori sincrono con il proprio tempo. Normalmente, ciò che le persone apprendono nei primi anni di vita forgia i loro valori, e con quei principi e quella mentalità vanno avanti, con il rischio di fossilizzarsi. Non è che siano tutti così i vecchietti, qualcuno ancora si difende! Ma ci saranno degli squilibri, saremo troppi e troppo vecchi. Bisogna porsi il problema di come gestire un mondo che cambia in maniera così drastica.

---

*Tutti abbiamo bisogno di capire alcuni principi essenziali, non per essere a nostra volta scienziati, inventori ed esperti di tecnologia, ma per avere la capacità di prendere decisioni consapevoli per valorizzare il progresso, la macchina della conoscenza e dello sviluppo, che è alla base della società moderna*

---



◀ *Mathematica: A World of Numbers*, mostra di Charles e Ray Eames, inaugurata presso il California Museum of Science and Industry nel 1961

◀ Particolare dello spazio espositivo permanente *Mathematics: The Winton Gallery*, progettato da Zaha Hadid Architects all'interno del Science Museum di Londra



**Il sociologo americano Alvin Toffler aveva parlato di “shock del futuro”, riferendosi al senso di straniamento sociale causato da un tasso di sviluppo tecnologico troppo accelerato...**

Certamente, ma non è l'unico problema. La diffusione del progresso tecnologico potrebbe anche aggravare gli attuali squilibri demografici. La popolazione africana sta già esplodendo, ne vediamo le conseguenze oggi. Charles Darwin sosteneva che l'individuo più adatto non è il più forte, né il più intelligente. Non è neanche quello più adatto all'ambiente in senso stretto. L'individuo vincente è quello che genera la prole più fertile. Oggi nel mondo stanno emergendo le popolazioni giovani, che hanno la forza dei numeri. L'Occidente sta invecchiando e scomparendo piano piano. Su questo tema, a “Superquark”, avevamo realizzato una puntata dedicata proprio alla “scomparsa dell'uomo bianco”. In tutta Europa, anche negli Stati Uniti, la popolazione si è stabilizzata e sta anzi diminuendo. Dal tardo Ottocento a oggi, in Italia, il tasso di natalità si è quasi dimezzato ogni due generazioni. Si può anche accettare tale tendenza, ma bisogna essere sempre consapevoli dei fenomeni. In questo senso, la civiltà delle macchine comporta anche una civiltà delle persone.

**L'Italia che ha conosciuto era un paese scientificamente incolto. Si può dire che lei con la scienza abbia fatto quello che il maestro Alberto Manzi fece agli albori della televisione insegnando agli italiani a leggere e a scrivere. Lei ha avvicinato gli italiani alla scienza, favorendone la diffusione di massa. Pensa che questo risultato sia oggi messo in discussione dal ritorno di sentimenti antiscientifici?**

La differenza rispetto a Manzi è che nel mio caso gli analfabeti erano le persone che si definivano colte. Il problema è che l'informazione fino a tempi recenti, prima di internet, era diffusa da un sistema in cui esistevano delle responsabilità. Quelle del giornalista, del caporedattore, del direttore responsabile, che se avessero pubblicato notizie false, tendenziose o calunniose, ne avrebbero dovuto rispondere in sede civile o anche penale. C'era una catena di controlli sulle notizie, un sistema che era autoreferenziale ma anche capace di supervisione interna. Con il web sono diventati tutti editori di giornali, di stazioni radio e televisive. Attraverso questi nuovi canali si può parlare di quello che si vuole ed è diventato impossibile controllare ciò che viene diffuso.

La grande forza della scienza, invece, sta nelle fonti. La scienza è come lo sport, valgono i risultati. Nello sport se un atleta fa un salto di tre

↪ iLab Matematica, laboratorio interattivo nato dalla partnership tra Leonardo e il Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci con l'intento di avvicinare, in modo informale e divertente, ragazzi e adulti alla matematica

↓ *Digitaler Humanismus*, di Julian Nida-Rümelin e Nathalie Weidenfeld, Piper, 2018



Piero Angela  
nello studio televisivo  
di "Quark", 1981




---

*È l'applicazione  
pratica della scienza,  
quando questa  
si trasforma in  
tecnologia, che può  
causare problemi.  
Io non sono  
pessimista riguardo  
alla scienza, ma  
riguardo agli uomini*

---

metri gli arbitri verificano che non abbia barato e non abbia le molle ai piedi. La scienza ha la grande capacità di auto-correggersi perché si può controllare immediatamente. La filosofia, l'economia, la politica sono diverse, ci sono tante verità e non si possono verificare, se non attraverso le lezioni della storia. Le faccio un esempio pratico: un farmaco non può essere venduto se non passa attraverso una sequenza di sperimentazioni e prove cliniche. Poi ci sono altri pseudo-farmaci detti "alternativi" che invece vengono venduti senza alcuna validazione e che non hanno mai dimostrato la propria efficacia. Una volta sono stato querelato per non aver ospitato in un programma televisivo dei medici omeopati a difendere la loro posizione. Essendo la RAI un servizio pubblico, che su alcuni temi sensibili deve far sentire le diverse opinioni, venni accusato di aver compiuto una scorrettezza. Io, invece, ho sostenuto – e il tribunale ha accolto la mia posizione – che la scienza non è democratica. In ambito scientifico, non si può sostenere qualcosa senza che essa sia dimostrata con i controlli dovuti. Fin quando i fatti non sono verificati, una persona non può avere diritto a essere presente in una trasmissione per esporre la propria convinzione come se fosse una verità scientifica. C'è una bellissima metafora che trovo molto efficace: la velocità della luce non si decide a maggioranza, per alzata di mano.

Purtroppo però oggi il metodo scientifico non è neppure conosciuto. Le persone credono al primo che dice il contrario di tutto e alle teorie del complotto. Contrastare questi fenomeni è molto difficile. Io ho fondato un comitato di controllo sulle affermazioni delle pseudo-scienze. Da molti anni, cerchiamo di fare controinformazione con grande difficoltà, perché la magia piace, lo straordinario e il terribile catturano l'immaginazione. Oggi nei programmi di informazione e nei dibattiti, gli invitati privilegiati sono quelli che fanno polemica. Una volta il programma televisivo "Tribuna politica", diretto negli anni Sessanta da Jader Jacobelli, aveva una struttura strettamente impostata (e un po' noiosa): quattro minuti per il parlamentare, un minuto per la domanda. Poi altri minuti per replica e controreplica. Oggi occorre fare ascolto, il dibattito politico si è aperto, si è cominciato a litigare e insultare ed è diventato spesso uno spettacolo. Ma la contrapposizione di verità estreme e incontrollate non permette alle persone di capire, tutti sembrano aver ragione. La scienza è diversa, tutto quello che si afferma deve essere passato attraverso una serie di controlli: chi cerca di barare viene rapidamente squalificato. Anche qui possono esserci pareri diversi, ma solo quando si discute su ipotesi, non sui fatti. Il risultato finale è quello di una conoscenza condivisa.



**La scienza deve avere un limite? Per secoli, è stata la religione a porlo, costringendo lo sviluppo scientifico entro recinti prestabiliti. Durante il Novecento, tanto le democrazie liberali quanto i regimi totalitari hanno eliminato questo limite. Anche oggi le grandi speranze che il progresso ripone nella scienza sono accompagnate dai timori che questa venga usata in maniera anti-umana. Ieri era l'ombra della guerra nucleare, oggi sono i timori spesso infondati sull'intelligenza artificiale.**

Bisogna subito distinguere tra scienza e tecnologia. La prima è scoperta, la seconda è invenzione. La scienza scopre le leggi di natura, riguarda la loro comprensione. Tutte le scoperte che vengono fatte sono semplicemente conoscenza, e la conoscenza non provoca alcun danno. Con la religione può forse entrare in conflitto, ma dal punto di vista dell'economia e della società rappresenta sempre un guadagno. Non credo che la scienza debba avere dei limiti. È l'applicazione pratica della scienza – quando questa si trasforma in tecnologia – che può causare problemi. Io non sono pessimista riguardo alla scienza, ma riguardo agli uomini.

La bomba atomica, è stata usata veramente due volte, ma ha spaventato talmente tanto l'umanità che nessuno l'ha più usata. Anche perché gli arsenali nucleari delle diverse potenze rappresentano minacce vicendevoli e funzionano da deterrente. Il problema è quello dei paesi che non hanno questa capacità di autoregolarsi, laddove vi sono fanatismi che rendono pericolosa la diffusione delle armi nucleari. Alcuni sostengono che le bombe di Hiroshima e Nagasaki abbiano ridotto il numero di morti perché hanno abbreviato la guerra. Si può anche sostenere questo, ma bisogna ammettere che l'agosto del 1945 ha aperto un vaso di Pandora. Il problema di fondo riguarda il modo in cui la scienza viene applicata. La scienza ha inventato l'elettricità, ma la sedia elettrica viene utilizzata per uccidere le persone. Non è certo colpa di Alessandro Volta. Per quanto riguarda l'uso pacifico dell'atomo, Chernobyl non fu il risultato di un errore umano, ma di un esperimento lucidamente folle, condotto

da un team di scienziati che ha volutamente ignorato tutti i segnali di pericolo. Ogni tecnologia crea potenzialmente dei morti. Certamente, però, va detto che oggi esistono mezzi di distruzione di massa (non solo l'atomica) e la responsabilità umana è enormemente aumentata.

Per quanto riguarda, invece, l'intelligenza artificiale, al momento le macchine intelligenti stanno creando problemi soprattutto all'occupazione, anche se in molti settori gli algoritmi stanno agendo non in sostituzione, ma in supporto all'uomo. "Watson", il sistema di diagnosi intelligente sviluppato da IBM, da anni aiuta i medici a controllare le proprie valutazioni sfruttando una banca dati automatizzata. La compagnia americana Intuitive Surgical ha sviluppato un sistema di chirurgia robotica, "da Vinci", che consente di ridurre l'invasività degli interventi. I chirurghi cominciano ad aver paura di perdere il lavoro. Ma io credo che questa trasformazione sia di là da venire.

#### **Come potrebbe la tecnologia oggi aiutare la crescita nei paesi poveri?**

Faccio un piccolo esempio. Negli anni Settanta venne pubblicato il famoso rapporto su "I limiti dello sviluppo" – che poi in realtà il titolo dell'originale inglese era "The Limits to Growth", i limiti della crescita non "development", che è cosa diversa. Ho seguito molto da vicino il lavoro del Club di Roma e di Aurelio Peccei. Nel 1975, sono stato con lui in Algeria per una conferenza organizzata dal premio Nobel Jan Tinbergen, intitolata "RIO, Reshaping International Order", per discutere di problemi distributivi internazionali

↖ Prima impronta dell'uomo sulla Luna scattata dall'astronauta Buzz Aldrin, copilota della missione Apollo 11, 20 luglio 1969

↓ Prima pagina di "The Washington Post" dedicata allo sbarco sulla Luna. Foto di Jack Weir, 21 luglio 1969





← Città delle Arti e della Scienza, progettata da Santiago Calatrava, Valencia, 1991-2004. Foto di Luca Quadrio, 2014

↓ ArtScience Museum, Marina Bay Sands, Singapore. Foto di Erwin Soo, 2012

e dell'atteggiamento predatorio delle grandi multinazionali. Alcune di queste favorivano l'instaurarsi di governi fantoccio, sfruttavano le risorse dei paesi per poi andarsene, causavano movimenti di rivolta e guerriglia. La conferenza voleva provare a risolvere questi problemi con la creazione di nuove sinergie, e infatti vedeva la partecipazione di paesi capitalisti, del blocco comunista e del Terzo mondo. La proposta era quella di creare un sistema di accordi internazionali per favorire lo sviluppo economico dei paesi arretrati.

Sappiamo che gli ingredienti fondamentali per la crescita di cui dispongono le grandi aziende sono tre: capitali, competenze e tecnologia. L'idea era questa: fare dei contratti ferrei, garantiti dalla comunità internazionale, tra i paesi in via di sviluppo e le multinazionali; i primi ottengono i capitali, le tecnologie e le competenze per i progetti di cui hanno bisogno per crescere, le seconde la garanzia che i propri investimenti non saranno espropriati e nazionalizzati. Ciò permetterebbe anche di formare sul campo personale capace, pian piano, di far nascere maestranze e una classe dirigente.

Questo tipo di organizzazione potrebbe funzionare molto bene sulla carta. Ma, come dicevo prima, anche in ambiti fondamentali come quelli della crescita e dello sfruttamento delle risorse, la questione riguarda sempre gli uomini e le situazioni politiche; pure qui in Italia, dove le tecnologie avanzate potrebbero aprire nuovi orizzonti. Anche noi in Italia abbiamo bisogno di nuove tecnologie per crescere. Ad esempio oggi esiste un commissario straordinario del governo per l'attuazione dell'Agenda Digitale. Fino a poco tempo fa era Diego Piacentini, vicepresidente di Amazon, che ha poi nominato come suo successore Luca Attias, dirigente generale dei sistemi informativi automatizzati della Corte dei Conti. Questa figura è nata per favorire il processo di digitalizzazione della pub-

blica amministrazione, favorendo la tracciabilità e la trasparenza dei dati, per rendere più difficili malversazioni e corruzione e alleggerirne i costi.

**Chiediamo con un divertissement: se potesse, quale grande scoperta scientifica vorrebbe annunciare al pubblico di oggi?**

Secondo Luciano De Crescenzo, l'invenzione più grande dell'umanità non è stata la ruota

o il fuoco, ma l'anestesia. Vorrei che venisse fuori qualcos'altro del genere. Oggi i robot che vediamo nelle aziende fanno di tutto, ma non certe cose pratiche. Una volta ne ho anche parlato con un progettista: perché non inventare una macchina che rifà il letto? Al mattino le persone dopo i settant'anni cominciano ad avere mal di schiena. Sarebbe un piccolo passo per l'uomo, ma un grande passo per la vecchiaia. ■



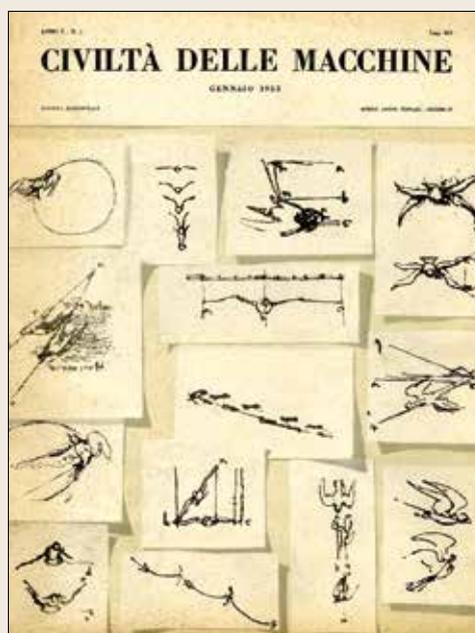
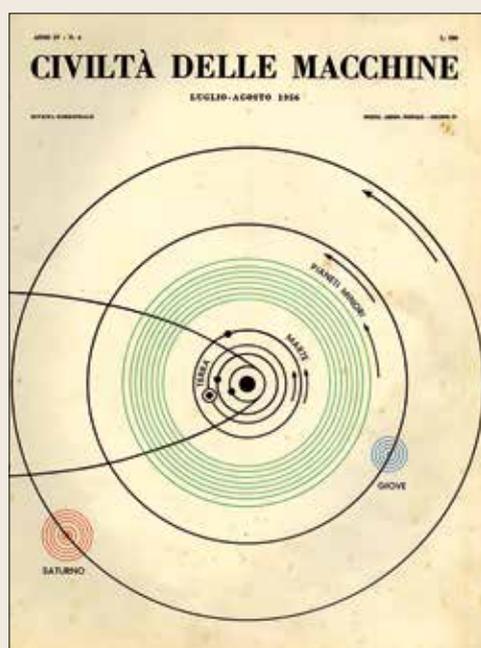
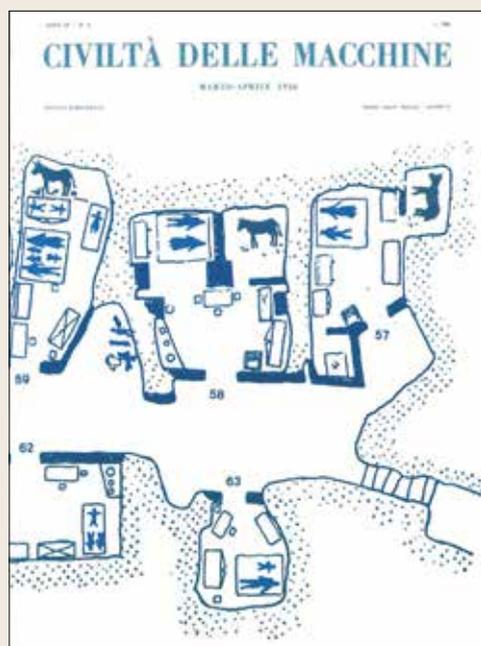
## La nostra felice pazzia

TESTO DI  
PEPPINO CALDAROLA

→ Copertina di "Civiltà delle macchine", 1/1953, raffigurante le tavole sul volo degli uccelli di Leonardo da Vinci

↓ "Civiltà delle macchine", 2/1956, in copertina il disegno della pianta di un vicinato tipico di Matera

↓↓ "Civiltà delle macchine", 4/1956, con il disegno del sistema solare e della cometa di Halley



Quando alcuni anni fa Gianni De Gennaro, presidente di Finmeccanica che poi diventerà Leonardo, mi parlò del suo desiderio di far rinascere "Civiltà delle macchine" e mi disse che sarebbe toccato a me dirigerla pensai che fosse una felice pazzia. "Felice" perché era, ed è, un'idea meravigliosa. "Pazzia" perché quella rivista che vollero, e realizzarono, Giuseppe Luraghi e Leonardo Sinisgalli e che quest'ultimo inventò e diresse dal 1953 al 1958 è stata una delle più importanti operazioni culturali del dopoguerra e degli anni della ripresa economica.

Chi si inoltra, o lo ha già fatto, tra gli scritti di Sinisgalli può sentire, a un certo punto, la testa che gli gira. C'è il design, c'è la grande e moderna pubblicità di massa, c'è la ricerca di nomi di marchi famosi, c'è l'intera industria italiana, ci sono tutti gli scienziati italiani, anche Silvio Ceccato che con "Adamo II", un *homunculus* cibernetico, inventò quello che potremmo chiamare il primo "semi-robot" e la prima forma di intelligenza artificiale (e la Chiesa, rivelò lo stesso Ceccato, accettò quel nome perché questo Adamo era "secondo" e poi perché agli uomini di fede era noto che Adamo era stato un peccatore). Ma "Civiltà delle macchine" radunò anche il meglio della cultura umanistica, mandò scrittori nelle fabbriche, spinse i bambini a disegnare sul metallo, scoprì nuovi modi di fare poesia più legata all'età in cui la cibernetica iniziava a dominare. Rifare tale straordinaria operazione editoriale è per questo una "felice pazzia". Io ho la fortuna di non essere uno dei tanti "egomostri" che girano nella vita pubblica italiana e so che mi misuro con un'impresa al di sopra delle mie possibilità ma so, soprattutto, che se si perde il senso del limite si rovina un grande progetto (e se stessi). Per fortuna ho come presiden-

te della Fondazione Leonardo una personalità come Luciano Violante e come vicedirettore di questa rivista Pietrangelo Buttafuoco, una intelligenza rara.

Il grande progetto oggi ha le stesse motivazioni che ebbero Luraghi e Sinisgalli e tutti i grandi innovatori, da Olivetti a Pirelli, che dettero vita a riviste di impresa a forte caratterizzazione culturale. Ed è ciò che ha spinto Gianni De Gennaro e Alessandro Profumo lungo questa strada. Due sono le maggiori motivazioni. La prima è quella di ristabilire un dialogo tra impresa e società, tra impresa e istituzioni, tra impresa e mondi produttori di cultura. Questo approccio è facilitato dal fatto che una grande impresa, e Leonardo è tra le più grandi, produce cultura con quel bagaglio di ricerca scientifica, di immaginazione, di organizzazione del lavoro che sottostà alla sua attività d'industria.

La vecchia "Civiltà delle macchine" era edita da Finmeccanica, questa "Civiltà delle Macchine" è edita da una Fondazione che, guidata da Luciano Violante, si inoltrerà nei terreni difficili della ricerca e del dialogo interculturale, avendo alle spalle non un mecenate ma una impresa radicata in questo paese.

La seconda motivazione è insita nella testata. Oggi dire "macchine" può sembrare troppo poco in epoca di intelligenza artificiale, in cui le macchine spesso non si vedono, eppure ora sentiamo più pressanti i temi del dialogo tra culture che insieme si interrogano sull'etica e sull'umanità.

Non faremo una rivista patinata, niente ricchi premi e cotillon, ma articoli anche lunghi (Sinisgalli lo rivendicava), e immagini stupende spesso regalateci da Telespazio. Siamo una piccola redazione, ma se pensiamo a ciò che è fuori dalle nostre stanze siamo una grandissima redazione, che vuole coinvolgere le intelligenze e i talenti italiani e che vuol dire ai giovani che qui non troveranno risposte ma troveranno tutte le domande anche quelle scritte da loro.

Vorrei far vivere questa rivista nel dialogo con gli studenti delle università e dei licei andando tra di loro a fare insieme quello che noi giornalisti chiamiamo "timone". Vorrei andare a parlarne in una fabbrica. Vorrei dire a chi non fa né una cosa né l'altra che sogniamo di sospingere l'Italia a rivivere la stagione in cui nacque la vecchia "Civiltà delle macchine" con le sue contraddizioni, i suoi problemi, ma la sua ardente voglia di futuro.

Io non ho i talenti di Sinisgalli. Ho fatto altre scelte anche culturali nella vita e ho, scusate la digressione personale, un senso di reverenza verso quegli intellettuali meridionali che seppero leggere il progresso e si collocarono nel suo punto più alto. Vorrei che il suo esempio mi (e ci) spingesse lassù.

TESTO DI  
ROBERTO CINGOLANI  
DANIELE ANDRESCIANI



# MIO FRATELLO ROBOT

*Il progressivo superamento di una concezione elitaria della scienza ha favorito lo sviluppo tecnologico e in particolare della robotica che, negli ultimi decenni, ha compiuto straordinari passi in avanti ideando macchine che, dall'essere statiche e passive, oggi sono in grado di agire in autonomia e con processi di autodeterminazione analoghi a quelli dell'uomo. Questo importante avanzamento solleva tuttavia molti interrogativi di carattere etico e di regolamentazione, di cui non possono essere sottovalutati gli effetti in termini di sostituzione della forza lavoro o persino di una possibile futura convivenza tra le due "specie": l'uomo e il robot. È però nel nesso corpo-mente, caratteristica umana difficilmente eguagliabile dalla realizzazione di un computer, il limite più importante della robotica e che rende di fatto l'uomo non replicabile con una macchina.*

Hannes, mano protesica di derivazione robotica sviluppata da Rehab Technologies Lab con la collaborazione dell'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT) e dell'Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL)

*I-Cub*, robot sviluppato dall'IIT e progettato per supportare la ricerca nel campo dell'intelligenza artificiale



Nella Grecia antica, il termine *banausia* (da *banausos*, “artigiano”, “lavoro manuale, meccanico”) veniva usato per riferirsi al lavoro manuale e all’arte meccanica in generale, con una connotazione negativa: l’artigiano, o chiunque praticasse i mestieri manuali, veniva considerato inferiore a chi svolgeva attività intellettuali. Molti anni dopo, tra XV e inizio del XVIII secolo, si è invece assistito a un processo di rivalutazione della tecnica nella cultura europea. Alcuni dei procedimenti in uso presso tecnici e artigiani per modificare la natura si sono infatti rivelati fondamentali per la conoscenza della realtà naturale. Al contempo, la difesa delle arti meccaniche dall’accusa di indegnità e il rifiuto di far coincidere le attività pratiche con il concetto di schiavitù implicarono una svolta culturale storica, ovvero il superamento di un’immagine elitaria della scienza e la fine della distinzione tra il conoscere e il fare.

In questo contesto di rivalutazione della scienza e delle arti meccaniche, una voce autorevole e originale è stata quella di Francis Bacon, autore di un’importante e lucida trattazione critica del metodo sperimentale e della moralità della scienza e della tecnologia. Nel “*Novum Organum*”, pubblicato per la prima volta nel 1620, il filosofo inglese trattava le condizioni preliminari a ogni lavoro scientifico: l’eliminazione degli *idola*, anticipazioni o pregiudizi che inquinano la mente dello scienziato e l’obiettività del suo lavoro. Questi potevano essere *tribus* (di tutti gli uomini), *specus* (del singolo individuo), *fori* (legati alle polemiche e alle dispute verbali) o *theatri* (dovuti a dogmatismi di tipo filosofico, religioso, culturale). Nella stessa opera, Bacon stigmatizzava l’esistenza di due opposti atteggiamenti antiscientifici che identificava con l’agire dei ragni e delle formiche: i dogmatici razionalisti, privi di contatto con la realtà, sono come i ragni che tessono la loro tela a partire dalla propria bava; gli empiristi, privi di fondamenta teoriche, somigliano alle formiche che accumulano e consumano ciecamente. Il vero scienziato deve unire assetto teorico e sperimentazione, come l’ape che ricava la materia prima dai fiori e l’assimila e la digerisce con la virtù che le è propria.

In un’opera precedente, il “*De sapientia veterum*” (1609), Bacon, sfruttando in modo geniale la figura di Dedalo, aveva già sollevato il tema dell’ambiguità costitutiva della tecnica. Secondo il mito greco, il grande inventore aveva costruito una macchina per far accoppiare Pasifae con un toro e, da tale uso pernicioso della tecnica, nacque il Minotauro divoratore di uomini. A questo punto, Dedalo utilizzò in modo benevolo il proprio ingegno per costruire il celebre labirinto e rinchiudervi il mostro. La struttura aveva bisogno anche di

un sistema di sicurezza, il filo di Arianna, che permise a Teseo di uscire dal labirinto. La metafora è chiara: la scienza e la tecnica possono essere usate contro o a favore dell’uomo, e lo scienziato dev’essere responsabile prevedendo rimedi e limiti alle potenzialità negative delle sue scoperte.

Malgrado siano vecchie di quattro secoli, le idee di Bacone sono straordinariamente attuali; l’intuizione circa l’ambiguità del progresso tecnologico calza perfettamente con le problematiche relative allo sviluppo della robotica e dell’intelligenza artificiale (IA). Definire che cosa sia un robot è impresa non facile, considerato il rapido e continuo sviluppo della robotica. Il termine “robot”, coniato in tempi recenti (Karel Čapek, 1920), supera il concetto di automa e introduce l’idea di una macchina artificiale costruita dall’uomo per svolgere precise funzioni legate soprattutto al mondo del lavoro (in ceco *robot* significa lavoro forzato).

La robotica ha fatto straordinari progressi negli ultimi sessant’anni. Inizialmente i suoi prodotti erano oggetti meccanici, statici, passivi, ripetitivi ed esecutivi mentre oggi i robot stanno divenendo realtà autonome e mobili in grado di svolgere funzioni generali, non soltanto specifiche; possono avere capacità di apprendimento e di adeguamento all’ambiente, e agire in modo autonomo, senza il controllo di un operatore. I robot più avanzati hanno abilità cognitive paragonabili a quelle di un primate; sono in grado di comunicare mediante il riconoscimento della parola e possono avere espressioni che imitano alcune emozioni umane nelle loro manifestazioni esteriori.

Oggi si discute molto della possibilità di realizzare robot muniti di un’intelligenza artificiale talmente avanzata da sviluppare capacità decisionali e processi di autodeterminazione analoghe a quelle dell’uomo. Di fatto, nell’immaginario collettivo e nella rappresentazione che ne viene fatta dai mass media, dalla letteratura, dai film e dalle serie televisive, il robot si presenta sempre più come un’entità dotata di un corpo meccanico che pensa e si comporta come un essere umano. La realtà non è così scontata: è necessario mettere un po’ di ordine tra questi concetti.

La prima cosa da fare è convenire su una classificazione semplice e univoca delle macchine autonome e intelligenti con le loro differenti caratteristiche. Spesso robot, umanoidi e intelligenza artificiale vengono trattati come se fossero la stessa cosa, ma non è così. Occorre in primo luogo distinguere tra due grandi tipologie di macchine: le macchine dotate di un corpo (*embodied*) e quelle che non ce l’hanno (*non-embodied*). In secondo luogo occorre distinguere se le macchine, *embodied* o *non-embodied*, siano dotate di una qualche forma di intelligenza artificiale (cioè se siano stupide o intelligenti).



*Mechanical Man*, immagine realizzata digitalmente dall’illustratore Bill McConkey con il fotomontaggio di strumenti a fiato



Le macchine *embodied* sono in grado di attuare movimenti e di produrre lavoro fisico. Sono macchine che conosciamo bene: ruspe, sistemi di automazione e tutte quelle tecnologie che sostituiscono l'uomo nel lavoro fisico, oppure lo affiancano aumentandone le prestazioni (ad esempio la forza, la precisione, la velocità di esecuzione ecc.). Di solito queste macchine sono "stupide": sono programmate per operare in modo automatico svolgendo lavori gravosi o ripetitivi per aumentare la produttività e le prestazioni degli operatori che le usano. Essendo guidate o programmate dall'uomo non prendono decisioni autonome: il loro agire dipende dal programma o dal pilota, ovvero dall'essere umano.

In tempi recenti alcune macchine *embodied* sono state dotate di intelligenza artificiale acquisendo crescenti capacità cognitive e decisionali. Possono essere macchine non antropomorfe, ad esempio le auto a guida autonoma, oppure veri e propri umanoidi sviluppati per interagire con gli esseri umani e supportarli. La capacità di prendere decisioni autonome, senza il controllo di un operatore, è una grande sfida tecnologica che tuttavia solleva molti interrogativi in termini etici e di regolamentazione. Infatti, benché robot intelligenti di questo tipo siano progettati per sostituire l'uomo in situazioni pericolose o per affiancarlo in caso di necessità, non sono da sottovalutare né il loro impatto sulla forza lavoro (la sostituzione dell'operatore umano in lavori di routine con robot intelligenti) né il problema della futura convivenza tra le due specie: l'uomo e il robot, entrambi "pensanti" ma con logiche e funzionamento completamente differenti.

I prodotti tecnologici *non-embodied* non sono in grado di compiere lavoro o di fare movimenti, e fanno parte di quelle tecnologie comunemente chiamate "digitali" che vanno dalle telecomunicazioni all'intelligenza artificiale. Anche per questo tipo di prodotti possiamo fare una distinzione simile alla precedente. Alcune macchine senza corpo, come ad esempio la TV e la radio, che da tempo sono diventate oggetti di utilizzo quotidiano e da cui l'uomo è quasi dipendente, sono "stupide". Esse processano e trasmettono informazioni, sia audio che visive, e hanno aperto il mondo delle comunicazioni alla società moderna. Le macchine *non-embodied* sono diventate progressivamente sempre più "intelligenti". A partire dallo smartphone per arrivare ai supercomputer, esse sono oggi in grado di svolgere calcoli ad altissima velocità; da qualche milione di operazioni al secondo di uno smartphone ai milioni di miliardi di operazioni al secondo di un supercomputer. Ciò è avvenuto negli ultimi anni grazie alla crescente miniaturizzazione dei circuiti integrati che ha permesso ai dispositivi elettronici di effettuare un numero sempre più elevato di operazioni

al secondo, a parità di potenza elettrica consumata, e di memorizzare quantità di dati sempre maggiori nelle memorie di massa.

Negli ultimi cinquant'anni il progresso delle tecnologie elettroniche ha seguito la legge di Moore in base alla quale, ogni 18 mesi (circa), il numero di transistor di un circuito integrato raddoppia: siamo passati da qualche migliaio di transistor nel 1970 a circa 20 miliardi nel 2016. Contemporaneamente il progresso nella manifattura ha consentito di diminuire la potenza elettrica consumata dai transistor in misura proporzionale alla riduzione delle loro dimensioni (la cosiddetta "legge di scala di Dennard"). Questo ha portato alla costante e inarrestabile crescita delle capacità computazionali alla quale abbiamo assistito negli anni più recenti. L'aumento della velocità di calcolo e della capacità di immagazzinamento dei dati ha consentito la realizzazione di dispositivi elettronici sempre più sofisticati che hanno determinato l'attuale rivoluzione digitale. Internet, i motori di ricerca, la telefonia mobile, i social network, i big data, l'industria 4.0, la sanità digitale, i modelli previsionali in ambiti finanziari, sociali, sanitari e climatologici sono tutte conseguenze, dirette o indirette, dell'evoluzione tecnologica dei transistor.

I computer oggi possono gestire quantità enormi di dati, sottoporli in maniera velocissima ad analisi statistiche, e applicare modelli matematici che consentono di prevedere situazioni e scenari futuri (ad esempio in campo economico, medico, climatologico) ma anche imitare i processi cognitivi del cervello umano realizzando quella che comunemente chiamiamo "intelligenza artificiale". Sono nati così i motori di ricerca che tutti utilizziamo e le intelligenze artificiali che superano l'uomo in attività di natura pesantemente computazionale.

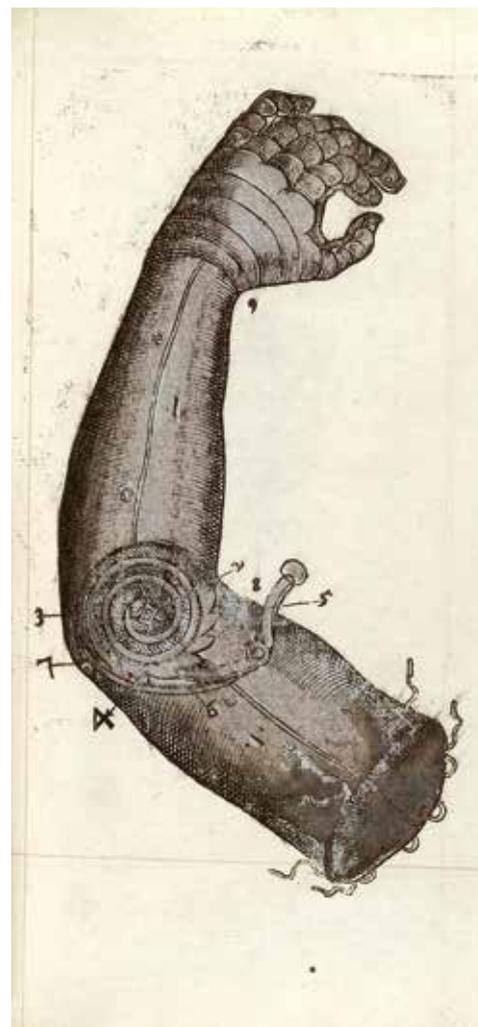
Ma come si può paragonare la potenza di calcolo di un computer elettronico con quella di un cervello umano? L'unità di misura del calcolo sono i FLOPS (Floating Point Operations Per Second) ovvero il numero di operazioni binarie che al secondo un computer è in grado di fare. I più potenti supercomputer oggi disponibili sono in grado di svolgere decine di PetaFLOPS o meglio decine di milioni di miliardi di operazioni al secondo. Potenze di calcolo così elevate consentono di processare milioni di miliardi di istruzioni al secondo e si avvicinano alla capacità di calcolo necessaria per simulare, in maniera precisa, gli organismi biologici complessi. Va ricordato che non è possibile misurare in PetaFLOPS la potenza di calcolo del cervello umano, essenzialmente perché il principio di funzionamento della mente non è basato su operazioni elettroniche digitali. Tuttavia per avere uno strumento di paragone possiamo usare un'unità di misura empirica chiamata MIPS (Million Instructions Per Second),

cioè il numero di istruzioni che al secondo possono essere processate da un elaboratore, sia esso biologico o artificiale. Una capacità di 1000 MIPS è sufficiente per riprodurre il funzionamento completo di un organismo complesso come la lucertola, mentre 1 miliardo di MIPS è necessario per poter simulare un essere umano. Lo sviluppo di computer e software progressivamente più potenti va verso i milioni di MIPS; ci avviciniamo sempre di più alle prestazioni biologiche, ma con consumi energetici incomparabilmente superiori.

La disponibilità di macchine di calcolo via via più potenti sposta costantemente in avanti il limite dell'intelligenza artificiale, e di pari passo consente lo sviluppo di macchine *embodied* più performanti (ad esempio dotate di vista, tatto e capacità biomeccaniche) e rende realistica l'ipotesi di robot le cui prestazioni siano sempre più vicine a quelle umane. È interessante notare che fintantoché le performance fisiche e intellettive delle macchine si sono sviluppate separatamente, esse non hanno costituito per noi una fonte di apprensione. Non abbiamo mai temuto che una macchina come il computer potesse svolgere dei calcoli più rapidamente di noi o che un robot potesse essere più forte e preciso di noi nello svolgimento di un lavoro fisico. Anzi, gran parte del progresso industriale si è sviluppato grazie all'uso di macchine che aumentavano le performance umane in specifici ambiti, asservendole ai nostri scopi.

La separazione tra i "poteri" (fisico e intellettuale) delle macchine ci ha fatto sentire sicuri. La condizione in cui il computer "pensa più velocemente di noi ma non può muoversi" e il robot "è più forte di noi ma non pensa" ha tutelato a lungo la supremazia dell'uomo rispetto alle sue creature tecnologiche. Robotica e intelligenza artificiale sono due mondi nati da realtà e tecnologie diverse: mecatronica e *computer science*, rispettivamente. Nel tempo queste hanno prodotto tecnologie "incomplete", rispetto all'essere umano, poiché emulavano in modo efficace soltanto una parte delle nostre potenzialità, fisiche (forza, durata, precisione) o cerebrali (calcolo, memoria, processo logico), e sono diventate di uso comune senza troppi problemi. Nessuno si è sentito minacciato da un computer che vincessesse una partita a scacchi perché, quello stesso computer, non aveva un corpo e non era in grado di fare altro. Nessuno temeva una macchina che sollevasse tonnellate con disarmante facilità e precisione perché essa non aveva alcuna capacità cognitiva. Nel momento in cui queste due tecnologie hanno cominciato a contaminarsi sono nate le macchine intelligenti capaci di muoversi e di agire prendendo decisioni autonomamente e dalle quali noi ci sentiamo minacciati in quanto specie dominante. Nell'immaginario collettivo,

***Nell'immaginario collettivo e nella rappresentazione che ne viene fatta dai mass media il robot si presenta sempre più come un'entità dotata di un corpo meccanico che pensa e si comporta come un essere umano. La realtà non è così scontata***



se il robot forzuto è anche in grado di pensare e se il computer che ci batte a scacchi diventa pure capace di correre, l'uomo è in pericolo perché può perdere il controllo delle sue creature artificiali.

Le macchine intelligenti e autonome (A/IS, Autonomous Intelligent Systems) rappresentano una vera e propria rivoluzione tecnica, scientifica e culturale, e sono forse la più grande conseguenza delle nanotecnologie; esse cominciano seriamente a misurarsi con la nostra società e con la cultura e i costumi che ci appartengono, sollevando dubbi, ansie e timori. Ma dobbiamo porci una domanda: si tratta di timori fondati? Come tutte le realtà nuove e inconsuete, questa rivoluzione-evoluzione non va temuta, piuttosto va studiata e capita.

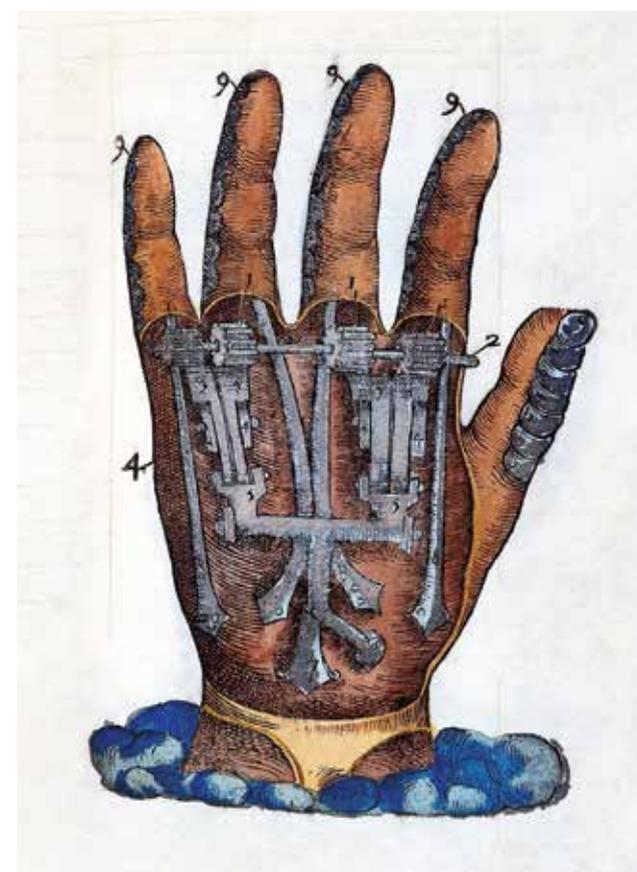
Nel corso della storia della tecnologia, ricercatori e scienziati hanno lavorato duramente per raggiungere l'obiettivo di creare robot sempre più simili all'uomo e intelligenze via via più somiglianti a quella umana. L'espressione "intelligenza artificiale" è stata coniata nel 1956 dal matematico americano John McCarthy; da allora, man mano che i risultati tecnici e scientifici sono progrediti, scienziati e filosofi hanno iniziato a riflettere con passione e senso critico su quanto si possa parlare di "intelligenza" riferendosi alle macchine, e quanta analogia possa esserci tra la macchina e l'uomo. Negli anni Sessanta vengono pubblicati i primi saggi su questo argomento. Con lungimiranza vengono individuati molti ostacoli che la ricerca sull'intelligenza artificiale incontrerà negli anni successivi, causati soprattutto dalla forte differenza tra i risultati cognitivi ottenuti dalle macchine e quelli tipici degli esseri umani. Nel 1969 Marvin Minsky e Seymour Papert, nel volume "Perceptrons", evidenziano i limiti delle prime reti neurali artificiali da loro realizzate. Data l'autorevolezza degli autori, la pubblicazione di "Perceptrons" spegne l'entusiasmo creatosi attorno a questo argomento e determina una consistente riduzione dell'interesse scientifico ed economico nei confronti dell'IA; tale condizione si prolunga sino ai primi anni Novanta, quando, grazie all'accelerazione delle tecnologie elettroniche e all'aumento delle prestazioni dei computer, la ricerca nel campo dell'intelligenza artificiale riprende con grande decisione. Ci si concentra sull'agente intelligente come entità autonoma e fioriscono studi sui software intelligenti e sugli agenti intelligenti *embodied* in un sistema fisico. Incoraggiati dai risultati ottenuti con i computer di nuova generazione, negli scienziati si rinnova la speranza di costruire robot intelligenti; di inserire cioè un'intelligenza artificiale in un corpo sintetico per imitare l'essere umano.

I progressi nella sensoristica consentono di costruire sistemi di visione e di percezione molto avanzati; vengono realizzati sensori tattili e sistemi uditivi integrati in robot con capacità biomeccaniche sempre migliori.

Gli algoritmi di controllo evolvono rapidamente e l'elettronica e i computer consentono di immagazzinare e utilizzare gli stimoli che provengono dai sensori per consentire al robot di muoversi in autonomia e, grazie alle prime intelligenze artificiali *embodied*, persino di iniziare a prendere delle decisioni. Molti di questi sistemi si rivelano utili per risolvere problemi importanti per l'uomo e per la società, ma fanno anche tornare in auge un'antica questione: possono gli esseri umani diventare obsoleti? Minsky aveva scritto: «I robot ereditano la Terra? Sì ma quei robot saranno i nostri figli!».

Per decenni corpo e mente erano stati studiati e imitati separatamente, dando origine a macchine molto potenti e precise, o a "cervelli elettronici" dalle straordinarie capacità computazionali; con l'avvento delle macchine intelligenti si iniziano a integrare sistemi meccatronici con capacità sensoriali e prestazioni biomeccaniche simili a quelle del corpo umano e sistemi di calcolo con potenze computazionali paragonabili o superiori a quelle del cervello umano. L'integrazione di questi due mondi tecnologici in macchine intelligenti costituite da robot dotati di intelligenza artificiale costituisce un passo importantissimo nella storia della scienza e della tecnologia e l'inizio di quella che si prospetta come una rivoluzione non solo tecnica ma anche antropologica, legale ed etica. Tuttavia un'analisi oggettiva delle potenzialità e dei limiti degli A/IS mostra un ostacolo fondamentale che esse devono superare: la difficilissima riproduzione del nesso inscindibile tra corpo e mente, tipico dell'uomo e degli esseri viventi più evoluti.

La distinzione tra corpo e mente può in prima istanza valere per la coppia robot-intelligenza artificiale, ma certamente non è applicabile agli esseri viventi, e in particolare all'uomo: l'orchestrazione corpo-mente dell'uomo e quella corpo-intelligenza artificiale dell'umanoide sono completamente diverse. Nell'uomo, corpo e cervello sono profondamente interconnessi e sinergici; nessuno dei due ha un ruolo dominante: ciò che conta è l'orchestrazione, l'armonica e perfetta sinergia delle loro funzioni. L'apparato muscoloscheletrico umano si è evoluto di pari passo al sistema cognitivo con un processo di adattamento reciproco, mediato dalla biochimica della vita (ormoni, metabolismo ecc.). Lo stato emotivo condiziona la risposta fisica del corpo: la rabbia moltiplica le nostre forze, la paura ci fa vigili e concentrati e la tenerezza ci rende particolarmente delicati. Le fibre responsive che costituiscono i muscoli del corpo umano si contraggono e si rilassano grazie a stimoli nervosi consapevoli e inconsapevoli, correlati a stati mentali e a decisioni relative al nostro movimento o alle nostre necessità. Nel nostro corpo esistono sinergie, sviluppatasi in miliardi di anni, che sfruttano meccanismi biologici attualmente non riproducibili nei robot.



← Illustrazioni di protesi meccaniche contenute in *Instrumenta chirurgiae et icones anathomicae*, di Ambroise Paré, 1564

**Con gli standard tecnologici attuali è impossibile ipotizzare un sistema semovente capace di pensare come l'uomo e con le sue stesse capacità mentali e biomeccaniche**



Un lungo lavoro di integrazione è stato fatto, ma ancora c'è tanta strada da fare per rendere sinergici e compatibili l'attuatore motorizzato, che realizza il movimento, e il computer, che tale movimento deve comandare. Nella macchina intelligente una scheda elettronica computa algoritmi complessi che generano segnali digitali; questi a loro volta comandano interruttori e amplificatori che immettono correnti elettriche nei motori del robot, mediante un processo tuttora dispendioso e rudimentale rispetto a quello biologico. Nell'essere umano al posto della corrente elettrica, un flusso di elettroni, ci sono impulsi nervosi: pacchetti di ioni che si muovono in acqua, l'elemento che costituisce circa il 60% del corpo di un uomo adulto. Il robot segue le leggi dell'elettricità, il corpo umano quelle della biochimica.

Dopo aver descritto come si è realizzato lo storico salto tecnologico che ha dato origine alle macchine autonome e "pensanti", è utile fornire alcuni dati importanti per confrontare le loro caratteristiche e performance con quelle dell'uomo. Innanzitutto è necessario fare un raffronto che potremmo definire "ecologico-costitutivo": l'uomo, come tutte le entità organiche, biologiche, naturali, è composto per il 99% da 6 atomi (ossigeno, carbonio, idrogeno, azoto, calcio e fosforo). Esso è progettato per crescere e, al termine della sua vita, dissociarsi in questi 6 atomi. Qualunque macchina artificiale, invece, richiede dai 30 ai 50 atomi, è progettata per essere assemblata nel minor tempo possibile e, a fine ciclo vita, qualcuno la dovrà disassemblare per recuperare i materiali. Per assemblare un'automobile ci vogliono 4 ore, per disassemblarla 40 ore e si deteriorano molte parti.

Dal punto di vista del rapporto mente-corpo l'uomo ha un sistema che si è ottimizzato in 3 miliardi di anni di evoluzione: un lunghissimo lasso di tempo nel quale egli ha sviluppato straordinarie capacità di adattamento e di apprendimento. È ancora enorme il gap che la tecnologia deve superare per competere con i risultati dell'evoluzione umana. Il sistema di stabilità e di equilibrio dinamico dell'uomo è solo lontanamente imitabile dalla tecnologia: si può dare equilibrio a un robot utilizzando dei giroscopi (come quelli dei telefoni cellulari o degli aeroplani), ma i risultati non sono minimamente comparabili alle prestazioni del sistema vestibolare di un atleta o di un'acrobata.

Se ci soffermiamo poi a considerare il nesso corpo-mente, scopriamo che esso è difficilmente eguagliabile dalla realizzazione di un computer connesso ad attuatori di movimento e a sensori. Grazie alla sua lunga e complessa evoluzione, oggi il cervello umano funziona in modo sinergico col corpo: lo stesso gruppo di neuroni che controlla la vista supervisiona anche l'attività di manipolazione, il gruppo che controlla la lingua supervisiona l'attività di comprensione del

linguaggio e così via. Attualmente è impossibile trasferire nelle macchine le sinergie mente-attuazione, tipiche dell'uomo, perché l'intelligenza elettronica e il corpo meccatronico funzionano con meccanismi diversi da quelli biologici. Inoltre è difficile pensare a macchine autonome intelligenti (A/IS) in grado di comunicare ad alto livello con gli uomini usando la semantica del corpo, interpretando correttamente i semplici gesti umani e capendone le intenzioni. Il linguaggio non verbale è parte importante della comunicazione umana: un ammiccamento o un volto contrariato possono dire più di mille parole; sono un tipo di comunicazione estremamente intuitiva e veloce che usiamo continuamente, ma molto difficile da insegnare alle macchine.

Vi è, infine, un altro aspetto centrale nel paragone tra uomo e A/IS: questi ultimi hanno bisogno di una quantità di energia enormemente più grande (anche milioni di volte) per processare le istruzioni (MIPS o le operazioni PetaFLOPS equivalenti) necessarie al funzionamento di un'entità biologica complessa come quella umana. La capacità computazionale di alcune macchine può anche arrivare a centinaia di PetaFLOPS, tuttavia nella pratica hanno bisogno di potenze elettriche enormi (decine di milioni di watt), sono grandi come una stanza e usano enormi centrali di raffreddamento e una centrale elettrica indipendente. Il cervello umano è una "palla" che pesa meno di due chili ed è alimentata dal metabolismo degli zuccheri con poche decine di watt! Dunque, con gli standard tecnologici attuali, è impossibile ipotizzare un sistema semovente capace di pensare come l'uomo e con le sue stesse capacità mentali e biomeccaniche.

Le big data companies, che gestiscono i grandi apparati di *storage*, potrebbero offrire una parziale soluzione al dilemma apparentemente insolubile tra "capacità intellettuale" e dispendio di energia da parte della macchina. I robot probabilmente resteranno "stupidi" e con una capacità computazionale individuale limitata (intorno a un miliardo di operazioni al secondo, paragonabile a quelle di un buon computer che consuma qualche centinaio di watt). Questa limitata "intelligenza" potrà essere impiegata per muoversi bene, mentre tutta la parte "cognitiva" dovrà essere gestita in modo diverso. Si può ipotizzare la creazione di una mente unica a cui tutti i robot saranno collegati, una sorta di repository globale dell'intelligenza delle macchine che utilizzerà il *cloud* per conservare tutte le informazioni e le "cose imparate" dai robot; ciascuna

macchina potrà fare l'upload delle proprie esperienze e il download di quelle altrui.

Si tratta di uno scenario affascinante in cui, alla memoria e all'intelligenza individuale degli esseri umani, si contrappone una memoria e un'intelligenza unica e condivisa per i robot. Queste macchine potrebbero comportarsi come uno sciame, dotato di un'intelligenza unica cui contribuiscono tutti i suoi individui: una specie che non ha equivalente nel mondo biologico e con la quale forse un giorno dovremo imparare a convivere.

Difficile dire quanto sia realistico questo scenario. Le difficoltà tecnologiche da affrontare sono ancora enormi. Le tecnologie wireless velocissime necessarie a dialogare in tempo reale con il *cloud*, ove dovrebbe risiedere l'unico grande intelletto a cui attingono tutti i robot (ricorda l'intelletto agente di Avicenna), non sono disponibili ovunque e richiedono infrastrutture di rete molto complesse (ad esempio una rete 5G capillare). È probabile che siano molto più entusiaste e interessate a queste tecnologie le aziende che non costruiscono robot rispetto a quelle che lo fanno: queste ultime sanno che i robot da soli saranno sempre inferiori all'uomo, mentre le prime ritengono che un'intelligenza artificiale globale unica possa essere molto performante.

Pur con tutte le limitazioni appena esposte, già oggi si solleva un potenziale problema regolatorio ed etico: il giorno in cui si avranno macchine autonome e intelligenti (A/IS) sufficientemente sofisticate e computer potenti quanto basta, con quali regole verrà gestita l'intelligenza globale del pianeta, il *global repository of intelligence* che diventerà il *cloud*? E chi lo gestirà? Gli Stati oppure le grandi aziende? E qualora si riuscisse ad avere A/IS con una intelligenza elevatissima non condivisa nel *cloud*, ma residente individualmente in ciascuna macchina (scenario davvero improbabile al momento), come verranno trattate queste entità a tutti gli effetti non biologiche ma capaci di intendere e di volere?

Le macchine intelligenti potranno diventare capaci di intendere e di volere ma di sicuro non condivideranno la nostra stessa biologia. Sarà più semplice affrontare il problema pensando di avere a che fare con una razza aliena o dovremo cercare di adattare le regole che abbiamo sviluppato per noi stessi? Si tratta di questioni aperte a cui abbiamo il dovere di pensare, senza catastrofismi o eccessivi ottimismo, ma intersecando la storia, la filosofia e le scienze umane con i nuovi orizzonti della tecnologia. ■

---

*Non abbiamo mai temuto che un computer potesse svolgere dei calcoli più rapidamente di noi o che un robot potesse essere più forte e preciso nello svolgimento di un lavoro fisico. Anzi, gran parte del progresso industriale si è sviluppato grazie all'uso di macchine che aumentavano le performance umane in specifici ambiti, asservendole ai nostri scopi*

---

R1, robot dell'IIT progettato per lavorare in ambito domestico e professionale

<sup>1</sup>Il testo è tratto dagli atti, in corso di pubblicazione, del workshop "Roboetica. Persone, macchine e salute", Pontificia Accademia per la Vita, 25-26 febbraio 2019, Città del Vaticano.



Miniera di Bayan Obo,  
Mongolia Interna, Cina

TESTO DI  
**PIETRO GRECO**

# LA SFIDA DELLE TERRE RARE

**S**ono 15, più 2; sono elementi chimici particolari: lucenti come tutti i metalli e piuttosto malleabili. Ed è assolutamente vero che hanno un valore strategico, tanto da suscitare gli incubi sia in alcuni manager di industrie *hi-tech* che in alcuni Stati maggiori. Non è facile estrarli dai minerali dove si trovano in natura. Per questo li chiamano "terre rare": ma tale definizione è sbagliata. Perché si tratta di elementi chimici piuttosto diffusi sul pianeta Terra. Tanto che la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) ha imposto di chiamarli, più propriamente, "lantanoidei": elementi che somigliano al lantanio.

Da un punto di vista chimico, sono ben caratterizzati. Hanno un numero atomico (o, meglio, un numero di protoni nel nucleo e, quindi, di elettroni) compreso tra il 57 del lantanio e il 71 del lutezio. Però anche agli occhi di un chimico presentano delle evidenti anomalie: più cresce il numero atomico, ad esempio, e più diminuisce la dimensione. Il motivo è chiaro: gli elettroni che aumentano di numero vanno a riempire orbitali interni, chiamati "orbitali f" e non diventano pertanto elettroni di valenza. Fuori dal gergo scientifico significa che non partecipano alle reazioni chimiche. Ciò vuol dire, in buona sostanza, che tutte le terre rare, o meglio i lantanoidi, hanno proprietà molto simili. E un tempo li si riteneva "rari" solo perché risultavano difficili da ottenere dai minerali che li contenevano e da separare gli uni dagli altri.

È anche a causa della loro struttura elettronica che i lantanoidi presentano proprietà fisiche particolari e utili. Ad esempio esercitano un magnetismo che resiste anche alle alte temperature, pur essendo duttili e malleabili. Sono queste caratteristiche che li rendono pressoché insostituibili per la produzione di una lunga serie di beni *hi-tech*. Non è possibile elencarli tutti, diciamo solo che sono ben difficili da sostituire nell'industria

civile informatica, energetica e nella meccanica di precisione, oltre che nei sistemi d'arma avanzati, tra cui quelli a "energia diretta", capaci cioè di inviare sul bersaglio onde elettromagnetiche e, dunque, laser, onde acustiche, plasma.

In sintesi: i lantanoidi hanno un valore strategico. Tutti, a iniziare dalle grandi potenze tecnologiche e militari, ne hanno bisogno. In un rapporto di qualche anno fa, il DOE (Dipartimento per l'energia degli Stati Uniti) indicava 14 materiali strategici. Ebbene, tra di loro, sottolineava non senza preoccupazione per la sicurezza del paese, ben 9 erano lantanoidi.

Ma se queste "terre" non sono più definibili "rare", perché costituiscono un problema? Beh, il motivo è semplice. I lantanoidi sono presenti in buona quantità sul pianeta Terra, ma i minerali da cui è possibile estrarli non sono distribuiti in maniera uniforme. Gli Stati Uniti ne hanno qualche miniera, ma non sono in numero sufficiente per soddisfare la domanda dell'industria civile e militare del paese. Lo stesso vale per l'India. In definitiva: oltre l'80% della produzione mondiale di terre rare è cinese. Pechino detiene il monopolio pressoché assoluto di questi minerali. E infatti già alcuni decenni fa Deng Xiaoping, l'uomo che ha avviato la riforma dell'economia cinese, sosteneva che se il petrolio è l'oro degli arabi, le terre rare sono l'oro della Cina.

Per avere un'idea della posta in gioco, basti ricordare che alcuni analisti ritengono che il mondo investirà da qui al 2050 qualcosa come 8300 miliardi di dollari in energia solare ed eolica. E che le tecnologie per trarre energia da queste fonti rinnovabili e *carbon free* non potranno fare a meno delle terre rare. In altre parole, il cambiamento del paradigma energetico dai combustibili fossili alle fonti rinnovabili comporterà lo sviluppo di batterie per una capacità complessiva di 1291 gigawatt (pari alla potenza di circa 1300 centrali nucleari). E tutta questa enorme quantità di batterie avrà bisogno di terre rare. Ciò significa che se non si troveranno nuove miniere di questi speciali metalli in altre parti del mondo la Cina controllerà l'energia del futuro. Ma un discorso analogo deve essere fatto per l'industria elettronica, sia essa civile che militare. E anche per l'industria aerospaziale. La domanda che molti si pongono negli Stati Uniti e non solo è: possiamo noi dipendere dalla Cina in questi settori strategici? Certo che no. È anche per questo che tra i tanti beni di origine cinese su cui Donald Trump ha imposto i dazi non figurano le terre rare.

La politica di Pechino finora è stata quella di andare incontro alla domanda mondiale, compresa quella degli Stati Uniti. Anzi finora il 57% delle terre rare prodotte è stato destinato al mercato estero. Ma vi sono due incognite che preoccupano gli americani e anche gli europei: la domanda interna cinese di questi materiali è prevista in rapidissima crescita, con un



incremento straordinario del 15% in media annuo. La notizia che preoccupa il mondo è che Pechino prevede, nel contempo, di diminuire la quota delle esportazioni, in modo che non superi il 30% della produzione totale. Il restante 70% dovrà essere destinato alle industrie cinesi. Il che significa avvantaggiare in maniera sensibile la competitività del grande paese asiatico in settori, appunto, strategici.

Di più. Il conflitto dei dazi innescato da Donald Trump rischia di consegnare a Pechino un'arma di ricatto davvero efficace. Se la guerra economica si inasprirà e sarà portata alle estreme conseguenze, Pechino potrebbe decidere di bloccare del tutto il flusso di terre rare verso gli Stati Uniti, creando a Washington problemi difficili da gestire. Per molto meno, in passato, sono scoppiate guerre guerreggiate.

Le opzioni in campo sono tre: due realistiche e una avveniristica. La prima è smetterla con il conflitto sui dazi, in modo da rendere meno minacciosa l'arma di ricatto che ha in mano Pechino. La seconda è aumentare gli sforzi per trovare altrove nuove fonti di terre rare. Alcuni risultati preliminari sembrano incoraggianti per i nuovi "cercatori d'oro": in Giappone pare sia stata trovata una nuova vena interessante. La terza opzione è mettere a punto nuove tecnologie capaci, a parità di prestazione, di fare a meno dei lantanoidi. Ma queste tecnologie, esse sì, sono davvero rare. ■

***I lantanoidi sono presenti in buona quantità sul pianeta Terra, ma i minerali da cui è possibile estrarli non sono distribuiti in maniera uniforme. Pechino detiene il monopolio pressoché assoluto di questi minerali***

Elemento delle terre rare da adibire alla lavorazione in uno stabilimento cinese

## Cosa sono le terre rare

TESTO DI  
MARCO ROSSI E MAURO VARASI

La moderna tecnologia ricorre alle terre rare nelle più avanzate soluzioni. Anche le tecnologie e i prodotti Leonardo includono a vari livelli l'utilizzo delle terre rare: dal neodimio (Nd) e il samario (Sm) nei magneti più performanti all'ittrio (Y), l'itterbio (Yb) e il tulio (Tm) per i risuonatori delle cavità laser, all'erbio (Er)



ERBIO

per l'amplificazione ottica in fibra. Così si producono le batterie e i magneti per i sistemi di propulsione elettrica delle piattaforme e i laser che costituiscono l'elemento base di molti sistemi elettro-ottici dell'azienda. Ma l'utilizzo delle terre rare è ormai talmente pervasivo – basti citare il tantalio (Ta) dei condensatori – da rendere strategico il presidio, seppur indiretto, della loro disponibilità attraverso la *supply chain* dei materiali e dei dispositivi che li incorporano.

Silenziose protagoniste dei maggiori sviluppi tecnologici degli ultimi venti anni, le cosiddette "terre rare" sono dunque presenti in maniera quasi ubiquitaria in numerose tecnologie chiave qua-

li superconduttori, fibre ottiche e hardware ecc. La definizione stessa di questi 17 elementi – che comprendono i 15 lantanoidi, oltre all'ittrio e allo scandio – può facilmente risultare fuorviante. Innanzitutto la "rarietà" di questi ultimi non è tanto attribuibile a una presenza ridotta nella crosta terrestre: i principali metalli rari sono, in realtà, presenti in percentuali superiori a metalli quali oro, argento e platino. Tuttavia, la bassa concentrazione dei loro depositi e la tendenza a presentarsi legati tra loro o ad altri minerali, ne rendono l'estrazione e il perfezionamento particolarmente complessi dal punto di vista chimico, nonché poco sostenibili da quello economico e ambientale.<sup>1</sup> A questo si aggiunge una singolare distribuzione geografica. Poco più di un terzo delle riserve mondiali – stimate in 120 milioni di tonnellate dallo United States Geological Survey – è infatti situato in Cina, paese che grazie a enormi giacimenti come quello di Bayan



ITTRIO

Obo, nella Mongolia Interna, si è attestato come il maggiore esportatore di questi metalli.<sup>2</sup> Brasile, Vietnam, Russia, India e Australia dispongono a loro volta di importanti giacimenti, il cui sfruttamento è stato tuttavia promosso solo nel corso dell'ultimo decennio.

Per quanto il ruolo di questi elementi in diverse applicazioni tecnologiche fosse ben noto già dalla metà del XX secolo – l'eurobio (Eu) ha giocato un ruolo chiave nella transizione verso schermi televisivi a colori, mentre il cerio (Ce) è da tempo presente nelle marmitte catalitiche di un gran numero di automobili – la crescita dell'industria *hi-tech* ha reso le terre rare un componente imprescindibile per superiorità tecnolo-

gica e sostenibilità. Basti pensare al ruolo giocato da questi metalli nell'ultima rivoluzione digitale, resa in gran parte possibile dal loro utilizzo nelle fibre ottiche, nei dischi fissi e nei nuovi schermi miniaturizzati e interattivi. Il settore dell'aerospazio e della difesa, sempre più proteso verso lo sviluppo di soluzioni duali e coinvolto nella progettazione di tecnologie digitali via via più sofisticate, non fa eccezione. Il neodimio, con le sue straordinarie caratteristiche magnetiche e la sua leggerezza, è un componente essenziale per i cosiddetti "magneti permanenti" (*NdFeB magnets*) presenti negli attuatori, nei sistemi di controllo e in quelli elettro-ottici di numerosi velivoli civili e militari, nonché nei sistemi di comunicazione satellitare.<sup>3</sup> L'ittrio è spesso utilizzato per sistemi di puntamento laser, mentre il samario trova spazio nei motori elettrici dei velivoli a pilotaggio umano e remoto, fondamentali per accrescere la so-



TANTALIO

stenibilità e ridurre l'impatto ambientale del trasporto aereo. Data la loro importanza in settori così strategici, non sorprende che le terre rare abbiano rapidamente superato i confini della tavola periodica per assumere un ruolo critico nell'attuale scacchiere geopolitico. Fino alla prima metà degli anni Ottanta, gli Stati Uniti rappresentavano infatti il principale produttore a livello internazionale, posizione che aveva consentito al paese di affermarsi come centro di eccellenza mondiale per la ricerca e lo sviluppo di componentistica come magneti ad alta prestazione, fondamentali per garantire il primato di grandi aziende quali IBM. Entro i primi anni 2000, lo sfruttamento dei grandi depositi

della Mongolia Interna aveva tuttavia permesso alla Cina di controllare il 95% della produzione mondiale e dominare la distribuzione. Questa condizione di virtuale monopolio è divenuta critica nel 2010, quando la decisione da parte cinese di ridurre del 40% l'esportazione di terre rare ha indotto Stati Uniti, Unione europea e Giappone, preoccupati per le gravi ripercussioni sulle rispettive basi tecnologico-industriali, ad appellarsi all'Organizzazione Mondiale del Commercio per violazione delle norme sugli scambi internazionali.<sup>4</sup> Nonostante il verdetto del 2015 a favore del blocco importatore, la crisi ha spinto per la prima volta i maggiori attori internazionali a rivalutare o talvolta a creare *ex novo* politiche di approvvigionamento, produzione e stoccaggio delle terre rare e, nel caso di grandi aziende attive nell'alta tecnologia – come Honda e Siemens – a investire nello sviluppo di soluzioni in grado di ridurre la componente di terre rare nelle bat-



SCANDIO

terie ibride e nelle turbine eoliche.<sup>5</sup> Tutte le iniziative descritte, così come un riequilibrio nella catena di distribuzione, saranno fondamentali per garantire che questi discreti, ma fondamentali metalli, continuino a rivestire un ruolo primario in tecnologie sempre più sofisticate e adatte ad affrontare grandi sfide come mobilità sostenibile e connettività.

<sup>1</sup> Si veda [www.web.mit.edu/12.000/www/m2016/finalwebsite/elements/ree.html](http://www.web.mit.edu/12.000/www/m2016/finalwebsite/elements/ree.html).

<sup>2</sup> Si veda [www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare\\_earths/](http://www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earths/).

<sup>3</sup> Si veda [www.publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC103778/materials%20supply%20bottleneck\\_online%20version.pdf](http://www.publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC103778/materials%20supply%20bottleneck_online%20version.pdf).

<sup>4</sup> Si veda [www.wto.org/english/tratop\\_e/dispu\\_e/cases\\_e/ds431\\_e.htm](http://www.wto.org/english/tratop_e/dispu_e/cases_e/ds431_e.htm).

<sup>5</sup> Si veda [www.wsj.com/articles/a-rare-earth-economics-lesson-1445467896?ns=prod/accounts-wsj](http://www.wsj.com/articles/a-rare-earth-economics-lesson-1445467896?ns=prod/accounts-wsj).

TESTO DI  
RAFFAELE SIMONE

*Lingue per l'innanzi  
impenetrabili  
vengono lentamente  
infiltrate da elementi  
lessicali di altre  
lingue e a poco  
a poco cedono e si  
trasformano, anche  
in profondità, fino  
a estinguersi o a  
diventare altro*

# LE PAROLE CHE DIREMO

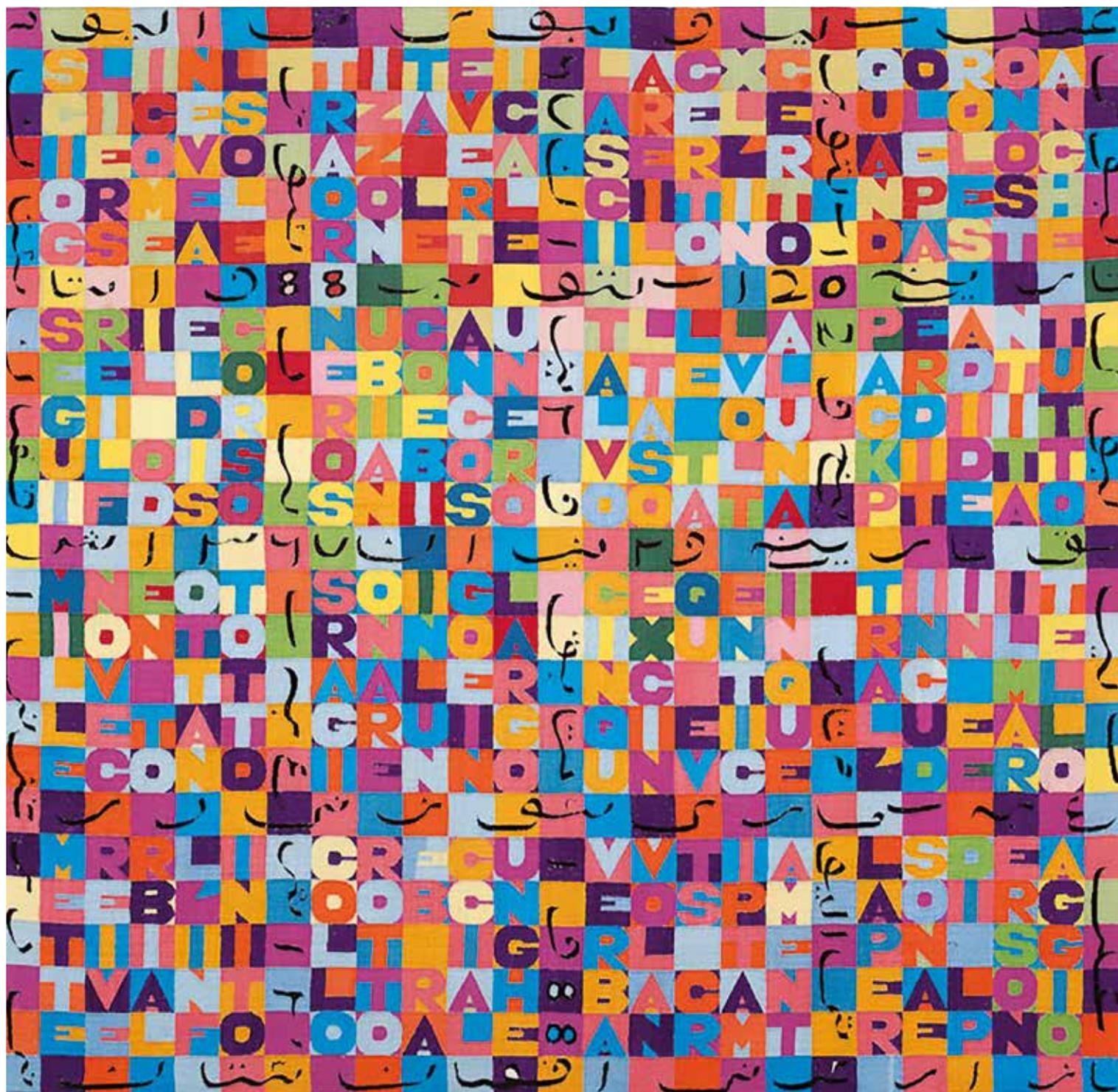
**E**siste una dimensione linguistica della grande trasformazione in cui siamo immersi? Con l'espressione "grande trasformazione", che prendo in prestito da Karl Polanyi, intendo il formidabile nodo in cui si intrecciano i motivi principali della modernità: la globalizzazione economico-finanziaria, la redistribuzione delle egemonie geopolitiche e culturali, la "ribellione delle masse" ormai al potere in molti paesi, la mondializzazione della *youth culture* e del suo potente impulso *fusion*, la nascita della mediasfera (l'insieme di media telematici che ci avvolge da ogni parte), la diffusione del modello aziendale come emblema di efficienza, la divaricazione tra ricchi e poveri. Questi fenomeni hanno generato valori ed emblemi: la velocità (propiziata dall'informatica), il consumo e il consumismo, il *fitness*, il narcisismo ecc. A queste liste si potrebbero aggiungere altre voci, ma già quelle che ho messo in fila disegnano una cornice nuova rispetto al passato.

Questa cornice contiene anche ingredienti linguistici? Credo di sì, e credo che siano di due tipi. Il primo è superficiale, il che non significa poco importante: consiste nella penetrazione di questa o quella lingua (o modello linguistico) in spazi culturali che prima erano protetti e relativamente impermeabili. Il secondo, meno visibile perché operante sul fondo, consiste invece nel ristrutturarsi delle egemonie linguistiche sul pianeta – un processo destinato ad avere effetti su molti ambiti, dalla scuola all'informazione al linguaggio pubblico. Tra questi due ingredienti c'è una netta differenza: il primo è più vistoso; il secondo, operando sottotraccia, a molti sfugge. Nelle righe che seguono voglio dedicare qualche rapida considerazione a questi due *volets*.

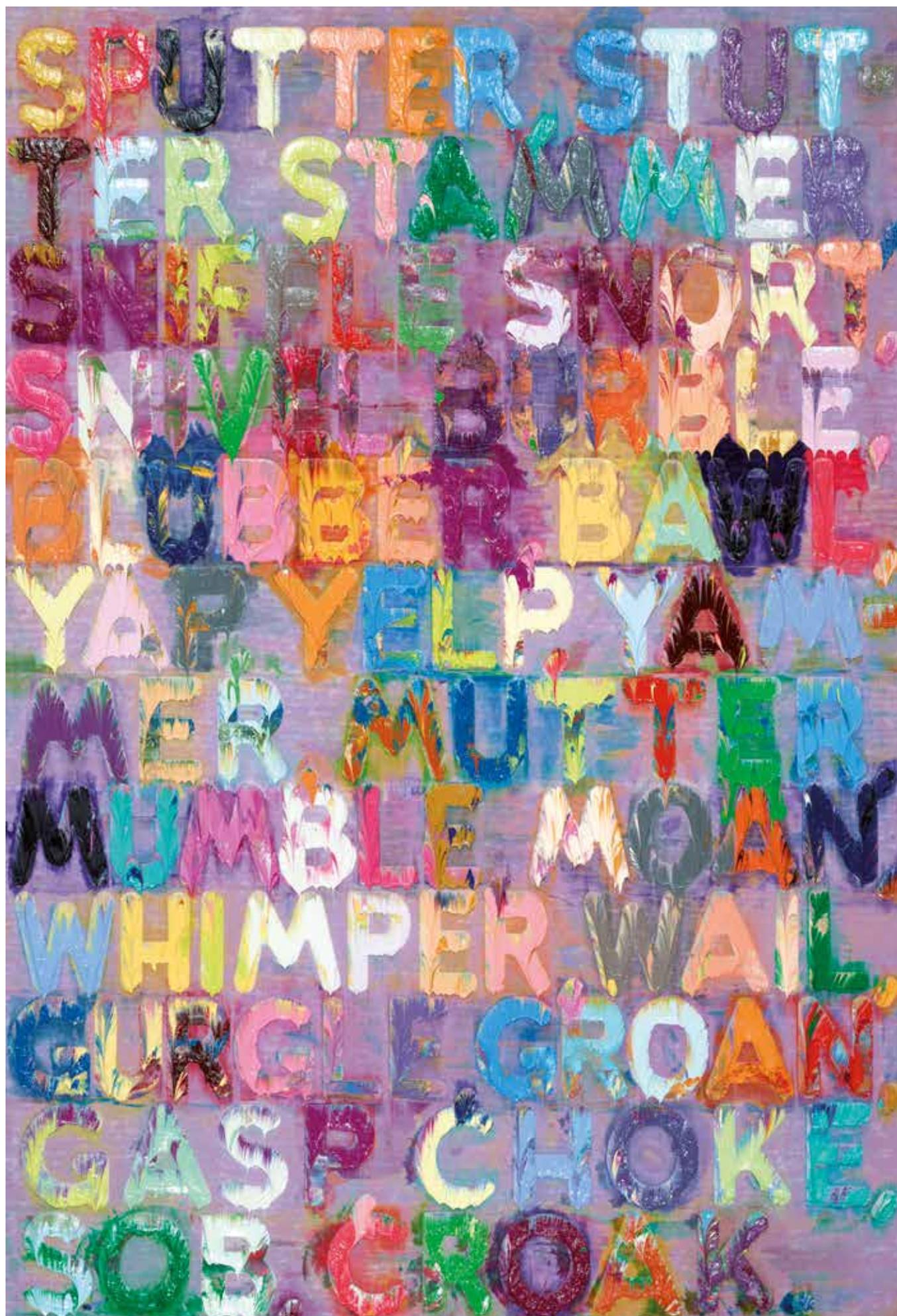
Una trentina di anni fa scrissi un saggio dal titolo "Che lingua parleremo nel Duemila?", in

cui ponevo la questione, allora urgente, dell'incalzante diffusione dell'inglese come lingua franca universale e del suo possibile influsso sulle lingue nazionali. Oggi quella domanda ci sembra tanto scontata da esser quasi patetica. La vittoria, che era facile prevedere, si è pienamente attuata; ma in quegli anni nessuno pensava che le lingue del pianeta si sarebbero così estesamente anglicizzate. Perfino le lingue più gelosamente difese da accademie e da coscienze nazionali di vario peso, come il francese e lo spagnolo, si sono ormai lasciate infiltrare da anglicismi, parole intere o pezzetti, o, più significativamente, da strutture sintattiche. La modernità globalizzata ha enormemente accelerato questo processo. Mi limito a ricordare, ad esempio, che, a dispetto delle resistenze dell'*Académie française*, in francese un certo tipo di carburante si chiama *fioul* (trascrizione alla francese dell'inglese *fuel*), ciò che va per la maggiore è *cool*, il perdente è un *looser* e così via. L'italiano, come altre volte, ha mostrato di essere la lingua più prensile, forse perché poggia (come aveva diagnosticato sin dal 1873 Graziadio Isaia Ascoli) su una "scarsa densità della cultura", e s'è inondato di anglicismi, utili e superflui. Che il termine *step* abbia ormai scalzato invariabilmente l'italiano *fase* o *stadio*, e che il "posto" di un ristorante o albergo sia ormai regolarmente una *location*, è solo segno di fragilità culturale. Ma l'italiano ha accettato senza difficoltà anche la struttura *chi fa che cosa?* con doppio pronome interrogativo, presa di peso dall'inglese, o, meno vistosamente, strutture come *non è facile per me venire* che prende il posto di *non mi è facile venire*, calcando la struttura inglese "con risalita del soggetto" (come si dice nel gergo dei linguisti) *it is not simple for me to come*.

Oltre a questi fenomeni di penetrazione, ci sono i mille fatti di servitù volontaria. Una fiera libraria a Milano si chiama *Bookcity*; la grande



Senza titolo  
*[sciogliersi come neve al sole,  
la persona e il personaggio],*  
Alighiero Boetti, 1988,  
ricamo in cotone su tela

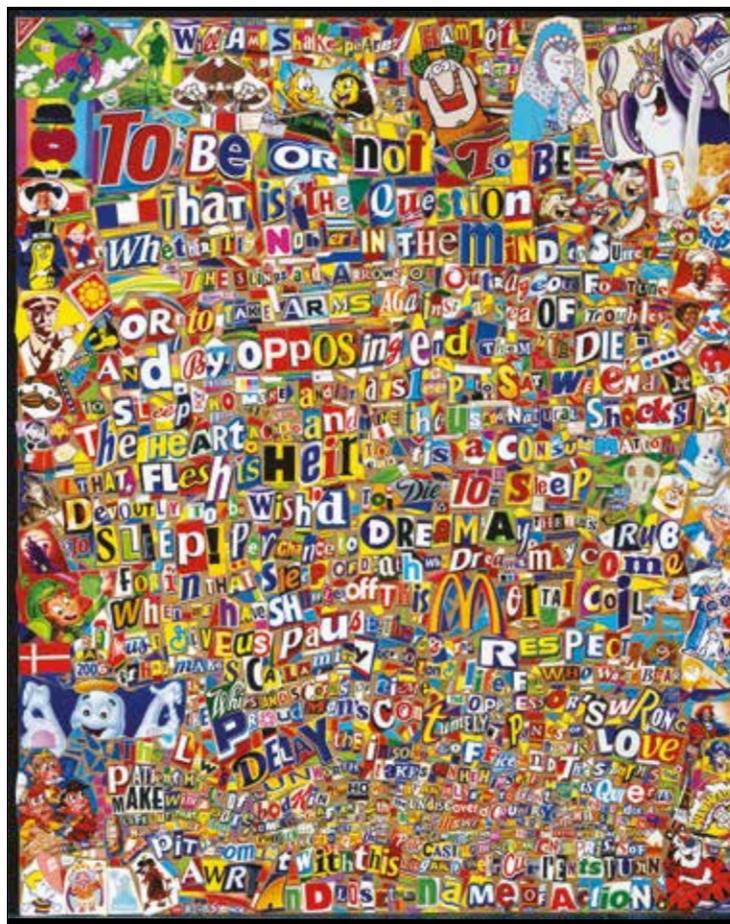


catena di magazzini alimentari crea qualche anno fa si chiama *Eataly*; ogni tipo di laboratorio di studio si chiama *workshop*, i bollettini di informazione interna si chiamano *newsletter*; una grande manifestazione antirazzista organizzata dal Comune di Milano nel marzo 2019 è stata intitolata *People*. La bozza di uno scritto si chiama *draft* e il carattere di stampa si chiama *font*; il film biografico si chiama *biopic* e l'applauso fatto all'impiedi si chiama *standing ovation*. Il "Corriere della Sera" propone una sua "Academy Business School" e i due maggiori quotidiani italiani lanciano supplementi intitolati "Food" e "Live". La raccolta di questi fenomeni, ormai innumerevoli, è una specialità degli storici della lingua, ai quali rinvio per ulteriori esemplificazioni.

Più interessante è considerare la penetrazione di "mondi linguistici" stranieri in ambienti che prima ne erano immuni. Alcuni ambienti erano più esposti, forse in ragione della loro maggiore internazionalità. Per questo, nel gergo attuale del *business*, del *banking*, del *fashion*, del *food and beverage* (così si chiamano ora rispettivamente il mondo aziendale, bancario, della moda e dell'alimentazione) e tanti altri, l'inglese ha fatto ormai piazza pulita: non solo le terminologie tradizionali sono state sostituite da altre inglesi, ma anche il gergo quotidiano terra terra si è anglicizzato. I *meeting* e i *briefing* di quegli ambienti sono ormai inondati di frantumi di inglese mal pronunciato, ai quali le lingue nazionali non hanno la forza di opporre più nulla, anche in nome della facilità dell'intesa. Il processo di grande trasformazione linguistica si osserva con chiarezza sulla stampa nazionale. Non occorre leggere "Il Sole 24 ore" per vederne le tracce. In un qualunque numero dei maggiori media italiani la terminologia inglese e anglicizzante è frequente e del tutto disinibita.

Va detto però che questi fenomeni allarmano solo gli inesperti. I linguisti e gli scienziati sociali in genere sanno infatti che la dinamica delle lingue e dei processi culturali procede proprio in questo modo. Lingue per l'innanzi impenetrabili vengono lentamente infiltrate da elementi lessicali (meno spesso da strutture sintattiche) di altre lingue e a poco a poco cedono e si trasformano, anche in profondità, fino a estinguersi o a diventare altro. Per citare esempi prossimi a noi, questo fu esattamente ciò che accadde all'inglese nel tardo Medioevo, sotto la pressione del vicino e più prestigioso francese. In un certo senso, anzi, l'aziendale anglicizzante ora dominante in quasi tutto il mondo è all'avanguardia del cambiamento: mentre il corpo delle lingue ancora resiste alla penetrazione, l'aziendale è già metamorfosato e dà un esempio, sia pure un po' allarmante, di quel che potrebbe accadere alla lingua intera.

Ma qualcosa va detto anche a proposito dell'altro *volet* che ho richiamato all'inizio: lo



←← *Sputter*, Mel Bochner, 2013, olio su velluto, collezione privata

← *To Be Or Not To Be*, Michael Albert, 2006, collage

spostamento delle egemonie linguistico-culturali sul pianeta. Nell'ultimo secolo abbiamo assistito senza troppo accorgercene a uno di questi spostamenti di grande portata. Fino alla seconda guerra mondiale, era il francese che deteneva il maggior prestigio linguistico-culturale. Lingua della diplomazia e dei trattati, lingua della banca, espressione di una grandissima cultura, oggetto del desiderio di tutte le aristocrazie (vere o fittizie), sembrava godere di una posizione inscalfibile. La vittoria alleata nella guerra e l'installazione di capisaldi statunitensi in mezzo mondo cambiarono le carte in tavola. L'inglese (anzi, l'inglese americano) non solo diventò lingua leader mondiale, ma aprì la strada a un folto seguito culturale, sia *high* che *low brow*: cinema, musica pop, modi di vita, arredamento, alimentazione, letteratura, abbigliamento, gusti e desideri – un intero orizzonte si americanizzò. L'apogeo della cultura americana è rimasto immutato perlomeno fino agli anni Ottanta, quando, con l'inizio dei movimenti di protesta giovanili e la nascita della *youth culture*, la matrice americana della cultura diffusa fu infiltrata da elementi più o meno presuntamente orientali e orientalescenti. Gli ingredienti di questo paradigma culturale sono numerosi e non posso esaminarli qui.

È noto a tutti che quest'inizio di secolo è il teatro di un ulteriore gigantesco spostamento

di equilibri geopolitici. Il peso internazionale che gli Stati Uniti e in generale la sfera americana hanno avuto per settant'anni si sta spostando verso l'Estremo Oriente. La Cina è un *player* di importanza crescente e schiacciante, un partner che (secondo l'immortale battuta del "Padrino") fa "proposte che non si possono rifiutare". L'egemonia geopolitica, ormai indiscutibile, diventerà anche egemonia culturale e linguistica? Difficile dirlo, ma non si può non cogliere un segnale che arriva dai giovani, che agiscono spesso come gli usignoli nelle miniere: avvertono in anticipo il pericolo (o l'opportunità) e corrono ad attrezzarsi. Da più di un decennio nelle università europee (per non parlare che di quelle) il numero degli studenti di cinese e di orientalistica è cresciuto a dismisura, a discapito delle lingue e culture continentali, e anche settori di studi non strettamente linguistici (come il diritto e l'architettura) si accostano con progetti di diversa natura alla cultura cinese e orientale in generale.

Non sarò più io, purtroppo, a scrivere un saggio per rispondere alla domanda "Che lingua parleremo nel 2050?". Non è detto che sarà il cinese, ma nessuno può sapere se lungo la Nuova Via della Seta (lo spietato progetto con cui la Cina, sotto l'apparenza di dar contributi allo sviluppo, si installerà in Asia centrale e in Europa come sta facendo in Africa) non sorgerranno anche scuole, università e media. ■

TESTO DI  
FRANCO CARDINI

# OGGI È GIÀ DOMANI? FORSE...

**Q**uando in passato si immaginava, insieme con i classici della letteratura fantascientifica, quale sarebbe stato il futuro della tecnologia, le prime entità che venivano in mente erano i robot. La parola "robot" compare per la prima volta in un lavoro dell'autore ceco Karel Čapek, "Rossumovi univerzální roboti", traducibile come "I robot universali di Rossum".

Egli la adattava dal ceco *robot* per "lavoro forzato": d'altronde, in russo, *rabòta* significa "lavoro" (più o meno sinonimo di *trud*) e *rabòtat* "lavorare". I *rabòti*, come sarebbe corretto scrivere, sono esseri semi-umani, creati artificialmente tramite l'assemblaggio di parti di corpi differenti (come la creatura del dottor Frankenstein), che mancano dell'anima, ma che gradualmente sviluppano sentimenti e arrivano a imporsi sugli umani. Qualcosa di simile, sebbene di più raffinato riguardo alla fattura dei suoi androidi, aveva immaginato Philip K. Dick nel suo "Do Androids Dream of Electric Sheep?", pubblicato nel 1968. Famoso già per conto suo, lo è poi diventato ancora di più grazie al film "Blade Runner" di Ridley Scott, che a esso si ispirava con molta libertà. Giusto una curiosità: Dick aveva ambientato il romanzo nel 1992, ma a Scott la data non poteva andar bene, visto che il suo film usciva nel 1982; aveva dunque spostato la storia nel 2019.

Si deve a un altro scrittore di fantascienza, il celebre Isaac Asimov, l'aver dato a queste creature la celebrità. I robot positronici, come vengono chiamati nei suoi romanzi, sono dotati di intelligenza artificiale, ma sono anche costretti in un ruolo ben delimitato dalle tre leggi della robotica (non nuocere agli umani, obbedire loro se gli ordini non sono in contrasto con la prima legge, proteggere la propria esistenza se non entra in contrasto con la seconda legge). Da questa visione del robot servizievole viene fuori molto dell'immaginario successivo al tempo in cui Asimov scriveva, ossia a partire dagli anni Quaranta: "Guerre stellari", "Star Trek" e così via.

Potrebbe sembrare allora, se si pensa a questo tipo di robot, che le visioni utopiche e distopiche della fantascienza del passato abbiano fallito clamorosamente: non ci sono intorno a noi robot dalle sembianze umanoidi che ci servono, e per fortuna nemmeno che ci minacciano. In realtà, la robotica ha modificato la nostra esistenza nel profondo, più di quanto la fantascienza potesse immaginare. Si pensi alle applicazioni nel mondo del lavoro, da quelle nell'industria pesante alla robotica chirurgica; la prima può liberare l'in-

*Nouvel état des stocks,*  
illustrazione tratta  
dall'album di Enki Bilal,  
*Die Mauer Berlin,*  
Futuropolis, 1982





dividuo da lavori pesanti e ingrati, la seconda consente una precisione che la mano umana non potrebbe raggiungere. Allo stesso tempo la liberazione dal lavoro, immaginata utopicamente come il compiersi di una società perfetta, ancora non ha mostrato in che modo l'umanità possa impiegare il proprio tempo in alternativa.

C'è poi la robotica applicata nell'industria delle armi, con i suoi pesanti risvolti morali: i bombardamenti compiuti con i droni sono da anni una realtà utilizzata soprattutto dagli Stati Uniti per colpire paesi remoti senza dover neppure impiegare piloti umani; la guida a distanza consente a un impiegato di controllare le manovre da un ufficio di una qualsiasi città americana, senza mai dover entrare in contatto con i danni umani e materiali che la sua azione ha provocato e magari senza mai interrogarsi sulle conseguenze del suo gesto e le responsabilità che esso comporta. Insomma, in pratica, uno che deve sparare addosso a un nemico o peggio ancora uno a cui capita di sgozzare una ragazza dopo averla violentata, se non è un mostro ha una forte probabilità di ricordarselo per tutta la vita: con una gamma di reazioni e di conseguenze che dal pentimento può arrivare all'ossessione. Invece il bravo ragazzo dalla faccia pulita, dai capelli corti e dalla pelle profumata di *eau de toilette*, con la sua bella camicia *kaki* ben piegata e lavata e la barretta di tenente in lucido metallo bianco sul colletto, schiaccia durante la mattinata quattro o cinque volte il suo bravo bottone: quindi all'ora di pranzo va tranquillamente alla mensa, consuma il suo pranzo, fa due chiacchiere con i colleghi lindi come lui, prende il caffè, telefona alla fidanzata e non si pone minimamente il problema che, a cinque o seimila chilometri di distanza, i bottoni da lui premuti hanno provocato qualche centinaio di morti, donne e bambini compresi. Del resto, in modo più esplicito e quindi in fondo con un maggior impegno in sede di coscienza, lo aveva già affermato parlando ai suoi bravi ragazzi – anche loro dalla faccia pulita e dall'uniforme in ordine – il Reichsführer-SS Heinrich Himmler: «La cosa più bella è che noi possiamo restare brave e oneste persone anche se ci capita di dover uccidere personalmente centinaia di esseri umani». Appunto: questione di dovere, che se poi diventa addirittura professione...

Un altro campo nel quale la tecnologia ha offerto e offre immense possibilità di sviluppo, aprendo però anche il campo a quesiti di vario genere, è quello dell'intelligenza artificiale. Anche per questa è impossibile non pensare a un film di culto: ovviamente "2001: Odissea nello spazio" di Stanley Kubrick, uscito nel 1968 e ispirato dal racconto "La sentinella" dello scrittore inglese Arthur C. Clarke. L'idea dell'intelligenza artificiale che prende il sopravvento sull'umanità è oggi molto remota, o almeno così ci sembra. Tuttavia, il grande Stephen Hawking, che

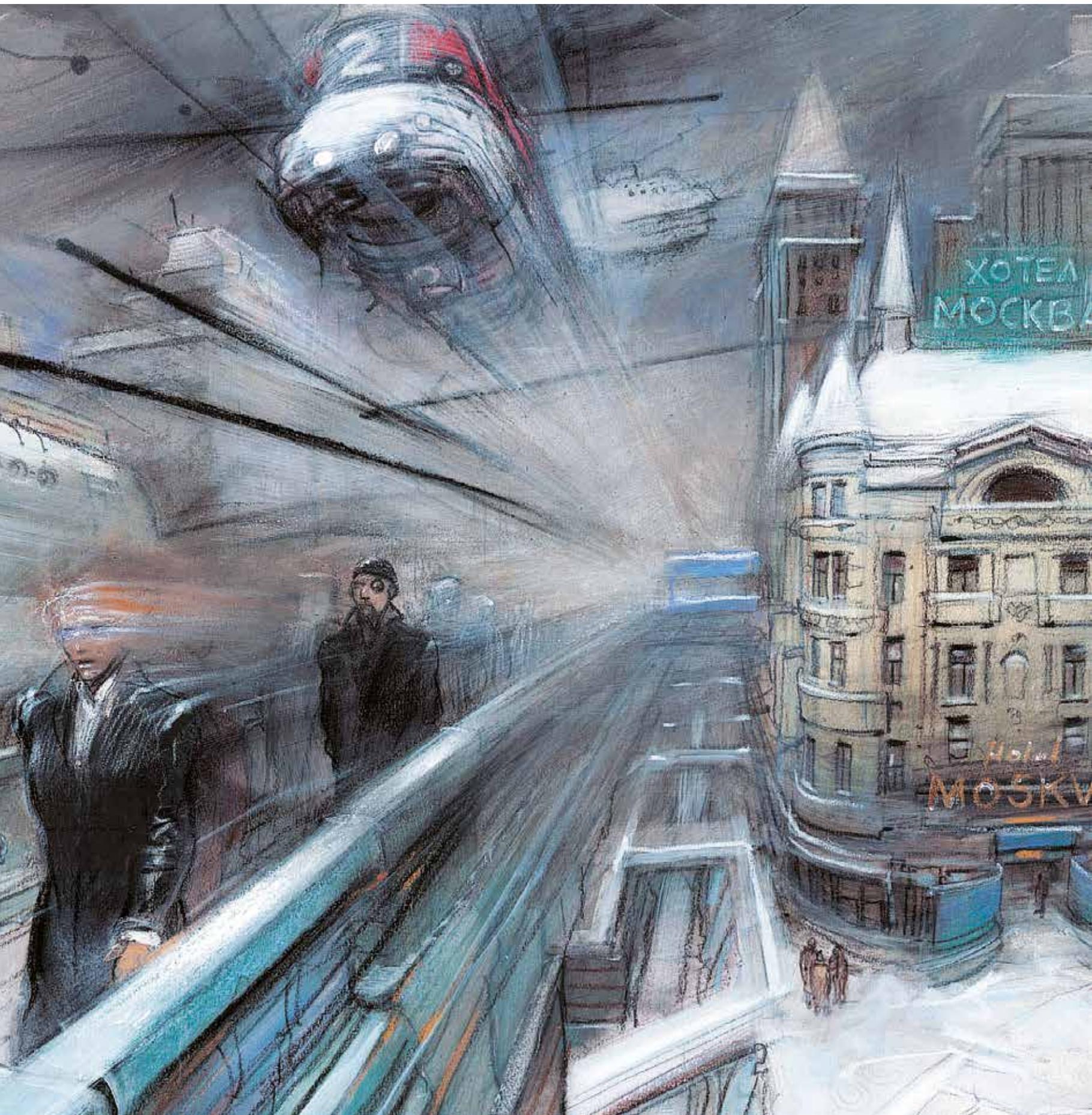
pure poteva comunicare, a causa della malattia, soltanto grazie a un sistema di intelligenza artificiale sviluppato dalla Intel (che imparava come lui, pensava in base all'esperienza e suggeriva le parole che avrebbe potuto voler utilizzare) metteva in guardia in un'intervista del 2014 circa il fatto che HAL 9000, il computer immaginato da Kubrick, potesse trasformarsi in realtà. Quando si apprende che i processori Huawei Kirin 980 con doppia unità di elaborazione neurale che sono montati all'interno dei cellulari Mate20 e Mate20 Pro sono stati impiegati per comporre un finale all'incompiuta "Sinfonia n. 8 in si minore D 759" di Franz Schubert (poi eseguita a Londra dalla English Session Orchestra) partendo dagli algoritmi della composizione originaria, viene da pensare, in effetti, che quel momento potrebbe non essere tanto lontano.

Tuttavia, oggi siamo preoccupati maggiormente da altre applicazioni certo più vicine al nostro quotidiano. L'invasività delle tecnologie di tracciamento, con le quali potenzialmente siamo sempre individuabili; il peso che questo ha sulla privacy e sulla segretezza dei nostri dati sensibili. Lo scandalo della cessione da parte di Facebook di dati privati ad agenzie di marketing e ai servizi segreti americani non sembra aver creato l'inquietudine che dovrebbe invece generare. Semmai ci inquieta in maggior misura l'utilizzo costante dei social media e l'impatto che questi hanno nella vita degli individui, soprattutto dei più giovani: una piattaforma digitale nella quale mostrarsi costantemente, dove l'immagine prevale su tutto.

È innegabile che quanto il digitale offre in termini di comunicazione e di apprendimento sembra infinito: mai come oggi abbiamo avuto l'impressione che tutto sia alla nostra portata in termini di informazione, ed effettivamente il web è una miniera nella quale, però, molti sembrano perdersi più che muoversi. Nel suo "Amusing Ourselves to Death" (1985), purtroppo non tradotto in italiano, il sociologo americano Neil Postman scriveva a proposito di un altro media: «La televisione sta alterando il significato di "essere informati" creando una specie di informazione che potrebbe essere chiamata disinformazione: un'informazione spostata, irrilevante, frammentata o superficiale che crea l'illusione di sapere qualcosa, ma che in realtà porta ad allontanarsi dal sapere». Certamente la televisione è concepita per una fruizione infinitamente più passiva del web, eppure sembra che di fronte all'eccesso di informazione manchi la capacità di orientarsi e venirne a capo. E anche questo è un rischio, diverso da quello ipotizzato da Kubrick e paventato da Hawking, ma nel quale comunque la tecnologia avanzata non serve più l'umanità, ma la schiavizza. Che le tre regole della robotica di Asimov abbiano infine fatto il loro tempo? ■

**Mai come oggi  
abbiamo l'impressione  
che tutto sia alla  
nostra portata  
in termini  
di informazione,  
ed effettivamente  
il web è una miniera  
nella quale, però,  
molti sembrano  
perdersi più  
che muoversi**

*Rendez-vous à Paris,*  
illustrazione tratta  
dall'album di Enki Bilal,  
*Die Mauer Berlin,*  
Futuropolis, 1982



TESTO DI  
BERND ROECK

---

# ULTRAMODERNO LEONARDO

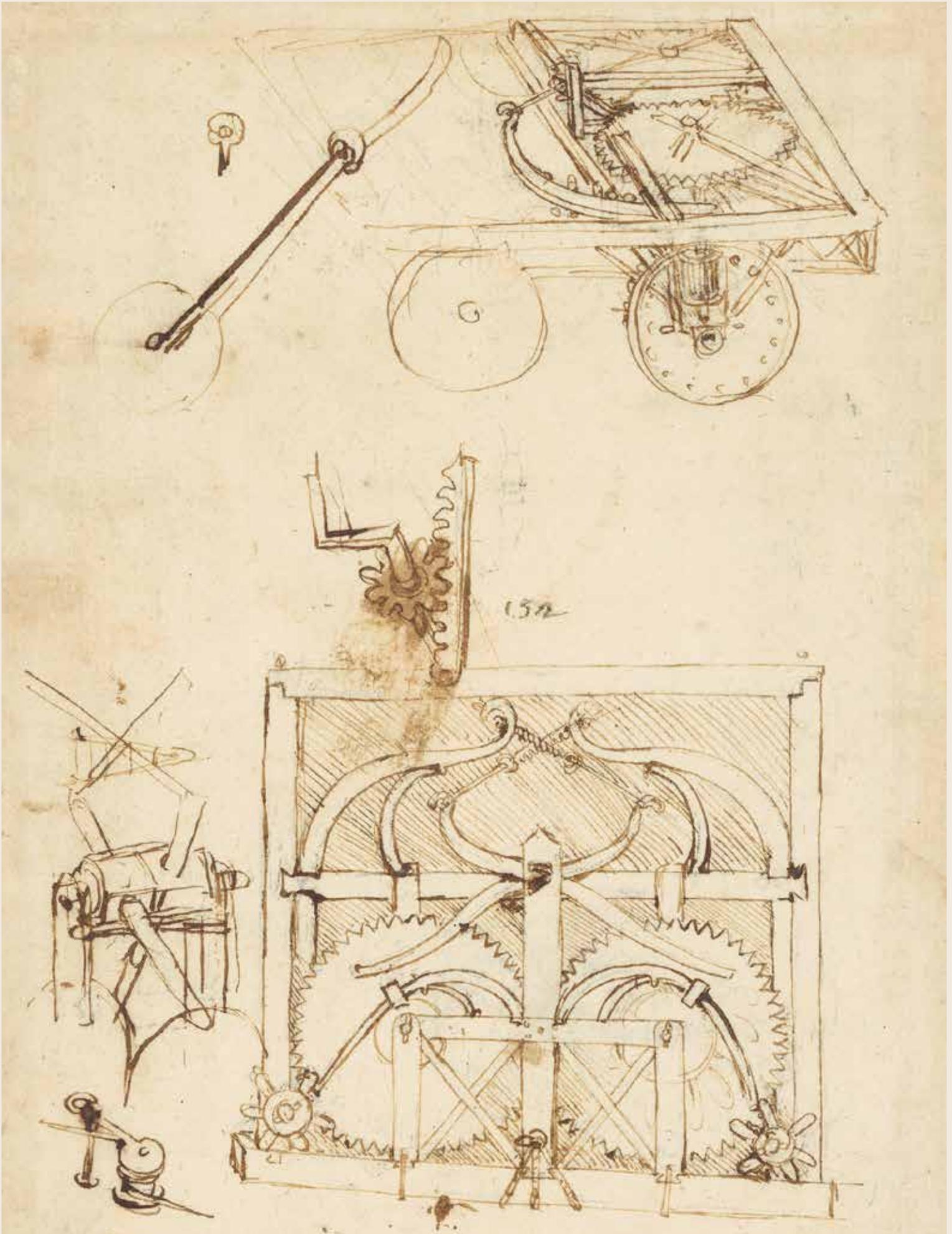
---

*Leonardo è il simbolo del Rinascimento italiano, di un'epoca nella quale il cuore creativo del mondo artistico e scientifico era l'Europa. Un genio artefice di invenzioni che anticipavano tecnologie che solo dopo secoli avrebbero trovato applicazione, capace di produrre straordinarie opere d'arte e progetti di stupefacente ambizione, dai quali ha saputo ricavare una vita agiata e la stima dei potenti dell'epoca: quest'anno si celebrano i 500 anni dalla sua scomparsa.*

---

*Identikit di Leonardo da Vinci,*  
Grit Schüller,  
Forensisches Institut Zürich





**P**erché l'Occidente, dal XIII secolo in poi, ha saputo mettere a segno molte più conquiste nel campo tecnico e scientifico rispetto ad altre aree del mondo? E perché l'Italia rinascimentale è stata in questi ambiti il paese di maggior successo in Europa? Una risposta da molti condivisa è che tale supremazia sia stata possibile solo grazie al genio creativo di Leonardo, probabilmente il personaggio italiano più conosciuto nel mondo dopo Cristoforo Colombo. Sono soprattutto gli aneddoti che lo riguardano ad aver alimentato e dato vita al suo mito: dipinse alcuni tra i quadri più belli della storia dell'arte, fu autore di invenzioni incredibili, in grande anticipo sui tempi, talvolta enigmatiche e fantastiche altre volte invece realizzabili. Tra queste ultime vi è una "macchina" piccola e apparentemente semplice: la vite.

### Le viti

Cosa ha a che fare Leonardo con la vite, piccolo oggetto della vita quotidiana e semplice "macchina" in grado di trasformare il moto circolare in rettilineo, utilizzata per fissare oggetti tra loro?

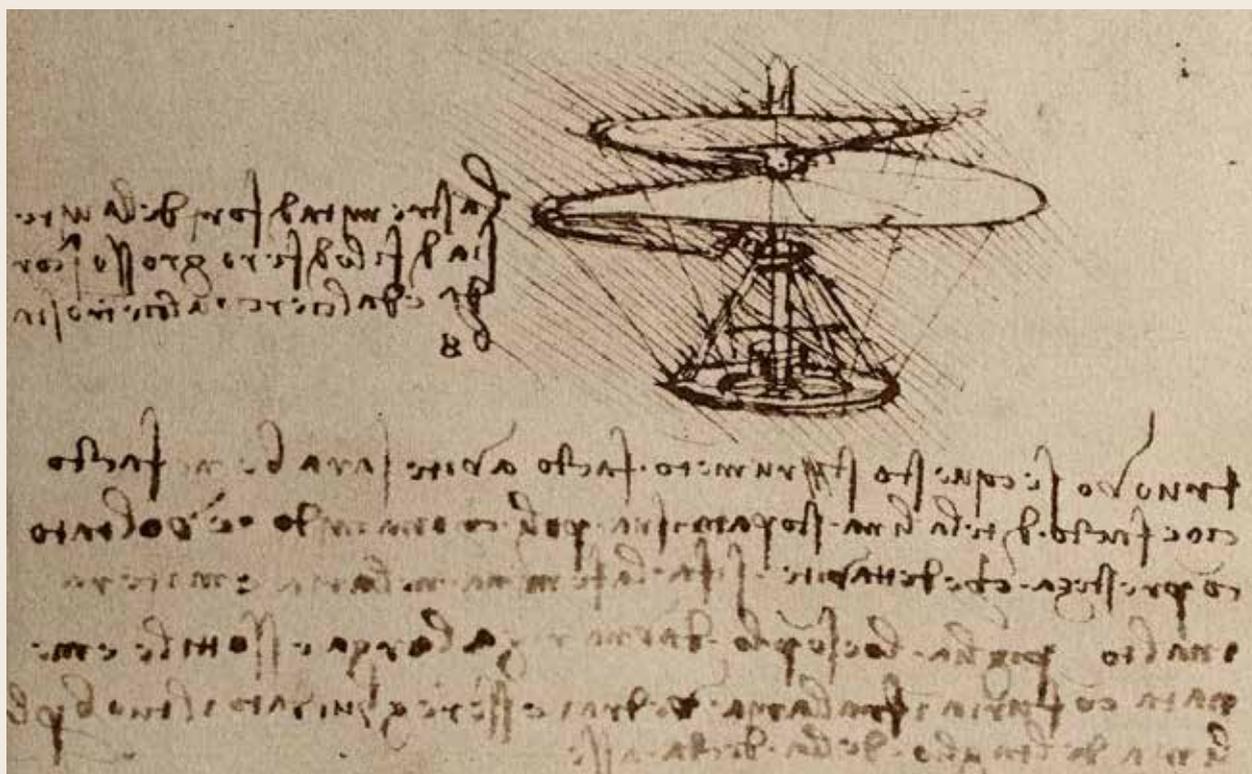
Le viti erano già adoperate nell'antichità. Una variante ben nota, la "còclea", permetteva di sollevare l'acqua e, come alcuni suppongono, potrebbe essere stata un'invenzione di Archimede. Nel Quattrocento la vite subì notevoli migliorie tecniche. Senza la conoscenza del principio della vite, ad esempio, Gutenberg non avrebbe potuto costruire la sua macchina da stampa; infatti per realizzarla prese spunto dalla "pressa a vite" – un'invenzione greca, fatta conoscere poi dai Romani in Germania – che veniva usata nei dintorni di Magonza per pigiare il vino.

Leonardo da Vinci venne a conoscenza della còclea attraverso un manoscritto dell'architetto e ingegnere Francesco di Giorgio Martini, autore di un disegno utilizzato dallo scultore Ambrogio Barocci per scolpire in una lastra marmorea nei suoi famosi rilievi all'esterno del Palazzo Ducale di Urbino "la vite di Archimede".

Molti disegni dimostrano che Leonardo fu affascinato dalla vite. Per primo si occupò di analizzare sistematicamente le innumerevoli possibilità offerte dal principio alla base del suo funzionamento e in molti campi ne ideò significative applicazioni. Celebre è in tal senso il suo "Helix pteron", la "vite aerea", che anticipò il principio poi sfruttato dall'elicottero, fondato sulla trasformazione del moto circolare in un moto rettilineo capace di sollevare una macchina volante.

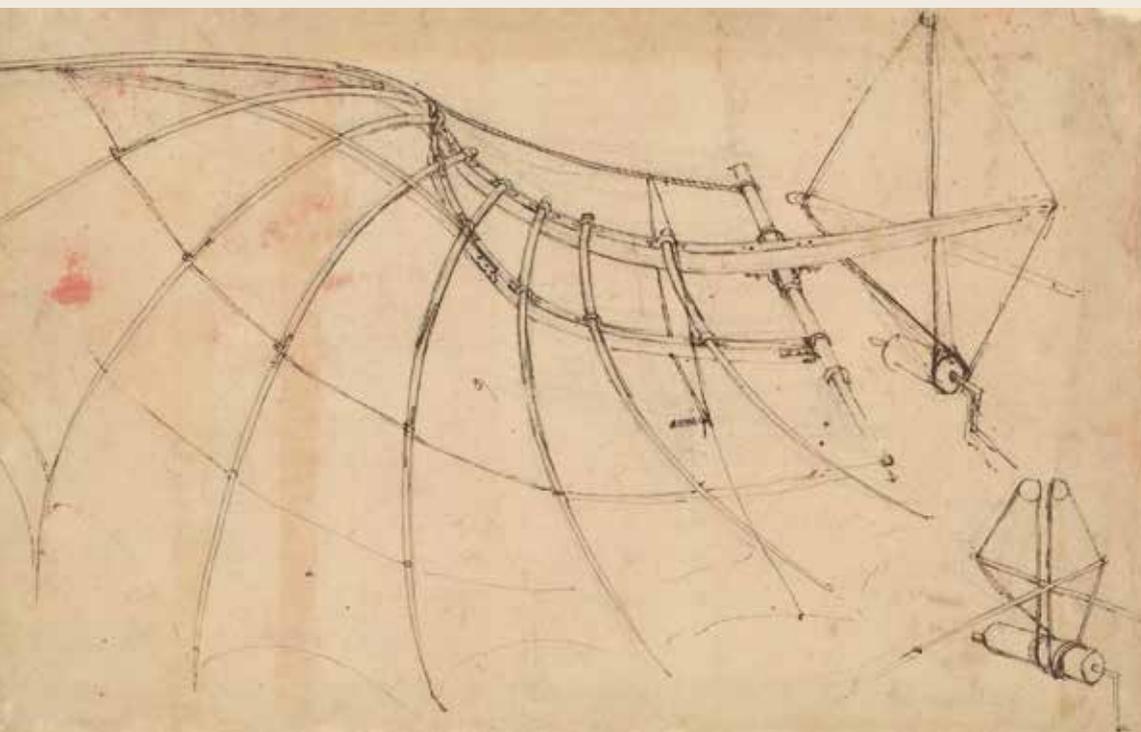
### Il mondo di Leonardo: il miracolo italiano

Lo storico francese Pierre-Maurice Duhem definì l'epoca di Leonardo "età della meccanizzazione". Espressione emblematica della "nuova cultura delle macchine" è l'orologio meccanico a scappamento, inventato da un genio sconosciuto intorno al 1300. Fino a quel momento non esisteva una macchina più complessa e quell'opera divenne ben presto metafora dell'universo e simbolo del potere (si pensi ai principi e ai signori dell'epoca che, da Milano a Venezia, vollero presentarsi come "sovrani del tempo" facendosi costruire imponenti torri dell'orologio). Anche Leonardo ne rimase affascinato. Salì sulla torre dell'Abbazia di Chiaravalle per studiare il suo orologio astronomico, del cui



← Carrello semovente (noto anche come "automobile di Leonardo"), *Codice Atlantico* (Codex Atlanticus), f. 812r, Leonardo da Vinci, 1478 ca., Veneranda Biblioteca Ambrosiana, Milano

← Vite aerea, *Manoscritto B*, f. 83v, Leonardo da Vinci, 1487 ca., Bibliothèque de l'Institut de France, Parigi



Ala meccanica mossa con verricello a manovella; in basso a destra, particolare del verricello, *Codice Atlantico (Codex Atlanticus)*, f. 858r, Leonardo da Vinci, ca. 1478-80, Veneranda Biblioteca Ambrosiana, Milano

scappamento ha illustrato il funzionamento in un noto disegno, definendolo come moto «che mai si separa dal suo motore, come quello della lieva che ha il tempo dell'orologio colla sua contralleva». Si interessò anche alle molle in acciaio, approfondendo il problema della diminuzione della loro potenza a causa dell'umidità. Leonardo sapeva che una pur minima resistenza nello scappamento poteva provocare un sensibile ritardo nel computo del tempo e che questo difetto poteva essere evitato con una goccia di lubrificante: era convinto che il più adatto fosse il grasso di montone.

Studiando il problema dell'attrito Leonardo si era reso conto dell'impossibilità del *perpetuum mobile*: «O speculatori dello continuo moto, quanti vani disegni in simili cerca avete creati! Accompagnatevi colli cercator dell'oro». Aveva capito che l'attrito non si può eliminare completamente, si può solo ridurre. Geniale fu quindi la sua idea di progettare un "cuscinetto", invenzione che fino al ritrovamento del "Codice Madrid" nel 1966 era considerata molto più tarda, risalente addirittura al Settecento.

Leonardo fu un protagonista dell'era della meccanizzazione. Nei suoi taccuini si trovano innumerevoli disegni di ruote dentate, trasmissioni, catene senza fine, apparecchi automatici e altro, ma non sappiamo quali delle sue macchine siano state effettivamente costruite. Un tratto caratteristico del suo pensiero è proprio la combinazione dell'interesse scientifico – ad esempio la fisica dell'attrito – con la ricerca di soluzioni pratiche come costruire cuscinetti o usare il grasso di montone. La rivoluzione tecnologica della prima epoca moderna nacque da questa combinazione tra scienza e artigianato avanzato.

Le intuizioni di Leonardo sulle leggi della meccanica non riguardarono solo le macchine, ma egli trasse importanti osservazioni anche dallo studio del mondo animale; cercò di sfruttare le sue conoscenze sul volo degli uccelli e sull'anatomia delle ali del pipistrello per progettare la costruzione di apparati per il volo. Ebbe un'intuizione notevole: «L'uccello è strumento operante per legge matematica, il quale strumento è in potestà dell'omo poterlo fare con tutti li sua moti». Gli animali sono dunque paragonabili alle macchine? Quanto dirimente fosse questa domanda lo si capì solo 250 anni dopo, quando fu sollevato il quesito complementare: può darsi che anche l'uomo non sia altro che una macchina complicatissima?

Quali effetti ebbero le invenzioni di Leonardo? In Italia e in altri paesi europei esse consentirono di dar vita a fondamentali elementi costitutivi per le macchine, senza le quali l'industrializzazione – quindi il mondo moderno – non sarebbe stata possibile.

Charles Murray, nel suo libro del 2003 "Human Accomplishment: The Pursuit of Excellence in the Arts and Sciences, 800 B.C. to 1950", propone un'interessante mappa del "cuore creativo" europeo che tra il XIII e il XIX secolo fu la culla della maggior parte delle invenzioni decisive per il progresso tecnologico: l'orologio meccanico, gli occhiali, la pompa pneumatica, la macchina a vapore. È lo "spazio potenziale" (*Möglichkeitsraum*) europeo nel quale nacquero la fisica moderna, l'astronomia copernicana, e dove esplose la prima rivoluzione dei media. Un gran numero di invenzioni e di innovazioni tecnologiche avvennero in una zona che equivale a uno spa-

---

**Leonardo fu un protagonista dell'era della meccanizzazione. Nei suoi taccuini si trovano innumerevoli disegni di ruote dentate, trasmissioni, catene senza fine, apparecchi automatici e altro, ma non sappiamo quali delle sue macchine siano state effettivamente costruite**

---

zio pari a meno dell'1% della superficie terrestre; mentre non particolarmente rilevante in questi campi fu l'apporto del grande impero cinese e del mondo arabo, nonostante queste culture fino al Duecento fossero tra le più avanzate al mondo. Ad esempio anche la vite fu utilizzata solo in Europa. Gli Arabi l'avevano conosciuta nell'Alto Medioevo, ma poi l'oggetto fu dimenticato. In Cina si iniziò a usare questo strumento solo nel XVII secolo, grazie ai missionari gesuiti che lo portarono con loro, come documenta un libro del 1627, "Collected Diagrams and Explanations of Wonderful Machines from the Far West", di Johann Schreck e Wang Zheng: vi si trova la descrizione della vite come uno degli strumenti più innovativi.

Senza entrare nel merito delle ragioni per le quali la culla dell'innovazione fu l'Europa, è utile approfondire l'importanza dell'opera di Leonardo e del "miracolo italiano".

Nell'Alto Rinascimento, l'Italia era il paese tecnologicamente e scientificamente più avanzato in Europa, un punto di riferimento nel mondo. Determinante fu la posizione centrale nel Mediterraneo e di conseguenza il suo inserimento nei grandi flussi commerciali, che si estendevano fino alle coste africane e lungo le vie della seta, dal Medio Oriente alla Cina, collegando le grandi aree economiche del Pacifico con quelle del Mediterraneo.

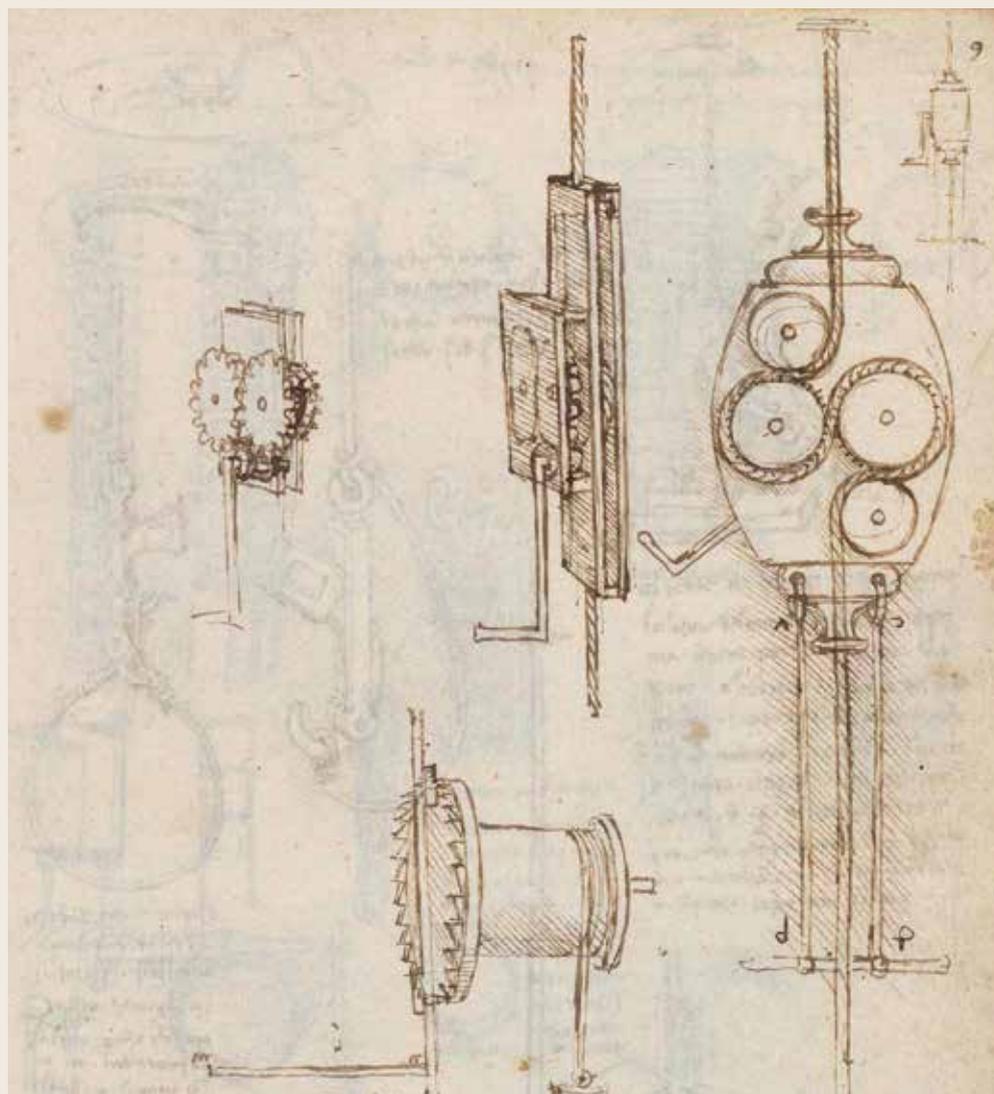
Le galee veneziane e genovesi trasportarono non solo seta, incenso o porcellana, ma anche tecnologie e idee. Gli Arabi furono maestri per l'Europa, molto più dei Bizantini. Non fu un caso che la carta, conosciuta in Cina già ai tempi della nascita di Cristo, arrivò in Italia e in Spagna attraverso l'Asia centrale e la città di Baghdad già nel XII secolo. I numeri arabi, di origine indiana, fecero lo stesso percorso. Grazie agli Arabi, che nei secoli seguenti la caduta dell'impero romano mantennero vive le acquisizioni scientifiche del mondo classico, l'Europa poté beneficiare della cultura che si era sviluppata in Grecia con le invenzioni di Archimede, la cosmologia di Tolomeo, la scienza di Aristotele e, forse ancor di più, con lo spirito critico della filosofia socratica. Non fu da meno l'eredità lasciata dai Romani nei vari ambiti della conoscenza, ma soprattutto nel campo del diritto che si impose come punto di riferimento per la scienza giuridica di ogni tempo.

Nonostante la frammentazione politica dell'Italia, che rispecchiava in scala ridotta la situazione europea, la posizione strategica di crocevia culturale e mercantile costituì un fattore fondamentale di supremazia. Ai tempi di Leonardo, la penisola era divisa in città-Stato come Firenze o Siena, ducati come Milano, lo Stato della Chiesa, il Regno di Napoli, la Repubblica di Venezia con il suo impero marittimo. Lungo la penisola ci si poteva muovere abbastanza facilmente, sia nel caso di spiccate diver-

genze di idee, ma anche per cogliere occasioni e committenze più vantaggiose. Un fattore comune di straordinaria importanza erano le molteplici opportunità di mecenatismo: il papa, gli alti prelati, i governanti e i mercanti per consolidare il potere o il proprio status sociale si prodigarono per accogliere artisti e scienziati dando loro la possibilità di continuare a sviluppare le proprie ricerche.

Nel Quattrocento col prosperare del commercio era in circolazione una gran quantità di denaro; grazie ai numerosi conflitti regionali i condottieri vittoriosi avevano la possibilità di arricchirsi facilmente: si potrebbe quindi affermare che la meravigliosa diversità che contraddistingue le città italiane fu anche una conseguenza delle guerre. Federico da Montefeltro, ad esempio, condusse le sue guerre con il denaro di Romani, Fiorentini e Napoletani. Abile condottiero, sapeva trasformare il ferro in oro e l'oro in arte e scienza: con i proventi delle guerre fece costruire a Urbino il suo magnifico palazzo ducale; nonostante l'isolamento dovuto alla posizione geografica della città, posta in mezzo agli Appennini, la trasformò in uno splendente centro della cultura rinascimentale.

Codice Madrid I, f. 9r,  
Leonardo da Vinci,  
Biblioteca Nacional  
de España, Madrid



## Leonardo pensava sempre su larghissima scala, e questo era un tratto al tempo stesso geniale e problematico della sua personalità

La carriera di Leonardo da Vinci rispecchia perfettamente questa situazione. Negli anni lo troviamo a Milano, alla corte di Ludovico Sforza, dopo il 1500 di nuovo a Firenze e ancora a Milano, poi a Roma sotto la protezione di Giuliano de' Medici. Negli ultimi anni della sua vita fu al servizio del re di Francia.

Dunque un Leonardo poteva emergere solo in Europa o più probabilmente solo in Italia? Certo, un genio del suo calibro sarebbe potuto nascere in qualsiasi parte del mondo, ma avrebbe trovato una corte disposta a dargli di che vivere? Un Leonardo vissuto in Oriente, poi, non avrebbe avuto la possibilità di conoscere né le invenzioni di Erone di Alessandria, né la fisica di Aristotele e i principi della filosofia greca.

### Artista di corte, costruttore di macchine

Leonardo nacque nel 1452, figlio illegittimo del notaio Ser Piero da Vinci. Omosessuale e anti-conformista, non fu un credente cristiano: voleva raggiungere il cielo per mezzo di una macchina volante, non attraverso le preghiere.

Fu la pittura l'occupazione principale di Leonardo? Com'è noto, non più di una dozzina di quadri sono attribuiti indiscutibilmente alla sua mano. Alcuni dei suoi dipinti più importanti – tra cui "Monna Lisa", "Sant'Anna" e "San Giovanni Battista" – non giunsero mai nelle mani dei rispettivi committenti. La "Battaglia di Anghiari", una pittura murale prevista per la sala grande di Palazzo Vecchio a Firenze, non fu mai completata. E neppure il gigantesco monumento equestre commissionatogli da Ludovico il Moro per Francesco Sforza a Milano, alto 7 metri, giunse a compimento. Solo recentemente un mecenate americano, dopo averne recuperato i disegni, fece dono alla città di Milano di una fusione in bronzo del cavallo nelle dimensioni originali, ma l'opera venne collocata (e dimenticata) in periferia, lontano dal Castello Sforzesco all'esterno del quale lo aveva immaginato l'autore.

Leonardo pensava sempre su larghissima scala, e questo era un tratto al tempo stesso geniale e problematico della sua personalità. Così, per tenere lontano da Firenze gli ostinati Pisani, propose alla città di deviare il corso dell'Arno, mentre al sultano di Istanbul propose il progetto di un ponte sul Bosforo, opera al di là delle possibilità ingegneristiche del tempo.

Tutte le fonti sono d'accordo nel ritenere che Leonardo fosse un bell'uomo. Era solito profumarsi di lavanda e acqua di rose. Usando le parole del Cinquecento fu un *homo facetus*, un uomo divertente che sapeva raccontare barzellette e storie. Inventava rebus, sapeva cantare e suonare la lira da braccio, i suoi contemporanei lo conobbero come un perfetto cortigiano. Aveva la capacità di conquistare i suoi interlocutori, riuscendo non di rado a vendere loro ambiziosissimi progetti. «Era tanto piacevole nella

conversazione che tirava a sé gli animi delle genti», racconta il suo biografo Giorgio Vasari.

Leonardo, assieme a Michelangelo e Rosso Fiorentino, fu tra i pittori più ricchi dell'Italia del XVI secolo. Come un artista moderno guadagnava anche vendendo "idee". Spesso realizzava solo un disegno, che poi veniva completato dai suoi collaboratori. Alcune sue opere – come la "Leda col cigno" – sono giunte a noi solo tramite copie, e probabilmente un "originale" di Leonardo non è mai esistito.

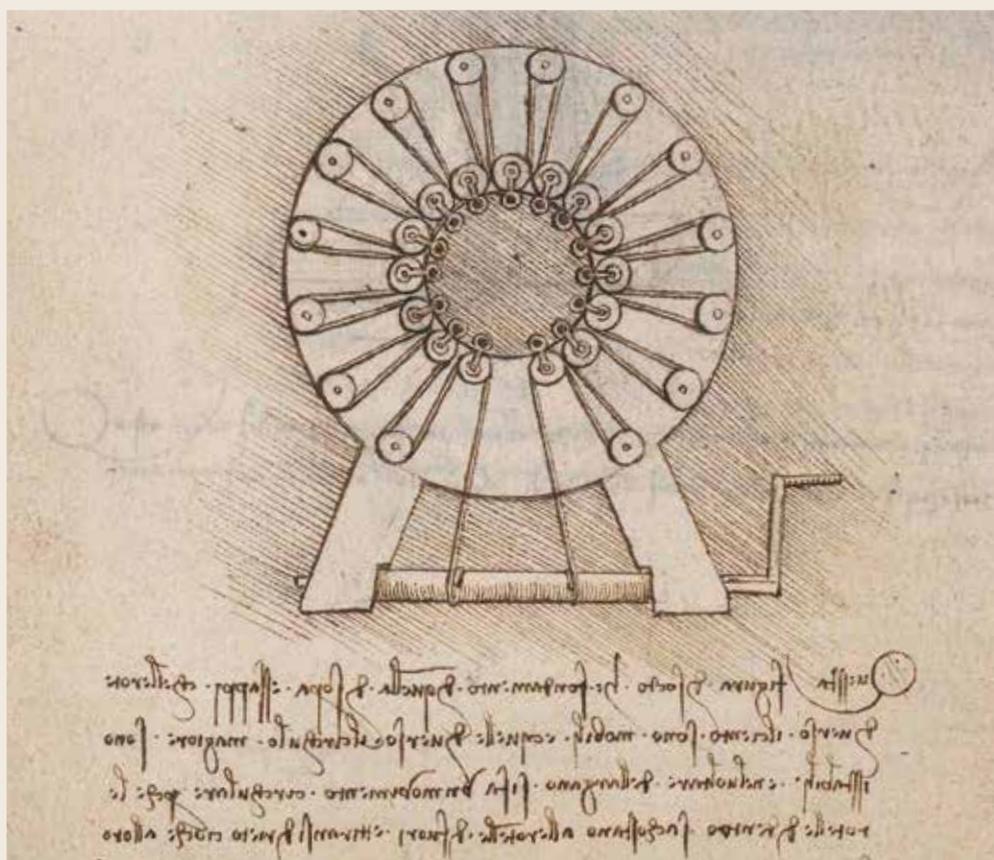
Un'importante fonte di reddito per Leonardo furono la sua inventiva e la sua abilità come ingegnere nel realizzare spettacoli di corte. Si pensi ad esempio al disegno "L'uccello della commedia", probabilmente realizzato da Leonardo per una rappresentazione dell'"Orfeo" di Poliziano, che mostra un grande volatile in legno dalla meccanica complessa, capace di battere le ali scorrendo lungo una fune inclinata fissata ai due lati opposti della sala della rappresentazione teatrale.

In una lettera del 1482, indirizzata probabilmente a Ludovico Sforza, parla solo marginalmente sulle sue doti di artista, privilegiando la descrizione di progetti militari e sottolineando le sue qualità di ingegnere civile e militare. «Ho modi di ruinare ogni rocca o altra fortezza... Item, farò carri coperti securi et inoffensibili... Item, occorrendo di bisogno farò bombarde... di mirabile efficacia et fora de l'usato». Un noto disegno, conservato presso il British Museum, documenta alcune delle macchine militari che Leonardo propose allo Sforza.

Lo studio dei meccanismi degli orologi gli consentì di costruire un piccolo veicolo semovente, la cui direzione era programmabile tramite camme di forme diverse e intercambiabili: il primo "computer" della storia. La forza motrice era prodotta da molle che mettevano in moto trasmissioni a ingranaggi con scappamento meccanico.

Molti schizzi del Leonardo da Vinci costruttore di macchine riflettono solo idee passeggerie, lampi di genio che, una volta annotati, venivano poi dimenticati. Difficili da interpretare sono alcuni disegni relativi alla costruzione di un robot, azionato tramite un meccanismo simile a quello di un orologio. La visiera del casco, le membra e la mascella si muovevano con l'aiuto di un sistema di cavi e pulegge. Alcune fonti raccontano anche di un leone meccanico funzionante; era in grado di compiere alcuni passi aprendo il petto, pieno di gigli, simbolo della Francia e di Firenze, lasciandoli poi cadere creando un tappeto di fiori quale omaggio al re e allegoria di un'alleanza. Questo bel "giocattolo" venne utilizzato durante celebrazioni o ricevimenti.

Le più recenti ricerche hanno attestato che Leonardo aveva compreso i principi di base dell'ingegneria. In suo onore, la Intuitive Surgical in California ha voluto battezzare "da Vinci" il proprio robot chirurgico, oggi il più utilizzato al mondo.



## *Immagini e idee si rincorrevano nella sua mente e spesso non padroneggiava più i suoi pensieri, che si accavallavano nelle sue note*

Codice Madrid I, f. 44v,  
Leonardo da Vinci,  
Biblioteca Nacional  
de España, Madrid

I robot di Leonardo e altre sue macchine erano pensati e costruiti per il divertimento della corte; le armi terribili che inventava promettevano potere. In ogni caso i suoi progetti vennero regalmente ricompensati. La vigna di Milano che Ludovico Sforza gli regalò aveva un valore paragonabile a quello di una villa nobiliare.

Leonardo era molto richiesto, non solo perché era in grado di vivacizzare e rendere indimenticabili le feste, ma soprattutto per l'aura di mistero che circondava i segreti di cui sembrava disporre. Qualche sua idea non fu probabilmente nulla più di un "ghiribizzo" (come un membro della signoria fiorentina definì il progetto di deviare l'Arno), ma se fosse riuscito a costruire effettivamente una delle sue terribili armi? E se avesse ceduto la sua invenzione al nemico?

In effetti Leonardo realizzò progetti militari in grado di dare enormi vantaggi strategici ai suoi committenti. Nel libro "L'arte della guerra" di Roberto Valturio è raffigurato il progetto leonardesco di un cannone in grado di sparare palle di ferro tramite la pressione del vapore. Un'arma simile venne utilizzata durante la guerra civile americana, cioè nel XIX secolo.

Leonardo era mancino. Celebre è la sua scrittura speculare – da destra a sinistra – utilizzata non tanto per nascondere i propri segreti, ma perché era una sua abitudine fin dall'infanzia. A volte fece riferimento ai suoi "segreta", ma raramente si servì di una scrittura cifrata. Un esempio viene dal periodo romano di Leonardo, tra il 1513 e il 1516, quando volle nascondere certe tec-

niche agli occhi dei suoi collaboratori scrivendo frasi del tipo: «La sagoma sia di erenev ovvero di giove e spesso rigitata in grembo alla madre sua; e sia adoperata con olgiram... ma prima proverai erenev e mercurio misto con giove...». Cosa nascondevano queste parole enigmatiche? "Giove" indica lo stagno, cioè il metallo che è stato associato a questo pianeta; "olgiram", letto da destra a sinistra, è "smariglio" e "erenev" sta per "Venere", associata al rame, mentre "Mercurio" indica il mercurio. In altri termini si tratta solo delle istruzioni per realizzare la superficie di uno specchio utilizzando una lega di diversi metalli. Probabilmente Leonardo voleva realizzare un grande riflettore parabolico, di cui aveva intravisto le potenzialità militari, ispirandosi alla leggenda che volle Archimede utilizzare specchi ustori per incendiare le navi nemiche.

### **Idee: psicologia di un creativo**

Per inventare nuove macchine e trasformare visioni in realtà occorrono menti brillanti, abili artigiani. Ma cosa muoveva un genio come Leonardo? Non certo il denaro. Rivelatrici sono alcune parole scritte nel 1505 mentre ragionava sul volo degli uccelli.

«Pigliarà il primo volo il grande uccello, sopra del dosso del suo magno Cecero, empiendo l'universo di stupore, empiendo di sua fama tutte le scritture, e gloria eterna al nido dove nacque». Il "dosso del suo magno Cecero" è il "monte Ceceri" presso Fiesole. Non esistono prove che Leonardo o qualche suo allievo abbia vera-

mente fatto qui o altrove un test di volo. Tuttavia la fonte è interessante, perché rivela una costante ispirazione dell'opera di Leonardo: la speranza, «empiendo l'universo di stupore... e di sua fama tutte le scritture».

Ma perché portò a termine così pochi progetti? Accanto alla "Monna Lisa", il "San Giovanni" è l'opera tecnicamente più perfetta di Leonardo, un "manifesto della sua arte", come la definì Carlo Pedretti. Leonardo stese non meno di 30 sottilissimi strati di vernice trasparente, per creare transizioni morbide e dar vita al suo celebre "effetto sfumato" senza che il quadro presentasse alcun segno di pennellata. Ogni strato doveva asciugarsi completamente prima di poter stendere il successivo, e per portare a termine il dipinto fu necessario un tempo lunghissimo. I pochi quadri che Leonardo finì sono lo specchio di un tratto del suo carattere: voleva raggiungere la massima perfezione.

Vasari di sicuro ha ragione quando scrive dei motivi per cui Leonardo non portò a compimento numerose opere: «Ma per il vero si può credere che l'animo suo grandissimo ed eccellentissimo per esser troppo volenteroso fusse impedito, e che il voler cercar sempre eccellenza sopra eccellenza e perfezione sopra perfezione ne fusse cagione». Lo stesso si può dire dei suoi progetti tecnici, e qui sta la ragione per cui non realizzò nessuna delle sue invenzioni.

Forse la psicologia moderna ci potrebbe spiegare che Leonardo soffriva di ADHD, un disturbo da deficit di attenzione e iperattività.

*L'invenzione chiave per lo sviluppo dell'industrializzazione è stata la macchina a vapore, i cui componenti furono inventati in Europa nel corso di secoli; valvole e pompe, organi di trasmissione, ruote dentate, viti: tutte "macchine" di cui si era occupato anche Leonardo*

La sua mente lavorava simultaneamente su molteplici varianti. Il suo disegno del dio del mare Nettuno è un esempio impressionante di questo suo modo "nervoso" di lavorare, non solo per quanto riguarda il Leonardo artista, ma anche lo scienziato e il tecnico. Immagini e idee si rincorrevano nella sua mente e spesso non padroneggiava più i suoi pensieri, che si accavallavano nelle sue note: «Scrivi la lingua del picchio e la mascella del coccodrillo... Dimanda la moglie di Biagin Crivelli come il cappone allieva e cova l'ova della gallina essendo lui imbricato».

Qualche volta le fonti permettono di immaginare come Leonardo cercasse senza sosta le risposte alle sue domande. Per almeno 43 volte iniziò a elaborare una definizione di "gravità". La sua fatica era spesso premiata da formulazioni chiarissime, anzi poetiche, come la sua definizione di "forza": forza non è altro che una «potenza invisibile, la quale è creata e infusa per accidental violenza da corpi sensibili nelli insensibili, dando a essi corpi similitudine di vita...Tardità le fa grande e prestezza la fa debole. Vive per violenza e more per libertà». La forza, questo fu il grande problema che impedì la costruzione di un aereo prima del XX secolo: né l'"Helix pteron", la "vite aerea", né altre delle sue macchine potevano alzarsi in aria da sole.

L'apparecchio che ideò Leonardo avrebbe dovuto librarsi per mezzo di ali oscillanti azionate dallo stesso pilota: ovviamente non avrebbe mai potuto funzionare. In seguito, studiando le ossa di uccelli, capì che sarebbe stata necessaria una struttura la più leggera possibile. Così si mise a ricercare i materiali adatti, raccomandando che non si usasse metallo per la costruzione di apparecchi volanti, ma pelle conciata in allume, seta grezza molto resistente e canna.

La macchina volante di Leonardo superò una prova pratica nell'estate 2003. Judy Leden, campionessa mondiale di volo libero e di parapendio, riuscì a volare per 200 metri a un'altezza di 10 metri. Per la costruzione dell'aliante vennero usati materiali disponibili anche nel Cinquecento.

Ci volle l'esperienza di una campionessa del mondo per evitare un incidente. Leden rilevò come le ali troppo rigide rendessero difficile pilotare l'apparecchio. Come già detto, è improbabile che Tommaso Masini, l'allievo di Leonardo, abbia fatto voli dal monte Ceceri. La targa commemorativa posta dal Comune di Firenze festeggia un evento che in realtà non è mai accaduto.

### **Osservazioni finali: la strada per l'età moderna**

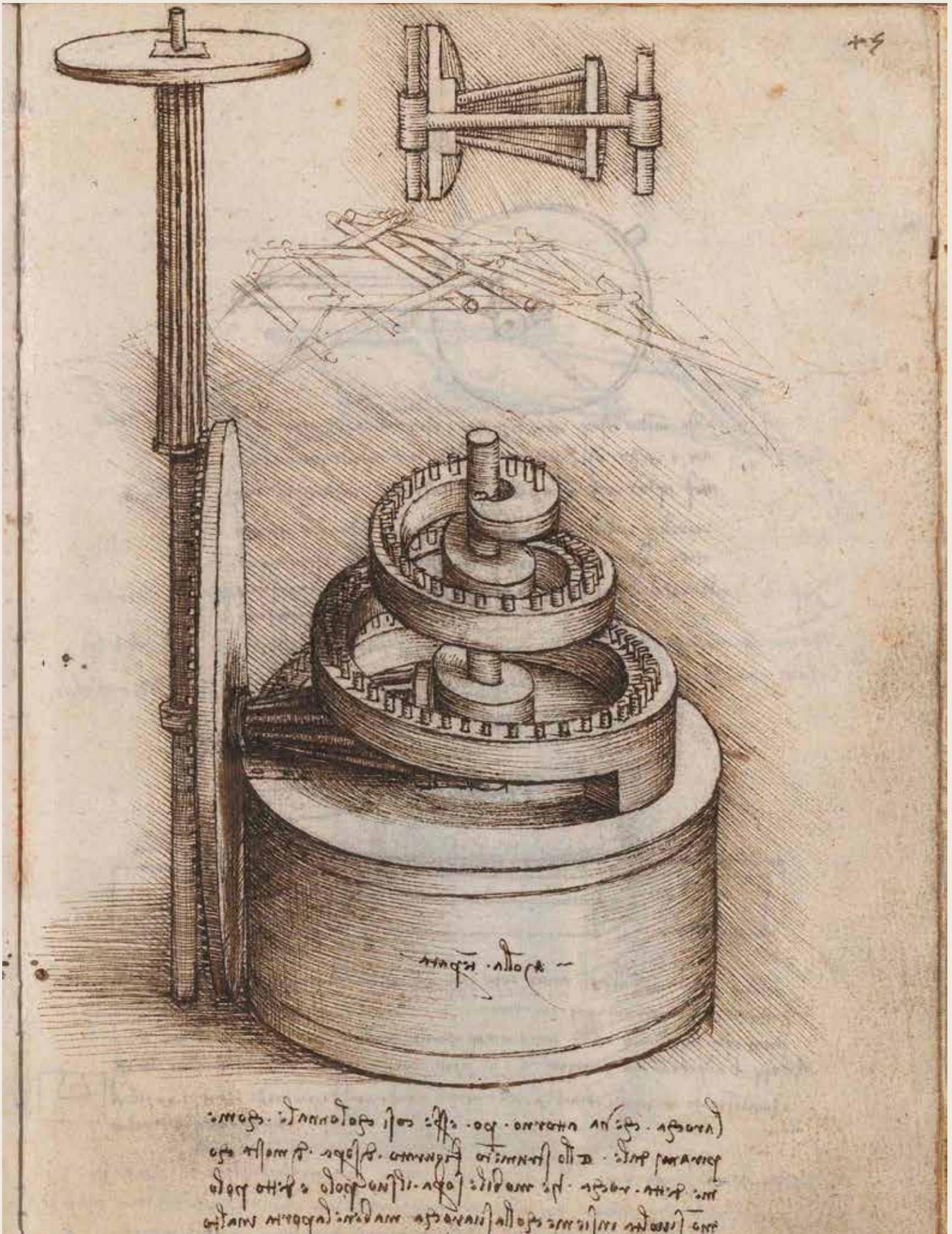
Per far funzionare le macchine di Leonardo sarebbero state necessarie modifiche e miglioramenti. È impossibile che Leonardo abbia inventato la bicicletta, come è stato invece spesso suggerito anche da ricostruzioni viste in alcuni musei. Il celebre disegno della bicicletta di Leo-

nardo non è di sua mano, è un falso del tardo Ottocento: non possiamo rendere Leonardo più moderno di quanto già non fosse in realtà.

Il "sogno di volare" affascino Leonardo sin dai suoi primi anni milanesi, mentre le ultime tracce della sua aspirazione si trovano sui disegni del primo decennio del XVI secolo. Ma solo con la grande potenza dei motori a combustione interna è stato possibile far decollare un aereo. L'invenzione chiave per lo sviluppo dell'industrializzazione è stata la macchina a vapore, i cui componenti furono inventati in Europa – e solo in Europa – nel corso di secoli; valvole e pompe, organi di trasmissione, ruote dentate, viti: tutte "macchine" di cui si era occupato anche Leonardo.

Dopo il secolo di Galileo, il XVII, l'Italia ha perso la sua posizione di paese di riferimento per lo sviluppo scientifico. Non completamente – basti pensare ad Alessandro Volta – ma da allora in poi solo il Nord della penisola mantenne un alto tasso di innovazione. Già la mappa di Murray, di cui si è parlato in precedenza, evidenzia differenze tra Nord e Sud d'Europa, un tema scottante del presente che ha radici lontane.

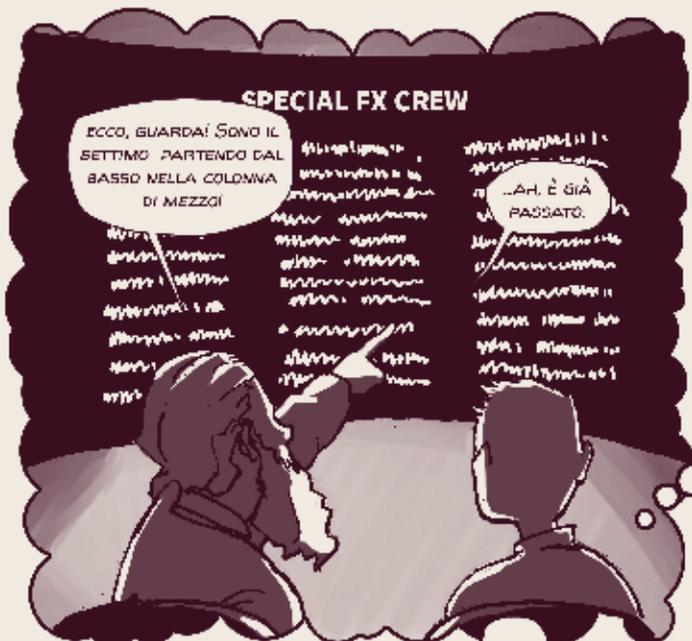
Gli storici hanno spesso parlato delle differenze tra Nord e Sud (la "piccola divergenza"), in contrapposizione con la "grande divergenza" tra il "ricco Ovest" e il "povero resto del mondo", che nacque già nel Medioevo e che oggi si è allargata fino a una dimensione scandalosa. La situazione dell'Italia, come quella di altri paesi del Mediterraneo – dall'Africa del Nord fino alla Spagna e al Medio Oriente –, è stata influenzata da un'evoluzione drammatica che ebbe i suoi inizi proprio ai tempi di Leonardo. Un altro mistero è il perché Leonardo, uno degli uomini più curiosi del mondo, non abbia mai menzionato nei suoi scritti due eventi epocali ovvero la circumnavigazione meridionale dell'Africa avviata dai Portoghesi e la scoperta dell'America. Il Mediterraneo perdeva così la sua posizione di centralità del mercato tra Oriente e Occidente e di cerniera tra le economie asiatiche ed europee, e vedeva sfumare i presupposti fondamentali della sua prosperità. La rivoluzione industriale ebbe poi inizio in Inghilterra. Leonardo da Vinci trovò i suoi successori nel Nord dell'Europa: l'olandese Christiaan Huygens, il francese René Descartes, gli inglesi William Harvey, Isaac Newton, James Watt e molti altri. Furono tutti geni, ma nessuno paragonabile al pittore di Vinci. ■





GRAPHIC NOVEL DI  
ELISA POGGESE

E se fosse un fumetto?



SAI COSA... ADESSO CHE MI CI FAI PENSARE, FORSE PER LEONARDO È STATO MEGLIO NASCERE CINQUE SECOLI FA.

À PARTE PER LA FACENDA DEI GATTI, OVVIAMENTE.



TESTO DI  
MARIANGELA GUALTIERI



*La palla increpata  
che abitiamo è un raro  
puntino tiepido nel grande  
aperto, una tiepida isola  
vagante in quella vastità  
che nelle notti terse,  
se alziamo la faccia,  
ci cambia il respiro*

# FOTO DAL CIELO

**R**ara è la vita nell'universo. Lo so da tempo, ma solo ora lo comprendo con quello stupore che la comprensione profonda sa generare. Nel gelido universo – 270 gradi sotto zero – dove i corpi si stanno allontanando fra loro, non è per niente frequente incontrare la vita così come noi la intendiamo. E noi abitiamo in un pianeta dove la vita brulica e ha assunto le più varie e bizzarre forme, a ogni latitudine, in ogni ambiente, a ogni temperatura: qualcosa ha attecchito, si è moltiplicato, ha generato, ha fatto di tutto per restare, per abitare il verbo essere, per essere nella vita. La palla increpata che abitiamo è un raro puntino tiepido nel grande aperto, una tiepida isola vagante in quella vastità che nelle notti terse, se alziamo la faccia, ci cambia il respiro.

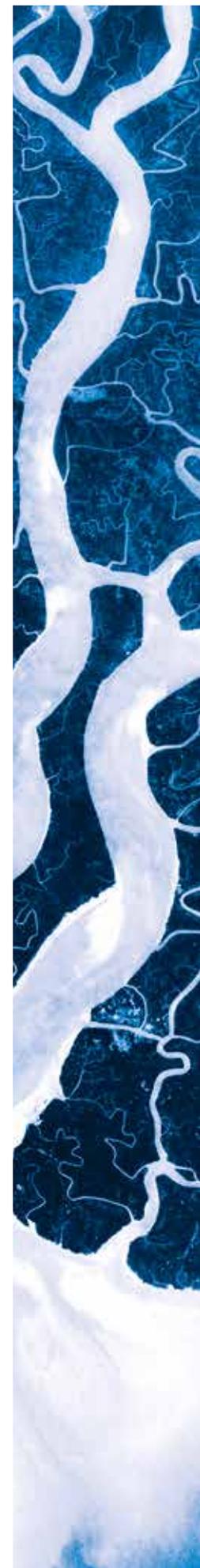
Quando viaggio in aereo sto sempre incollata al finestrino, e guardando giù i boschi, i fiumi, le montagne, e poi tutto il fermento umano, a volte mi commuovo fino alle lacrime, così, senza pensiero, solo per l'incanto di vedere lei, davvero la grande madre che ci tiene incollati a sé, vivi. Ora ci sono immagini dallo spazio che vengono a mostrarci qualcosa che non conoscevamo.

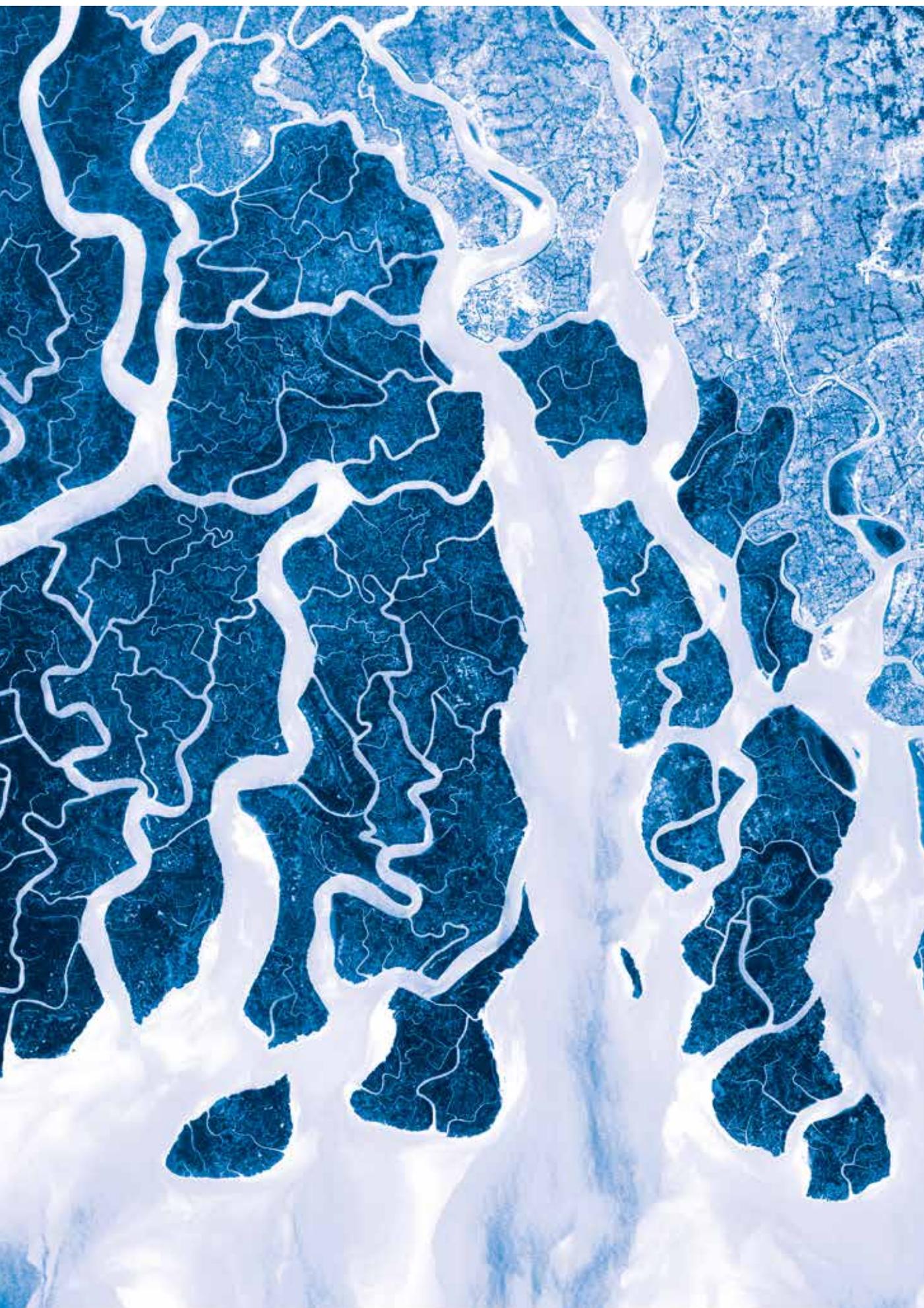
Guardo queste foto potenti e ne avverto l'incanto. Una in particolare mi colpisce, quasi mi stordisce: i colori sono il bianco e l'azzurro. Si vede un labirinto di strade e stradelle, tutte bianche, su un campo di un celeste variegato. Si tratta del delta del fiume forse più sacro e più adorato del pianeta: il Gange. Per gli indù il Gange è una dea che sta sulla testa di Shiva, e da lì lancia un getto d'acqua in origine così potente che il dio ha dovuto frenarla, mettendosela fra i capelli.

All'inizio di un grande racconto la dea Ganga, assunte le sembianze di una bellissima donna, partorisce sette figli e uno dopo l'altro li affoga nelle proprie acque, lasciando senza parole il suo sposo che al settimo figlio ucciso non ce la fa più e le chiede chi davvero lei sia.

Sì, è la grande dea e i figli sono divinità che hanno rubato la vacca sacra e dunque condannate a vivere una vita come umani, a nascere sulla Terra. Appena fissata la condanna, prima di incarnarsi, chiedono di essere partoriti da lei e da lei affogati prima possibile. Con questa certezza che potendo è meglio non attraversare la vita come umani, inizia il più grande poema epico del sapiente mondo indù, il Mahābhārata. E adesso eccola lì quell'acqua, quella divinità, la sua labirintica entrata in mare, in una sintesi mai vista prima. Ecco la capigliatura di Shiva come vista da vicino, l'intrico magnifico di quell'abbraccio violento eppure in forme così pittoriche, eleganti come tutto su questo pianeta. Tutto tranne i nostri traffici che adesso hanno dato nome a questa era, l'Antropocene appunto, cioè l'era in cui la forza tellurica più devastante per l'equilibrio del pianeta siamo noi.

Ma guardate bene queste foto, e dite se davvero potremmo mai scalfire la meraviglia per più di un istante, quanto basta a essere spazzati via come specie, come parassita che la grande madre si scolla di dosso, per poi tornare, lei, nel beato esistere delle sue divinità fiumi, divinità montagne e boschi, divinità laghi e isole e atolli e grandi mari, cascate, vulcani, fondali e rupi e magnifici altri animali. Noi apparteniamo a lei, non è lei che ci appartiene. Non obbediscono a noi le acque. E in questo poema terrestre di obbedienza e potenza è bene ricordare ciò che siamo, ciò che non siamo. ■





---

↔ Scultura della divinità  
indù Shiva, che danza  
in un anello di fuoco

---

↙ Immagine telerilevata  
della foce del Gange,  
Golfo del Bengala,  
Oceano Indiano

TESTO DI  
ELISA ALBANESI

# LO SGUARDO DELL'ARTE SULLA NATURA DELLA MATERIA

**S**i possono definire "semiconduttori" – con le necessarie e dovute semplificazioni – un gruppo eterogeneo di materiali la cui resistività, cioè l'attitudine specifica di opporre resistenza alle cariche elettriche, li pone in una posizione intermedia tra i conduttori e gli isolanti. Elementi base di gran parte dei moderni dispositivi elettronici, è a questo particolare tipo di

semimetalli che fa riferimento la coppia di artisti britannici Ruth Jarman e Joe Gerhardt noti con il nome, appunto, di Semiconductor. Attivo dal 1999, il duo ha tentato fin dal principio di mettere in comunicazione l'ambito scientifico con quello artistico, trasmutando dati e analisi in installazioni e performance in grado di dare una nuova dimensione estetica agli esperimenti da laboratorio. Tra le finalità di tali operazioni,



→ *HALO*, Semiconductor, 2018, installazione interattiva commissionata dalla quarta Audemars Piguet Art Commission



vi è quella di comprendere come i nuovi strumenti tecnologici e le scoperte scientifiche possano alterare la percezione della nostra realtà materiale e riprogettare l'idea stessa di natura.

Oscillando in una doppia ottica insieme terrestre ed extraterrestre, nel corso della loro carriera si sono trasformati in speleologi spaziali, esplorando la più profonda delle caverne, il cosmo; oppure hanno scavato sotto la superficie del pianeta alla ricerca del suono più intimo di questa Pale Blue Dot che ci illudiamo di addomesticare attraverso la misurazione e l'analisi degli eventi più catastrofici, come eruzioni vulcaniche ("Inferno Observatory", 2011) o terremoti. Due opere sintetizzano bene questa duplice direzione: ricollegandosi a una precedente indagine sul vento solare, in "Black Rain" (2009) gli artisti si sono immersi nello spazio interplanetario utilizzando le immagini grezze catturate da due satelliti gemelli lanciati in occasione della missione STEREO (Solar TERrestrial RELations Observatory); al 2012 risale invece un lavoro sonoro dal titolo "Subterranean (Seismic Blues)", in cui sono stati registrati e resi udibili i rumori sotterranei generati da molteplici fenomeni naturali. Il risultato finale è il rumore segreto della Terra, un masticare perpetuo, un trapestio vibrante di materia altrimenti impercettibile. In entrambi i casi, grazie al supporto della strumentazione scientifica, si cerca di rendere esperibili porzioni di cosmo altrimenti silenti e intangibili, sfruttando la capacità delle macchine di dilatare la nostra percezione sensoriale.

Nel contesto di una ricerca che si snoda, dunque, tra microcosmo e macrocosmo, va inserito uno degli ultimi lavori di Semiconductor, "HALO". Commissionata in occasione

della quarta Audemars Piguet Art Commission ed esposta alla fiera Art Basel del 2018, l'opera è stata realizzata con la curatela di Mónica Bello, direttrice dal 2015 del programma "Arts at CERN". Come suggerisce il nome – *halo*, infatti, può essere tradotto come "cerchio/alone di luce" – l'installazione presenta una dimensione ambientale avvolgente, in cui lo spettatore si trova al centro di un anello animato da impulsi acustici e visivi. L'opera è costituita, infatti, da un cilindro di dieci metri di diametro, il cui perimetro è delimitato da 384 corde verticali ed è percorso al suo interno da uno schermo su cui vengono mostrate immagini caleidoscopiche. L'astratto disegno geometrico rappresenta la proiezione – o la traduzione – dei dati grezzi raccolti dagli esperimenti condotti da ATLAS, uno dei sei rivelatori di particelle che compongono l'acceleratore LHC (Large Hadron Collider).

Sessanta collisioni sono state dunque isolate e rallentate dalla massa di dati, per apparire sullo schermo in forma di segno luminoso che, a sua volta, va ad attivare i piccoli martelli posti alla base. La vibrazione delle corde conseguente, genera una composizione dissonante in contrasto con la bellezza equilibrata e misurata del contesto ma perfettamente in linea con quanto da loro visto e udito alla fabbrica di orologi di Audemars Piguet in Svizzera. Combinando quest'ultima esperienza con quella fatta precedentemente al CERN nel 2015, infatti, i Semiconductor hanno cercato di riprodurre un tempo particolare della materia, l'attimo seguente il Big Bang, costruendo un ambiente in cui design – grazie alla collaborazione dell'azienda Millimetre –, scienza e ricerca artistica dialogano tra loro. La stessa

Ruth Jarman, in un video di presentazione, definisce "HALO" come una "scultura" il cui fine deve essere quello di generare nello spettatore un "sublime tecnologico" – esperienza estetica peraltro teorizzata nel 1998 da Mario Costa nel testo "Il sublime tecnologico. Piccolo trattato di estetica della tecnologia" –, un senso cioè di sopraffazione tale da rimettere in discussione la nostra comprensione e percezione della natura. ■

---

*HALO è come una "scultura" il cui fine deve essere quello di generare nello spettatore un "sublime tecnologico", un senso cioè di sopraffazione tale da rimettere in discussione la nostra comprensione e percezione della natura*

---



*Spinning fire.*  
foto di Alex Galimov

TESTO DI  
**MATTEO DE GIULI**

# SCIENZA E LETTERATURA: RIPARTIRE DALLE STORIE

**M**ichael Beard, premio Nobel per la fisica, ha una cattedra *ad honorem* presso l'Università di Ginevra, dove però non insegna. Aderisce a varie iniziative, prende parte a commissioni, concede interviste, fa da consulente, da garante, da testimone per raccolte di fondi, per eventi speciali, per riviste di settore e quotidiani generalisti. Vive del riflesso della sua gloria giovanile: condivide con Albert Einstein gli onori della scoperta di uno dei meccanismi di base della fotosintesi delle piante, la nota Conflazione Beard-Einstein, mattone teorico essenziale per l'ideazione di tecnologie di fotosintesi artificiale – prototipi che, una volta perfezionati, potrebbero rivoluzionare il mondo delle energie rinnovabili e venire in soccorso di un pianeta in piena emergenza climatica. Eppure Beard non riesce più a fare ricerca, troppo distante dall'impresa di concentrazione, dalla determinazione che a ventuno anni lo portò ai suoi fondamentali calcoli. Ormai stanco, usa il proprio premio Nobel come un tronco di notorietà, come un naufrago «aggrappato a quell'unico asse galleggiante».

Michael Beard non esiste, è il personaggio di "Solar", romanzo di successo dello scrittore inglese Ian McEwan. Eppure Michael Beard è una figura assolutamente plausibile, familiare, addirittura, a chiunque all'università abbia frequentato una facoltà scientifica.

“Solar” è uno dei pochi romanzi che si siano presi la briga, negli ultimi anni, di mettere un ricercatore al centro della narrazione e di cercare di descriverne tic e comportamenti senza ricorrere a quelle due o tre maschere usuali – lo stereotipo dello scienziato pazzo, del giovane geniale, del ribelle visionario ripudiato dall'accademia.

Il fatto che manchino figure di scienziati nei romanzi contemporanei *mainstream* è solo la conseguenza più piccola di una questione ampia e complessa: la scissione tra scienza e letteratura, o – per usare le parole di Claudio Magris sul “Corriere della Sera” – «tra l'immagine della realtà e della vita offerte oggi dalla scienza e i nostri millenari modi di percepire la realtà, di intenderla, di rappresentarla, di narrarla». Un tempo, e per secoli, le conoscenze che la scienza svelava, sulla natura e sull'uomo, erano sguardi nuovi che finivano inevitabilmente per influenzare le visioni di intellettuali, artisti e scrittori, e di riflesso le loro rappresentazioni del mondo. «Quando Copernico e Galileo sfondano i cieli, si guardano, si percepiscono e si cantano le stelle in modo nuovo; il tempo assoluto di Newton sembra corrispondere al sentimento umano di vivere il tempo e nel tempo».

Oggi il pensiero scientifico fatica a farsi cultura e i tecnicismi della scienza di frontiera, dalla meccanica quantistica alla genetica di precisione, non sembrano più incidere nell'immaginario culturale e collettivo, sono percepiti come troppo complessi o controintuitivi per poter davvero raccontare anche qualcosa di noi, della nostra vita, del nostro modo di essere umani. Lo diceva già nel 1963 Ernesto Sabato, che era stato fisico prima di diventare uno degli scrittori sudamericani più importanti del suo tempo. Nella raccolta “Lo scrittore e i suoi fantasmi” scriveva che il linguaggio logico della scienza è «un linguaggio che agli uomini concreti non serve». L'uomo concreto, inteso da Sabato come uomo comune, «ha bisogno di esprimere sentimenti ed emozioni, cercando

di agire sull'anima degli altri, incitandoli alla simpatia o all'odio, all'azione o alla contemplazione». La nostra esistenza quotidiana insomma non sarebbe logica, e non avrebbe dunque nulla a che vedere con le verità astratte e inequivocabili della scienza.

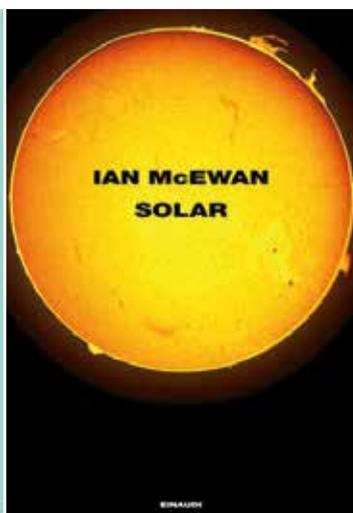
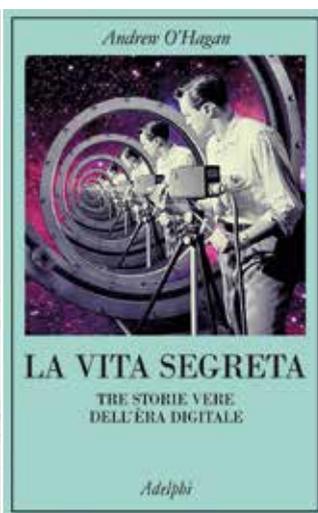
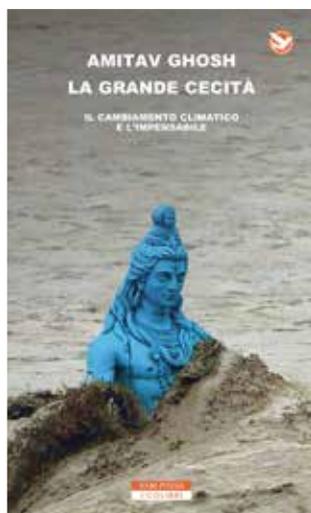
Eppure è evidente a tutti, oggi ancora di più che all'epoca di Sabato, come la nostra società sia nata sulle fondamenta della scienza, come la contemporaneità sia stata definita dalla tecnologia, il progresso plasmato dalla digitalizzazione. Oggi più che mai il nostro senso del mondo dipende dagli sviluppi tecnologici e scientifici originati quarant'anni fa e di cui le nostre vite sono permeate.

Uno dei saggi più citati degli ultimi anni si intitola “La grande cecità. Il cambiamento climatico e l'impensabile” e l'ha scritto un romanziere indiano, Amitav Ghosh. Nel libro, Ghosh lamenta l'assenza di temi scientifici nei romanzi borghesi occidentali e denuncia in particolare il rimosso più grande: quello dei cambiamenti climatici, tema ambientale per eccellenza della nostra vita nell'era dell'Antropocene. Il riscaldamento globale è una questione che per anni abbiamo faticato a capire, anche a causa di oggettivi limiti cognitivi: siamo naturalmente portati a sottovalutare problemi tanto articolati, che per di più si sviluppano in maniera inattesa, dove un'azione non scatena per forza una reazione diretta e immediata nello spazio e nel tempo. Ma c'è di più, secondo Ghosh, nella smania di progresso della cultura occidentale la natura è stata raccontata negli ultimi decenni come «un dominio da conquistare, da dominare e sfruttare». Uno degli impulsi originari della modernità, dice Ghosh, è stato proprio la divisione tra natura, scienza e cultura, che ha portato di riflesso al distacco degli scrittori dalle questioni scientifiche e degli scienziati dal dibattito culturale. Viviamo insomma il paradosso di abitare una quotidianità determinata dalla scienza – un presente tecnologico e una incom-

---

*Il pensiero scientifico fatica a farsi cultura e i tecnicismi della scienza di frontiera sono percepiti come troppo complessi o controintuitivi per poter davvero raccontare anche qualcosa di noi, della nostra vita, del nostro modo di essere umani*

---



←← La grande cecità.

Il cambiamento climatico e l'impensabile, di Amitav Ghosh, Neri Pozza, 2017

←← La vita segreta. Tre storie vere dell'era digitale, di Andrew O'Hagan, Adelphi, 2017

← Solar, di Ian McEwan, Einaudi, 2010



bente catastrofe ambientale – che però solo pochi scrittori hanno provato a raccontare.

Fanno eccezione una manciata di saggi e reportage di *narrative nonfiction* – genere che in Italia chiamiamo “giornalismo narrativo” forse con una nota di superbia, per continuare a immaginare un confine con la “letteratura alta” che ormai da tempo è caduto. Prendiamo “La vita segreta. Tre storie vere dell’era digitale”, di Andrew O’Hagan. Formalmente è un libro composto di tre parti separate: il primo capitolo è un profilo di Julian Assange, fondatore di WikiLeaks, di cui O’Hagan fornisce il ritratto intimo, tragicomico, di un uomo perseguitato da mega-

lomanie e paranoie. Il secondo capitolo è l’esperienza personale di O’Hagan nei traffici illegali del *dark web*. L’ultima parte è un reportage su Satoshi Nakamoto, entità misteriosa dietro l’invenzione dei Bitcoin. Sono tre parabole attraverso cui O’Hagan riesce a farci vedere una cosa impalpabile come il digitale, riesce a raccontare una cosa apparentemente impossibile da raccontare come il rapporto tra realtà e finzione nelle nostre esistenze iperconnesse. Di colpo, leggendo “La vita segreta”, la soluzione per raccontare la complessità del contemporaneo sembra tutto sommato a portata di mano: ripartire dalle storie. ■

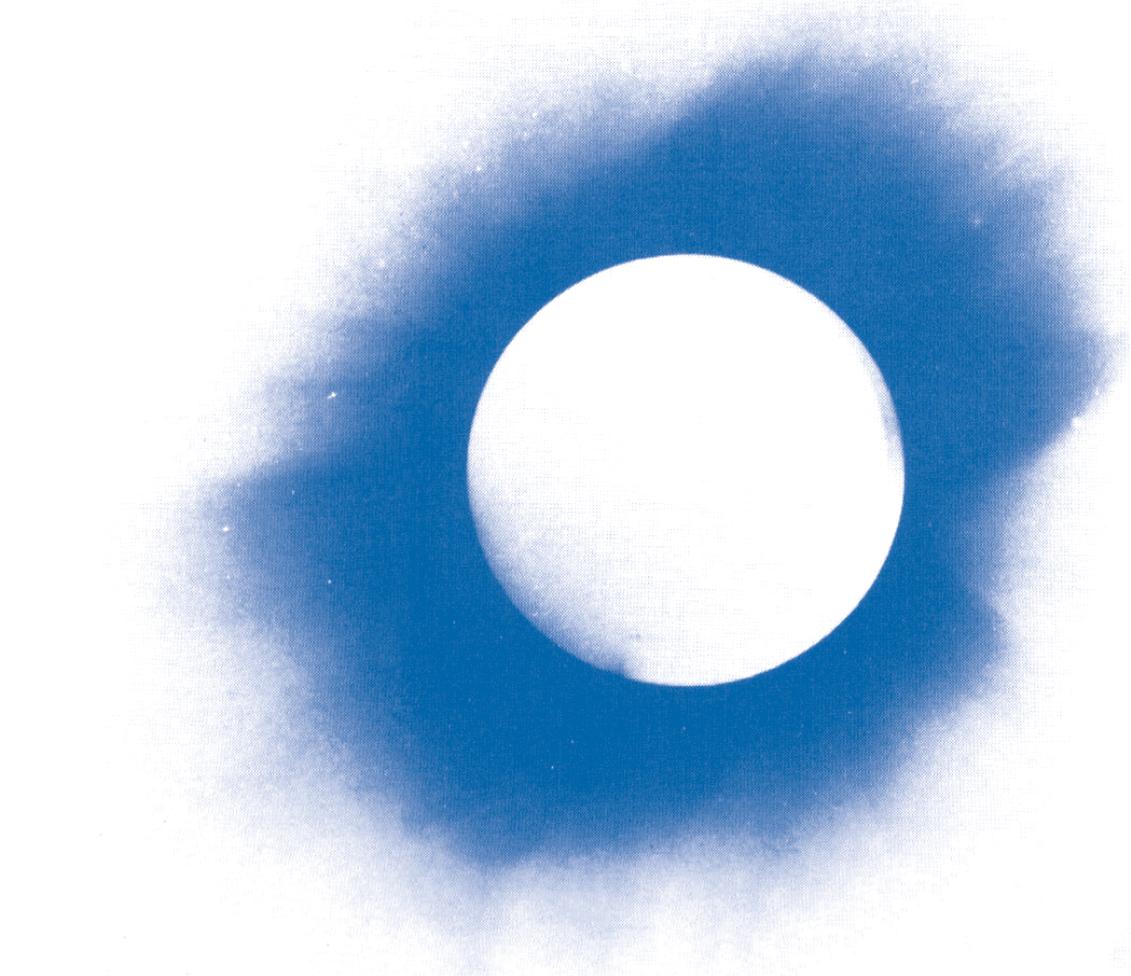
*Fuochi d’artificio*,  
foto di Elizabeth Frantz, 2016

TESTO DI  
GIULIO PERUZZI

# L'ANGELO DELLA SCIENZA MODERNA

*L'“Angelus Novus”  
che potrebbe  
rappresentare lo  
sviluppo della scienza  
moderna è un angelo  
“dai due volti che  
guarda insieme al  
passato e all'avvenire”  
e che non vede crescere  
dietro di sé un  
“cimitero di teorie”*





**W**alter Benjamin era venuto in possesso di un acquerello realizzato da Paul Klee nel 1920 e da questi intitolato "Angelus Novus". La notorietà dell'opera di Klee si deve proprio a Benjamin che nelle sue "Tesi di filosofia della storia", pubblicate all'inizio del 1940, ne fa il paradigma figurativo della serie di catastrofi che caratterizzano la storia del XX secolo, e in generale la storia dell'umanità. «C'è un quadro di Klee – scrive Benjamin – che s'intitola "Angelus Novus". Vi si trova un angelo che sembra in procinto di allontanarsi da qualcosa su cui fissa lo sguardo. Ha gli occhi spalancati, la bocca aperta, e le ali distese. L'angelo della storia deve avere questo aspetto. Ha il viso rivolto al passato. Dove ci appare una catena di eventi, egli vede una sola catastrofe, che accumula senza tregua rovine su rovine e le rovescia ai suoi piedi. Egli vorrebbe ben trattenersi, destare i morti e ricomporre l'infranto. Ma spira dal paradiso una tempesta, che si è impigliata nelle sue ali, ed è così forte che egli non può più chiuderle. Questa tempesta lo spinge irresistibilmente nel futuro, a cui volge le spalle, mentre il cumulo delle rovine cresce davanti a lui al cielo. Ciò che chiamiamo il progresso, è questa tempesta». Pochi mesi dopo la pubblicazione delle "Tesi", Benjamin morirà suicida a Port Bou, al confine tra Francia e Spagna, per paura di finire nelle mani dei nazisti.

Uno scienziato che guarda questo quadro può vedere sia quello che ci ha visto Benjamin, ma per contrasto anche la differenza tra storia dell'umanità e storia della scienza della natura. Come per Benjamin, l'"Angelus Novus" può da un lato essere evocativo di una fase della storia della scienza nella quale la "scienza ha conosciuto il peccato", come ebbe a dire Robert Oppenheimer dopo le bombe nucleari su Hiroshima

e Nagasaki. Da queste "macerie" la scienza non potrà più tornare indietro.

D'altra parte, la storia della scienza è anche profondamente diversa da quella rappresentata dal quadro di Klee. Infatti, accanto a vere rivoluzioni come quella copernicana (dalla quale nasce la scienza moderna) o quella lavoisieriana (da cui nasce un nuovo settore della scienza moderna, la chimica), esiste una successione di quadri interpretativi nell'ambito della storia della scienza moderna che non annullano i precedenti. Dopo Copernico, il cosmo disegnato da Aristotele e Tolomeo e la fisica che lo supporta sono effettivamente "ridotti a macerie", come dopo Lavoisier è ridotta a macerie la chimica stahliana. Tuttavia così non avviene, ad esempio nel caso della fisica, con l'avvento delle teorie relativistiche (ristretta e generale) di Einstein e con la meccanica quantistica. La cosiddetta "meccanica classica" di Galileo e Newton non è ridotta a macerie dai nuovi quadri interpretativi del XX secolo. Essa deve solo rivedere la sua pretesa ottocentesca di universalità, cioè la pretesa di essere l'unico quadro interpretativo dei fenomeni a tutte le energie, a tutte le scale di grandezza. Le nuove teorie permettono di circoscrivere in modo preciso il dominio di fenomeni nei quali la meccanica classica continua a essere una buona o ottima approssimazione (e per questo viene ancora oggi insegnata e usata), cioè nell'ambito dei fenomeni nei quali le velocità in gioco sono piccole rispetto a quelle della luce e le scale di grandezza sono maggiori di quelle degli atomi.

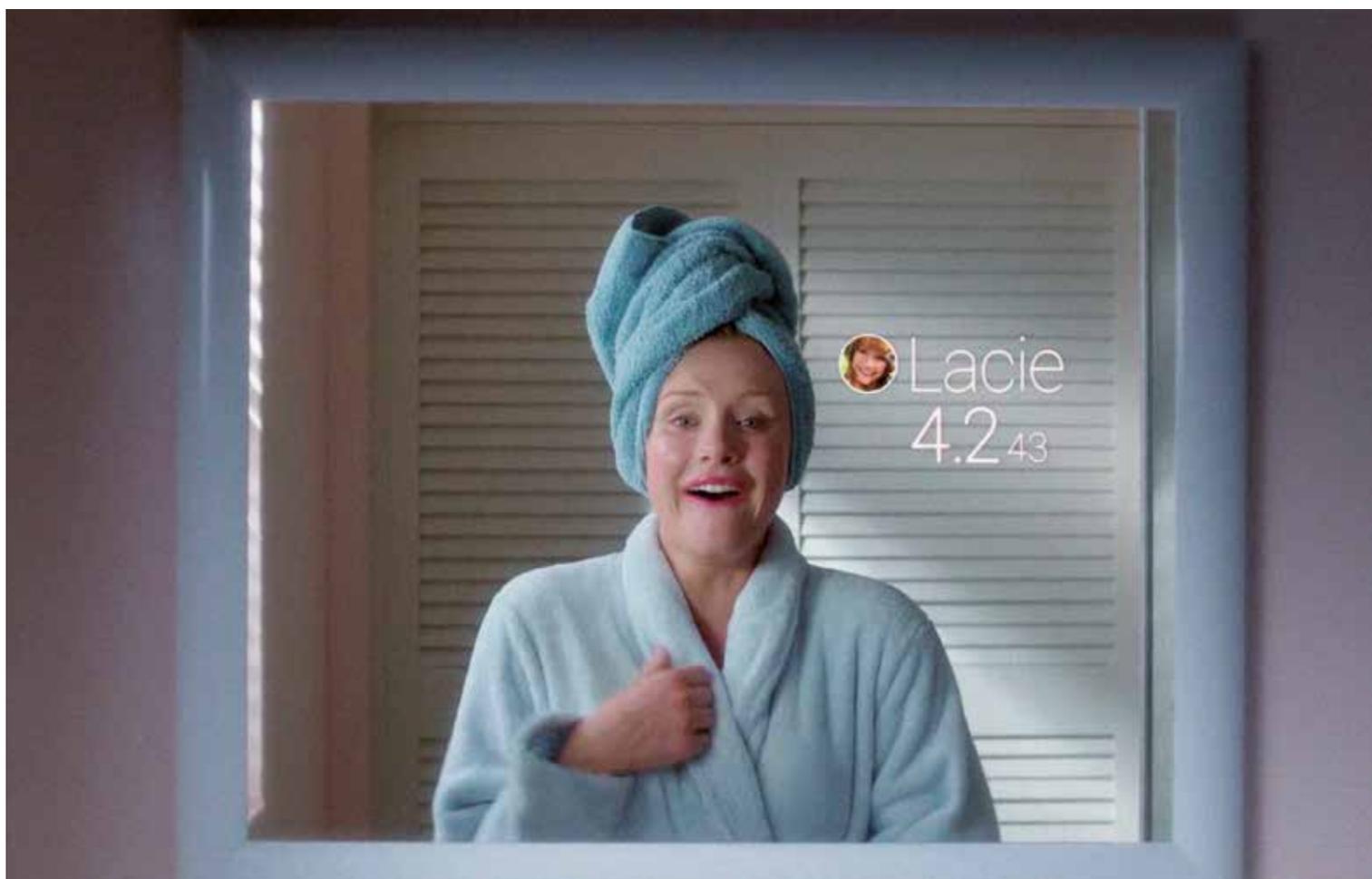
L'"Angelus Novus" che potrebbe quindi rappresentare lo sviluppo della scienza moderna è, per dirla con le parole di Francesco Bacone, un angelo "dai due volti che guarda insieme al passato e all'avvenire" e che non vede crescere dietro di sé un "cimitero di teorie". ■

◀ *Angelus Novus*, Paul Klee, 1920, pittura a olio e acquerello su carta, The Israel Museum, Gerusalemme

◀ Rielaborazione della fotografia della prova sulla relatività generale di Einstein eseguita durante un'eclissi solare da Arthur Eddington, 1919

TESTO DI  
 MASSIMILIANO PANARARI

# DISTOPIE D'AUTORE



La serie TV *Black Mirror*,  
 episodio *Noisedive*  
 (*Caduta Libera*)

C'è una merce culturale diffusissima nella nostra società, che si vende copiosamente, a tonnellate. È la distopia, riproposta da libri, film, serial televisivi e web-serie di notevole successo, e corredata di una marcata componente di neoluddismo. Nella quale, a pensarci bene, rientra pure la "retrotopia" descritta da Zygmunt Bauman, ovvero il volgere nostalgicamente la testa all'indietro collocando il luogo ideale – che, nella fattispecie, davvero non esiste – in un passato idealizzato e presuntamente aureo; una "variazione sul tema" anch'essa molto circolante in questi anni.

Sono i segni del tempo di quella nuova età dell'ansia in cui l'Occidente contemporaneo si

sente sprofondare sempre più dalla Grande crisi finanziaria (e successiva Grande recessione) del 2008-2011, che nella percezione (e nelle tasche) di milioni di persone non molla la presa. E l'industria culturale e l'ecosistema mediatico fanno giustappunto da sismografi di questo spirito dei tempi, declinandolo secondo i codici pop e della società dello spettacolo.

L'immaginario euroamericano, nel corso del secondo Novecento, si è sempre più popolato di distopie proiettate dalla letteratura e dalla cinematografia di fantascienza (e post apocalittica), facendo dell'utopia rovesciata e negativa un ingrediente via via più abituale del paesaggio culturale. Tanto che oggi la vediamo entrata *de facto* nella mentalità corrente e nei circuiti della



comunicazione *mainstream*. Fino al punto di essere oggetto di citazionismo (una peculiarità del postmodernismo), come nel caso di “Blade Runner 2049” di Denis Villeneuve, spin off perfino più cupo dell’originale di Ridley Scott del 1982. Fantapolitica distopica è quella al centro del pluripremiato serial TV “The Handmaid’s Tale” (“Il racconto dell’ancella”, tratto dall’omonimo romanzo di Margaret Atwood del 1985), dove una guerra mondiale, l’inquinamento fuori controllo e – da notare – la crescita zero hanno prostrato l’umanità, instaurando una sorta di Medioevo postmoderno nel quale gli Stati Uniti hanno visto l’ascesa del totalitarismo teocratico e dell’oscurantismo misogino ed eugenetico della “Repubblica di Galaad”. Netflix e Amazon Prime sfornano a getto continuo serie (più o meno) distopiche (come “The Expanse” e, su tutte, la celebrata “Black Mirror”), e si infittiscono i romanzi di questo sottogenero, da “American War” di Omar El Akkad (Rizzoli) a “Dominant” di Irene Grazzini (Fanucci). E sfiora la fantaecologia distopica il best-seller dello scrittore e giornalista statunitense Alan Weisman, “Il mondo senza di noi” (Einaudi), in cui oltre un decennio fa immaginava una Terra senza l’umanità; un saggio apocalittico che è diventato fonte di ispirazione per “Horizon”, un videogame della Sony dove il pianeta risulta costellato di tecnodinosauri autoevoluiti, paradossale espressione della rivolta della Natura contro i pochissimi, e fragilissimi, esseri umani rimasti.

Soprattutto a partire dagli anni Settanta, infatti, la *science fiction* è diventata un laboratorio che ha saputo vaticinare varie tendenze della società (e della politica), nonché, giustappunto, l’incubatore dei nostri incubi, attraverso le sue distopie proiettate in un futuro prossimo venturo dall’inequivocabile sapore di presente. E in questo fosco e tenebroso avvenire non troppo lontano, imbevuto di manipolazione e propaganda totali, controllo biopolitico degli individui, sorveglianza indiscriminata e stravolgimento del linguaggio per rifondarlo come neolingua, a finire nel mirino della fantasia atterrita e inquieta degli autori è, specialmente nelle opere più recenti, la tecnologia. La tecnica da veicolo di sorti magnifiche e progressive per il genere umano viene così ridotta a distopia realizzata. All’origine del proliferare di questo filone, troviamo Philip K. Dick (1928-1982), la cui inesauribile – e assai sofferente – vena creativa costituisce lo specchio esemplare della diffusione della paranoia postmoderna nell’immaginario dell’America dei *Seventies* (ancora segnata dall’omicidio dei Kennedy) e, in particolare, della California *new age*. Una sorta di vittoria degli sconsolati replicanti di Dick sui robot alleati dell’uomo del progressista e razionalista Isaac Asimov (1920-1992), portatore di una visione fondata sull’ottimismo tecnofilo e il futurismo tecnocratico. Insomma, luddismo in salsa postmodern vs. l’illuminismo tecnologico e l’umanesimo industriale. Ed è dei secondi che abbiamo tutti un gran bisogno, oggi più che mai. ■

*La science fiction è diventata un laboratorio che ha saputo vaticinare varie tendenze della società, nonché l’incubatore dei nostri incubi, attraverso le sue distopie proiettate in un futuro prossimo venturo dall’inequivocabile sapore di presente*



↖ Blade Runner,  
di Ridley Scott, 1982

TESTO DI  
FRANCESCA BOCCA-ALDAQRE

# PAVEL FLORENSKIJ, IL LEONARDO RUSSO

*Scienza e teologia,  
tecnica e pensiero  
costituiscono per  
Pavel Florenskij  
un'unità inscindibile,  
"il nucleo santo  
della vita"*



Filosofi. Pavel Florenskij e Sergej Bulgakov,  
Mikhail Nesterov, 1917, olio su tela,  
Tretyakov Gallery, Mosca

**P**adre Pavel Aleksandrovič Florenskij, nato a Evlach, nell'Azerbaijan, il 9 gennaio 1882 e fucilato l'8 dicembre 1937 a Leningrado, è arrestato la prima volta nel 1928, non si spoglia del suo abito talare ed è internato in un gulag nel 1933 in base all'articolo 58, commi 10 e 11 e cioè per "propaganda antisovietica e partecipazione a organizzazione controrivoluzionaria". Arrestato a causa di un libro: "Gli immaginari in geometria".

Ed è nell'analisi della discontinuità e nella discussione della geometria non euclidea che la censura del materialismo scientifico ravvisa il pericoloso tentativo di rivalutazione – tramite la teoria della relatività – della concezione cosmica della "Divina Commedia" di Dante Alighieri. Tanto basta per consegnare ai gironi delle isole Solovki questo insigne matematico che è stato anche scienziato, filosofo, sacerdote e teologo.

Il raggiungimento dell'eccellenza nei più diversi campi della scienza e del pensiero, ha decretato il riconoscimento di Pavel Florenskij come il "Leonardo russo". L'interesse per lo studio della sua figura non scaturisce soltanto da una somiglianza con il più grande genio italiano, ma dalla fondante differenza. Entrambi, infatti, si rivolgono alla trattatistica, alla musica, all'arte e alle scienze applicate; tuttavia, mentre Leonardo agisce in un orizzonte puramente umano, Florenskij vive radicato nella consapevolezza divina.

Nelle parole di Vasari, Leonardo «fece ne l'animo un concetto sì eretico, che è non si accostava a qualsivoglia religione, stimando per avventura assai più lo esser filosofo che cristiano», mentre Florenskij scelse la vita consacrata. Entrambi si trovarono in una posizione di profondo dissidio rispetto al proprio tempo; il genio rinascimentale che intraprende la via del laicismo in un ambiente intriso di cattolicesimo e lo scienziato ortodosso che si dichiara fedele allo spirito religioso della tradizione russa nel suo tempo di più grave oblio. Oggi, entrambi sono riconosciuti – e onorati – come precursori, perfino fondatori, del presente; l'Occidente guarda a Leonardo come modello di indipendenza della scienza dal sacro, mentre la Russia, nel pieno del suo ritorno alla religione, riprende l'opera teologica e filosofica di Florenskij.

Chiarite le principali differenze, rivolgiamoci all'unicità del pensatore russo. È appunto un modello di uomo diverso sia dal *polimata* del Rinascimento che dall'*insān al-kāmil* della filosofia araba. Il suo pensiero non si avvicina né all'enciclopedismo, né al sincretismo. Fugge dalla sistematizzazione per il suo carattere non logico, ma profondamente organico. Per comprenderne l'unicità, ci limiteremo ad affrontare un aspetto del pensiero e uno del vissuto, ovvero l'appaiamento terminologico nell'opera, e la testimonianza diaconale nella seconda fase del suo operato.



I titoli delle opere di Florenskij sono spesso – segno di profonda umiltà – un semplice accostamento di due parole. Ed è caratteristica comune di questi testi il saper trovare legami nascosti tra i due elementi, e superarli entrambi nel volo del pensiero.

In "Pensiero e linguaggio", tramite la proposta di comprensione della scienza secondo un valore di descrizione dei fenomeni, lo sforzo di logica anticipa i temi del Circolo di Vienna estendendo la funzione simbolica anche al linguaggio, come paradigma del pensiero scientifico.

"Empiria ed empirismo" è invece un dialogo platonico, le cui voci appartengono a un filosofo positivista e a un pensatore cristiano, e nel quale ai limiti dell'empirismo come metodo di conoscenza si contrappone l'empiria, che pur impiegando realismo e razionalità non occulta il senso fenomenico del limite, aprendo l'orizzonte del pensatore alla manifestazione del divino.

In "Stupore e dialettica", infine, la staticità della scienza viene contrapposta alla mobilità della filosofia. Nemmeno nella descrizione filosofica Florenskij si arrende alla dicotomia: sostiene un realismo ontologico accompagnato da un idealismo concreto, incrociando, plasmando, ritessendo le appartenenze del pensiero.

Scienza e teologia, tecnica e pensiero, per arrivare al nucleo della discussione, non costituiscono due degli aspetti d'interesse di Florenskij, ma un'unità inscindibile. Ecco padre Pavel, nel suo lungo abito talare, presentarsi regolarmente alle sedute della *Glavelektro*, l'Amministrazione centrale per l'elettrificazione della Russia, per mettere al servizio del suo popolo le capacità di ingegnere e le sue scoperte nel campo degli isolanti e dei materiali elettrici.

Dal 1920 al 1933, Florenskij è un "genio quieto" – descrizione coniata dal suo biografo Avril Pyman – che si dedica alla produzione scientifica scrivendo centinaia di voci per l'"Enciclopedia tecnica". In ogni suo impegno, però, non viene mai meno la consapevolezza in cui vive. Il suo arresto definitivo, nel 1933, lo porterà alle isole Solovki, in un monastero riadibito a gulag. Perfino lì, sempre in veste di religioso, si dedica agli studi, stavolta dello iodio e del gelo perpetuo. Accetterà infine le false imputazioni del KGB, per salvare alcuni suoi compagni dal gulag.

Dopo la sua morte, è l'amico Sergej Bulgakov a descriverne l'unicità: «L'attuale opera di padre Pavel non sono più i libri da lui scritti, neppure le sue idee e parole, ma egli stesso, la sua vita». Ha ricevuto alla perfezione il dono dell'unione, Florenskij, che dopo essere stato brevemente dimenticato in seguito alla sua morte, è diventato faro spirituale della cristianità occidentale e orientale. Ecco la voce più vera del Leonardo di Russia, nella lettera che, ancora giovane universitario, scrive alla madre: «Una visione filosofico-scientifica costituisce il nucleo santo della vita».

8 dicembre 1937. In un bosco vicino alla città di Leningrado, davanti alla fossa comune, Florenskij – in piedi – attende il colpo alla nuca. Si volta e scorge nello sguardo del soldato incaricato di sparargli un'esitazione: «Quando vi sentirete tristi – gli dice, ma parlando a lui e agli altri condannati – guardate l'azzurro del cielo». ■



TESTO DI  
GIANNI DI SANTO

---

*«L'intelligenza artificiale aiuterà la vita a fiorire come mai prima d'ora o ci darà un potere più grande di quello che siamo in grado di gestire?»*

---

*Profilove 2, Janusz Jurek, 2016, arte generativa*

INTELLIGENZA  
ARTIFICIALE  
E UMANESIMO  
DIGITALE:

AL CENTRO  
RESTA  
L'UOMO

«L e grandi trasformazioni di questo tempo, in particolare la globalizzazione su rete globale, internet, lo sviluppo che sta avendo la robotica e tutto ciò che va sotto il nome di intelligenza artificiale e umanesimo digitale, non devono farci paura. Anzi, in quanto cristiani, dovrebbero porci nella condizione di abbracciare questo nuovo mondo senza farci travolgere, inserirci in un dialogo in cui però l'uomo, la persona, e per chi ci crede, l'anima della persona, sia sempre al primo posto. Sono questioni che pongono nuove domande all'etica, alla filosofia, persino alla teologia. Quando parliamo di tecnologia e intelligenza artificiale ci riferiamo a noi, all'uomo nella sua interezza, non solo alle "macchine". Quando parliamo di rete e di internet, non possiamo pensare che è solo una questione di algoritmi. Ci siamo noi dietro una tastiera di un PC. Io, ad esempio, da tempo faccio uso, con parsimonia, dei social».

**«Nel prossimo futuro gran parte dei lavori manuali scomparirà perché ci saranno i robot che diventeranno pian piano operai metallurgici, chirurgi, badanti. E noi che possiamo fare?»**

Padre Lino Dan, «gesuita, appassionato di Bibbia, discussioni, tecnologia, matematica (sono ingegnere) e montagna» – così si definisce nel suo profilo Twitter –, è attualmente il vicerettore dell'Università Gregoriana di Roma, da sempre la prima Università nel mondo per la formazione dei sacerdoti e, successivamente al Concilio Vaticano II, anche dei laici. Dopo la laurea in Ingegneria elettronica presso l'Università di Pavia, inizia a lavorare in una ditta metalmeccanica con compiti di automazione e progettazione nel laboratorio di prove elettriche e termodinamiche. Entrato nella Compagnia di Gesù nell'ottobre 1988, ordinato sacerdote nel 1997 e ottenuto il baccellierato in Teologia presso la Pontificia Università Gregoriana e la licenza in Teologia Biblica presso la Weston Jesuit School of Theology di Cambridge (MA), diviene direttore tecnico di Radio Vaticana dal 1999 al 2005. Dal 2005 al 2009 è rettore del Collegio Universitario d'Abruzzo a L'Aquila, e subito dopo superiore della comunità dei Gesuiti di San Fedele a Milano, uno dei centri culturali più vivi della città, con importanti incursioni nell'arte, nella musica e nel cinema.

«Mi piacciono i social – continua padre Dan – credo che possano diventare anche uno strumento per una nuova pastorale. Io li intendo così. Non di rado faccio il consigliere spirituale via chat. Ma bisogna stare attenti. Pubblico molto degli altri, il papa ad esempio, o articoli o contenuti che possano suscitare dibattiti veri, sulle cose concrete. Senza parlare ad alta voce, senza prevaricare gli altri. In questo appartengo al secolo passato, sono uomo razionale. Se ci sono argomentazioni serie, il dialogo viene di seguito. A parte i social, ho appena finito di leggere un libro bellissimo di Max Tegmark, "Vita 3.0. Essere umani nell'era dell'intelligenza artificiale", dove vengono presi in esame i nodi odierni del rapporto tra vita, persona e intelligenza artificiale e in che modo questo influirà su criminalità, giustizia, occupazione. Come possiamo, si chiede Tegmark, far crescere la nostra prosperità grazie all'automazione senza che le persone perdano reddito o uno scopo? Le macchine alla fine ci supereranno sostituendo gli umani nel mercato del lavoro? L'intelligenza artificiale aiuterà la vita a fiorire come mai prima d'ora o ci darà un potere più grande di quello che siamo in grado di gestire? Queste sono le domande che ci poniamo oggi. Come cittadini, certo. Ma, nel mio caso, anche come cristiano. Umanesimo digitale e significato dell'esistenza, fisica e cosmo, uomo e macchina».

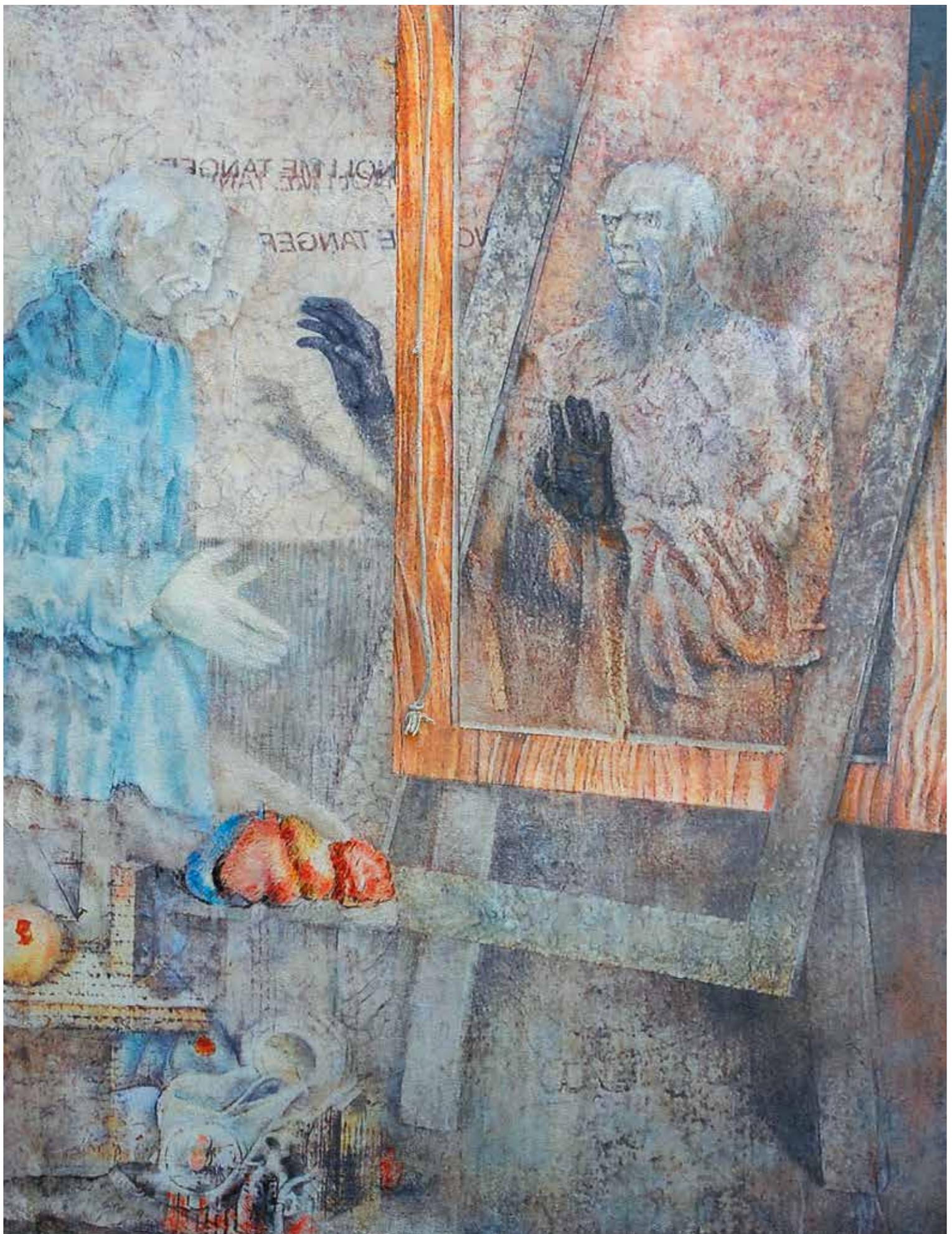
La chiacchierata con padre Lino Dan avviene proprio in un momento in cui questi temi sono in discussione nel mondo cattolico. "Roboetica. Persone, macchine e salute" è infatti il titolo dell'assemblea plenaria della Pontificia Accademia per la Vita (con sede nello Stato della

Città del Vaticano, è stata istituita da Giovanni Paolo II nel 1994 e ha come fine la difesa e la promozione del valore della vita umana e della dignità della persona), che si è svolta lo scorso 25-27 febbraio, prima tappa di un percorso che si prolungherà fino al 2020 quando la successiva plenaria dell'organismo vaticano sarà dedicata all'intelligenza artificiale.

In una "Lettera" indirizzata all'Accademia per i 25 anni della sua istituzione, papa Francesco tocca diversi punti interessanti. «Vero – riprende padre Dan – ad esempio quando dice: "Un ulteriore fronte su cui occorre sviluppare la riflessione è quello delle nuove tecnologie oggi definite emergenti e convergenti. Esse includono le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, le biotecnologie, le nanotecnologie, la robotica. Avvalendosi dei risultati ottenuti dalla fisica, dalla genetica e dalle neuroscienze, come pure della capacità di calcolo di macchine sempre più potenti, è oggi possibile intervenire molto profondamente nella materia vivente. Anche il corpo umano è suscettibile di interventi tali che possono modificare non solo le sue funzioni e prestazioni, ma anche le sue modalità di relazione, sul piano personale e sociale, esponendolo sempre più alle logiche del mercato. Occorre quindi anzitutto comprendere le trasformazioni epocali che si annunciano su queste nuove frontiere, per individuare come orientarle al servizio della persona umana, rispettando e promuovendo la sua intrinseca dignità. Un compito assai esigente, data la complessità e l'incertezza sugli sviluppi possibili, che richiede un discernimento ancora più attento di quanto è abitualmente auspicabile". La persona, sempre la persona. Questo ci interessa. Nel prossimo futuro gran parte dei lavori manuali scomparirà perché ci saranno i robot che diventeranno pian piano operai metallurgici, chirurgi, badanti. E noi che possiamo fare? Potremmo dare un'intelligenza umana ai robot? Per dirla come papa Francesco, dobbiamo riconoscere che la fraternità rimane la promessa mancata della modernità. La forza della fraternità è la nuova frontiera del cristianesimo. Ecco perché non possiamo pensare che i robot sostituiranno la fraternità, o la solidarietà. Ci verranno in aiuto, certo. Ma l'uomo, e solo l'uomo, è capace di amore».

Insomma, dialogo, coraggio, ma al centro l'uomo. «Esatto. Il professor Benanti, un francescano che insegna alla Gregoriana, espertissimo di tecnologie e intelligenza artificiale, ha detto in una recente intervista per "Vatican Insider" che "la nostra speranza è quella di creare una rete di rapporti e di dialoghi nei quali interrogarsi sui vari problemi, e di fronte a una domanda sincera e profonda sulla realtà, da credenti, abbiamo la consapevolezza che quello che siamo, quella coscienza che





abbiamo, possa trovare risposte consonanti. Un modello potrebbe essere quella dottrina sociale che la Chiesa additava per trovare soluzioni ai problemi contemporanei, se noi ricalcassimo quel modello a questa sfida potremmo essere al passo con i tempi con tutti gli uomini di buona volontà».

Le domande sul futuro del mondo, anche per padre Dan, sono le stesse di sempre: la vita e la morte, dove siamo e chi siamo. E chissà se Dio c'è. «Sono appassionato di cosmologia

– conclude padre Dan – e il cosmo spesso ci rivela la magnificenza di Dio. Consiglio di stare per una sera sdraiati a contemplare il cielo, proprio come faceva sant'Ignazio, sul prato immenso di Campo Imperatore e godere dello spettacolo delle galassie celesti e delle stelle. Ecco, lì, in quel posto, le domande sulla tecnologia e l'avvenire diventano improvvisamente familiari. Dio e gli uomini sono un'alleanza che dobbiamo tenerci stretta. Perché Dio e l'uomo, insieme, compiono davvero meraviglie». ■

← Senza titolo,  
Carlo Guarienti, 2010,  
tecnica mista su pannello,  
collezione dell'autore.  
Foto di Paolo Ragazzini

↓ Senza titolo,  
Carlo Guarienti, 2011,  
bassorilievo in polistirolo,  
collezione privata.  
Foto di Paolo Ragazzini





Cervello di giovane adulto sano,  
Alfred Anwander, MPI-CBS  
(Max Planck Institute for Human  
Cognitive and Brain Sciences),  
trattografia

TESTO DI  
SARA LIGUTTI

# LABORATORI SUL FUTURO

Incontro Sonia D'Arcangelo e Laura Li Puma all'Intesa Sanpaolo Innovation Center di Torino, al trentunesimo piano del grattacielo Intesa Sanpaolo progettato da Renzo Piano. Il palazzo sorge in zona Porta Susa, proprio di fronte alla nuova stazione ferroviaria. Gli uffici sono dei grandi *open space*, con ampie e luminose finestre che affacciano sulla città. Al trentunesimo piano non vi sono postazioni fisse e ogni giorno è possibile sedersi in un posto diverso, a seconda del lavoro da svolgere o anche solo in base all'umore.

Sonia D'Arcangelo è responsabile del Neuroscience Lab di Lucca, realizzato da Intesa Sanpaolo Innovation Center con la Scuola IMT Alti Studi di Lucca, mentre Laura Li Puma è responsabile del laboratorio di Intelligenza Artificiale di Torino, costituito con la ISI Foundation, che ha sedi a Torino e a New York. I due centri di ricerca applicata sono accomunati dallo stesso modo di operare: definiscono assieme alla *business unit* di riferimento della banca o al cliente esterno una "sfida"; individuano le competenze necessarie lanciando una *call* per la ricerca dei talenti nazionali e internazionali che verranno inseriti in uno staff dedicato; lavorano con il partner scientifico e a stretto contatto con la *business unit* o con il cliente esterno per trovare la soluzione migliore, che può portare anche alla registrazione di un brevetto e a una pubblicazione scientifica.

Laura Li Puma ha scoperto la sua passione in seconda elementare: «Per un triste motivo avevamo cambiato l'insegnante di matematica e quella che l'ha sostituita aveva la passione per l'informatica. Ho scritto il mio primo "Hello world", in *basic*, all'età di otto anni. Da quel momento mi sono detta: voglio fare questo nella vita». E così è stato: ha frequentato l'Istituto ragioneria programmatori e poi ha studiato Informatica all'Università di Torino, specializzandosi in intelligenza artificiale. Dopo la laurea, volendo la propria



indipendenza economica, rinuncia a una proposta di dottorato e inizia a lavorare presso Telecom Italia Lab, «un giusto mix tra ricerca e business, che è ciò che mi ha caratterizzato durante il resto del mio percorso». In seguito diviene ricercatrice del Sanpaolo IMI e inizia a occuparsi di progetti d'innovazione della banca. Poi, con l'esplosione dei *big data* e dell'internet delle cose, si ricomincia a parlare di intelligenza artificiale e la sua specializzazione assume una grande rilevanza.

Sonia D'Arcangelo ha studiato Fisica a Torino. «Casualmente o provvidenzialmente l'ultimo anno dovevamo scegliere un indirizzo e io ho scelto quello biologico». Si è quindi laureata con una tesi sperimentale in biologia e ha studiato risonanze magnetiche, PET, neuroni, sinapsi, «tutte cose che all'epoca pensavo non mi sarebbero servite e invece per le neuroscienze sono il pane quotidiano». Dopo la laurea inizia a lavorare all'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Piemonte, per poi approdare anche lei a Sanpaolo IMI nel settore dell'innovazione. Lì si è occupata per anni di analizzare e raccontare i trend. In seguito, sono nati i laboratori e con essi è iniziata un'altra avventura. È stato difficile adattarsi al nuovo ruolo? «No, ho potuto toccare con mano che il cervello, opportunamente stimolato, permette di fare grandi cose. Inoltre, mi ha aiutato la flessibilità di questo ambiente: lo *smart working* permette di lavorare in orari non canonici, anche da casa, e gestire liberamente vita lavorativa e vita privata».

Per fare un esempio di un progetto realizzato da uno dei due laboratori possiamo citare "Art Tech", incontro perfetto tra neuroscienze e arte. Nel dicembre 2017 è stato analizzato l'impatto emotivo di quattro opere d'arte su trenta volontari: le tre tele del "Martirio di sant'Orsola" di Caravaggio, Strozzi e Procaccini e l'"Ultima cena" di Procaccini. Ciascuno dei partecipanti doveva indossare tre dispositivi: uno di *eye tracking* per analizzare il puntamento oculare tramite mappe di calore che tracciano dove si focalizza maggiormente lo sguardo, uno *stress bracelet* per misurare il livello di *arousal*, ossia un maggiore stato attentivo-cognitivo, e un EEG portatile per monitorare il livello di coinvolgimento. Studi di questo tipo possono avere sviluppi utili nel campo dell'arte, ad esempio per migliorare le tecniche di allestimento delle sale dei musei e per creare audioguide più mirate agli interessi dei visitatori.

Alla fine della nostra chiacchierata, incontro Pepper, il robottino umanoide utilizzato in alcune sedi della banca per l'accoglienza clienti. Gli domando se possiamo farci una foto insieme, accetta, ma prima si fa bello – così mi dice – e poi prova ad abbracciarmi, ma finiamo per stringerci goffamente la mano. L'intervista è finita, mi congedo e in cinque minuti sono a Porta Susa, dove prendo il treno per casa. Riguardo i miei appunti e penso: abbiamo parlato solo di tecnologie esistenti, ma ho comunque l'impressione di avere viaggiato un po' avanti nel tempo. ■

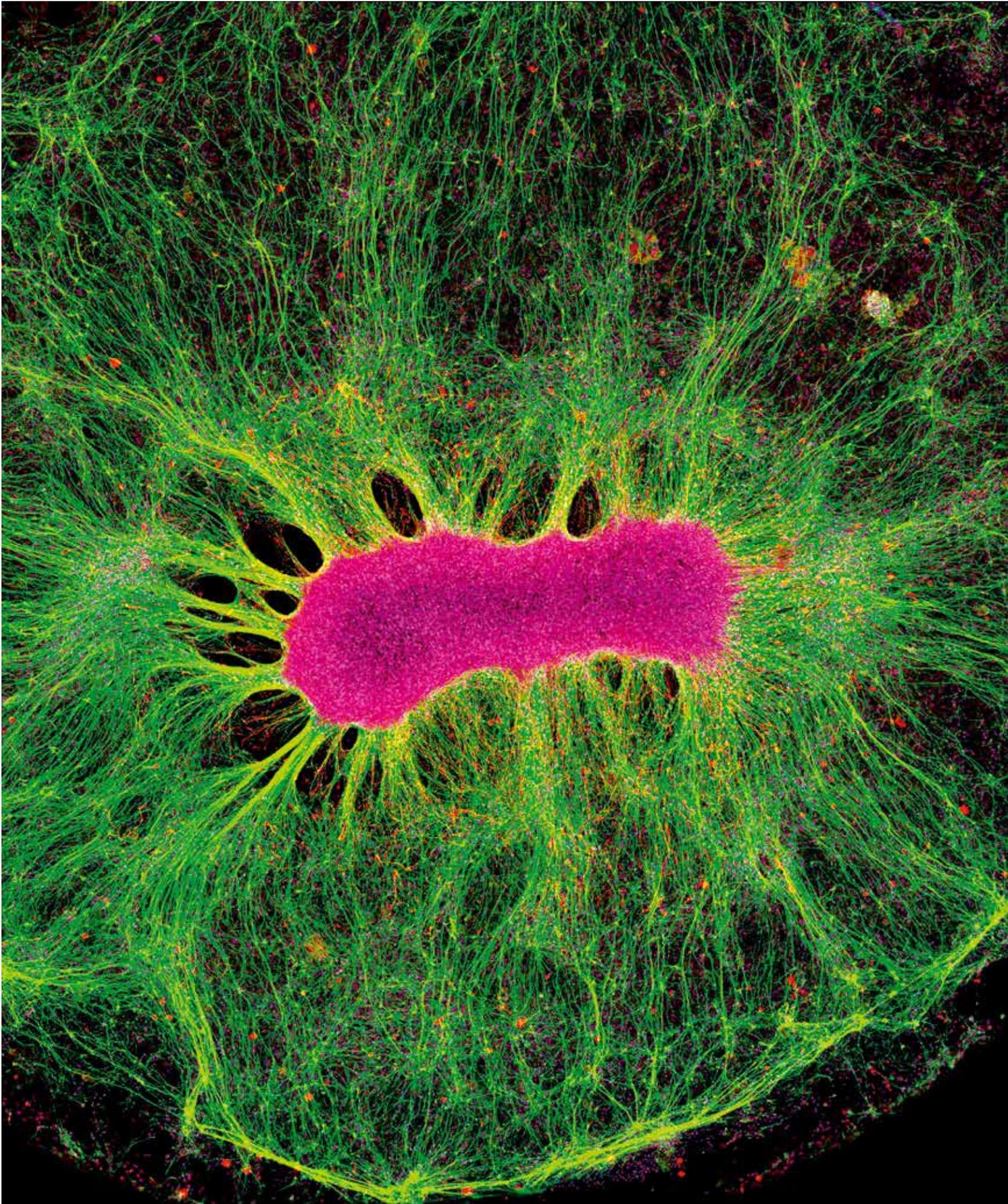
---

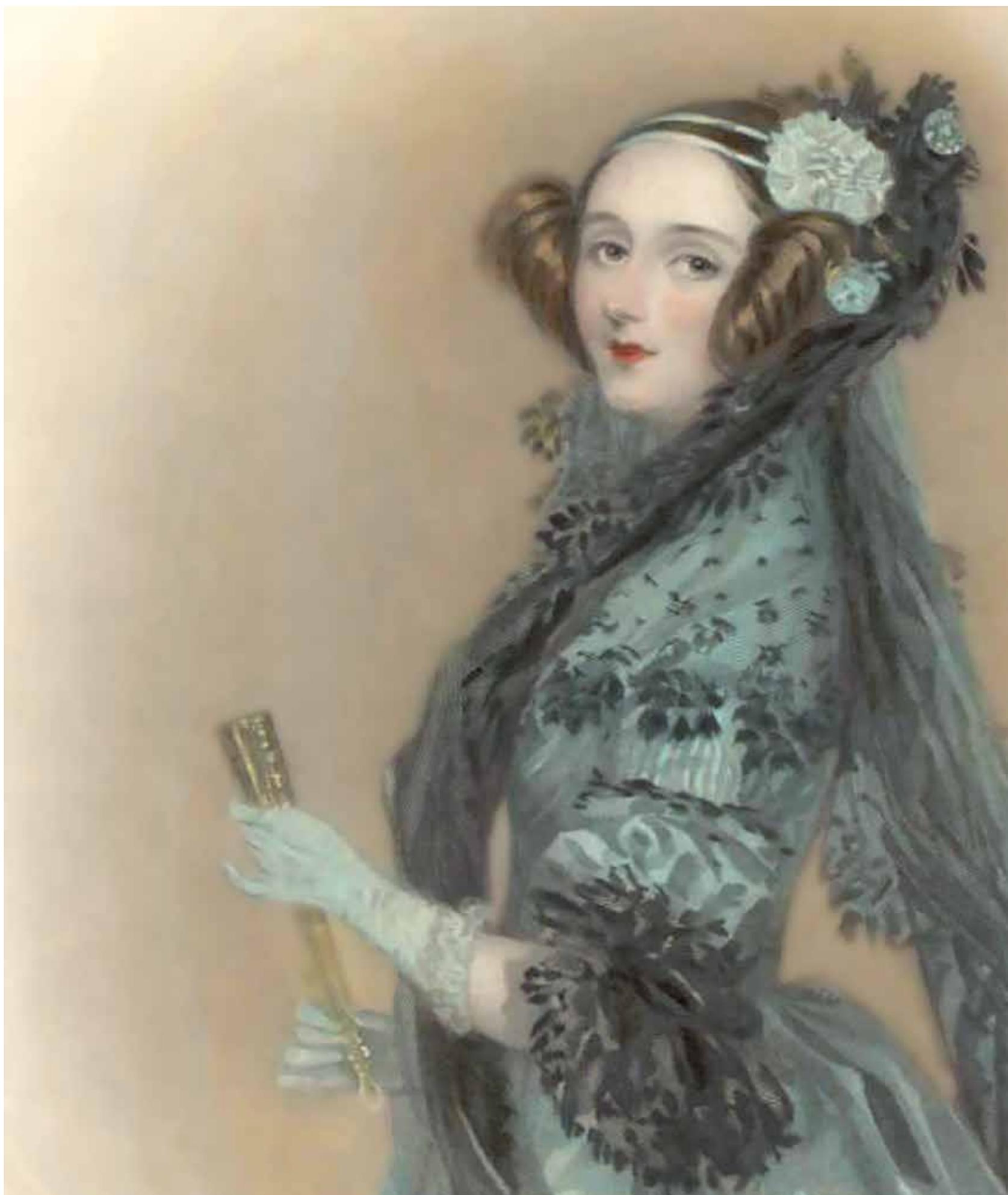
***Gli studi condotti per il progetto "Art Tech", incontro perfetto tra neuroscienze e arte, potrebbero essere utilizzati per migliorare le tecniche di allestimento delle sale dei musei e per creare audioguide più mirate agli interessi dei visitatori***

---

↑ Connessioni delle migrazioni neuronali, rappresentazione artistica di Bill Harris

→ Organoide cerebrale, Collin Edington e Iris Lee, Koch Institute MIT, immagine digitale





TESTO DI  
ROBERTA FULCI

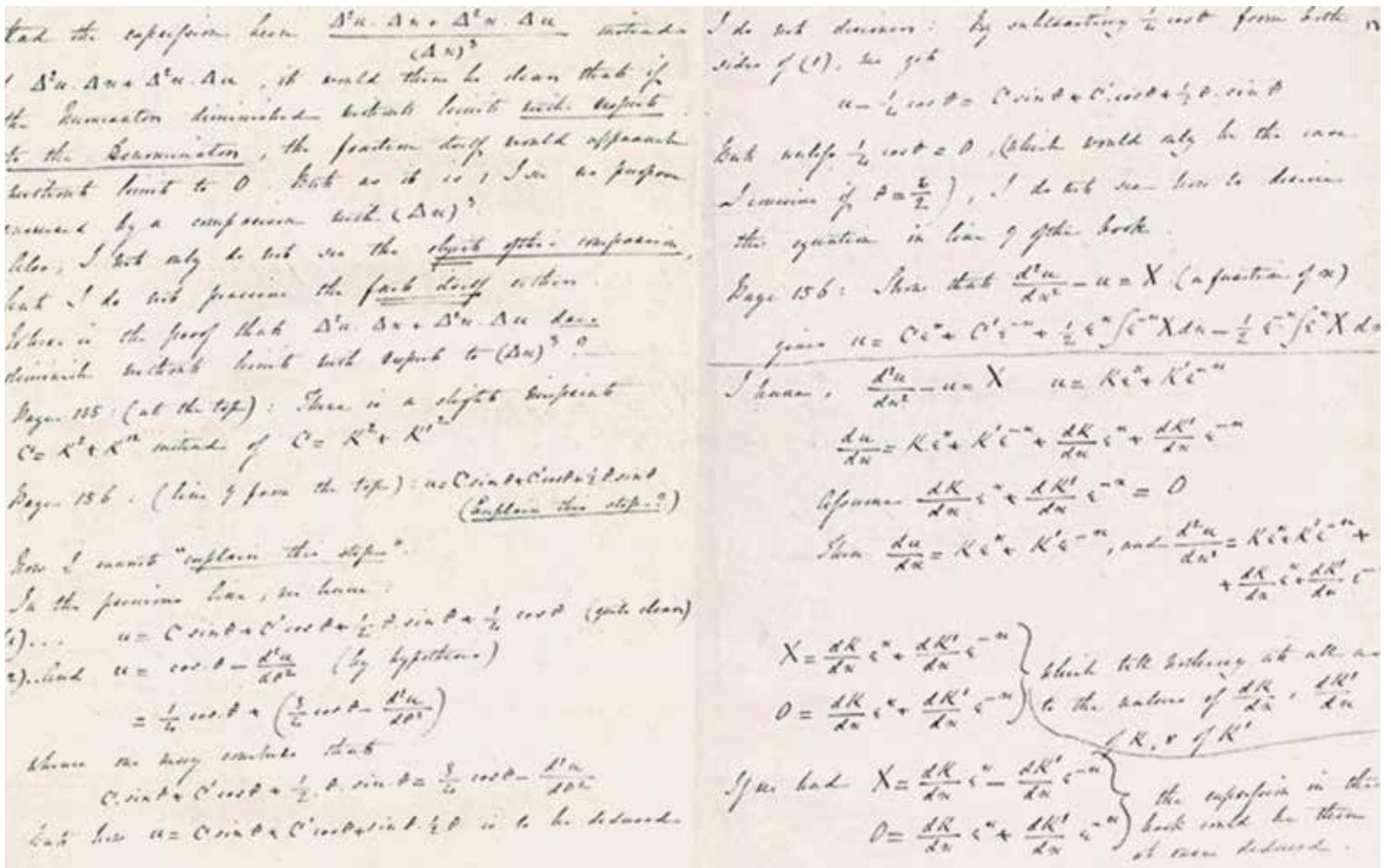
# ADA BYRON LOVELACE E IL SOGNO DEL COMPUTER A VAPORE

**N**ei dipinti ottocenteschi sembra una principessa delle fiabe. Occhi grandi, abiti ricchi, vita sottile e un'acconciatura piena di fiori, svolazzi e gioielli. Certo da questi ritratti Ada Lovelace non si direbbe una "giovane donna grassa, dalla pelle ruvida", come la definì un amico di suo padre Lord Byron, né tantomeno "assai trascurata nell'abbigliamento, meno in ordine della sua cameriera" (Julian Hawthorne, 1884). Pareri altrettanto discordi si confrontano su aspetti assai più interessanti della sua storia, dai risultati scientifici al carattere, dalle teorie al rapporto con sua madre: di Ada Byron, contessa di Lovelace, si è scritto di tutto.

Dopo un lungo periodo di oblio, negli ultimi anni Ada Lovelace è diventata un'icona della presenza femminile nella scienza. Il web pullula di pagine a lei dedicate, e ogni anno in ottobre, in occasione dell'Ada Lovelace Day, sui social network fioccano i suoi ritratti corredati di frasi celebrative. Pochi ingredienti tratteggiano un personaggio molto intrigante: la "fata" pioniera dell'informatica, la prima programmatrice della storia, la giovane donna divisa tra il mito del padre poeta e la ferrea disciplina della madre. Provando ad andare più a fondo la storia non delude, e i particolari – anche quelli controversi – non fanno che aumentarne il fascino.

A diciassette anni Ada vive a Londra ed è tra i frequentatori del salotto di Mary Somerville, matematica scozzese di cui è allieva e grande ammiratrice. Fino a quel momento la giovane, nonostante la cattiva salute e l'abbandono da parte del padre, non si è certo annoiata: ha già al suo attivo un lungo viaggio in giro per l'Europa, tanti fantasiosi progetti di macchine volanti, interessi che spaziano dalla matematica alla danza, dall'arpa alla poesia, e anche una fuga romantica – frettolosamente coperta dalla famiglia – con uno dei suoi istitutori. Una sera dell'estate del 1833 Charles Babbage, matematico e astronomo a sua volta ospite di Mary Somerville, mostra a tutti i presenti un modellino della sua straordinaria "macchina alle differenze": un congegno di cilindri e ruote dentate in grado di risolvere equazioni usando addizione e sottrazione. Una sorta di calcolatrice a ingranaggi. Mentre per gli altri ospiti è poco più di un giocattolo, Ada rimane conquistata e ascolta avidamente il funzionamento della macchina completa, che in base al progetto sarà alta tre metri, alimentata a vapore e nutrita di tessere forate in tutto simili a quelle che hanno già rivoluzionato l'industria tessile. È l'inizio di una collaborazione scientifica che durerà per tutta la sua vita.

Ritratto di Ada Lovelace,  
William Henry Mote, 1838



**Provando ad andare più a fondo la storia di Ada Byron Lovelace non delude, e i particolari, anche quelli controversi, non fanno che aumentarne il fascino**

Babbage però è tanto abile nel concepire invenzioni quanto inefficiente nel concretizzarle. La sua macchina potrebbe generare tavole logaritmiche e trigonometriche esatte: strumenti preziosi, nell'Ottocento, per astronomi e navigatori. Il governo inglese gli concede, per la realizzazione del progetto, la bella somma di 17.000 sterline. Babbage la intasca ma, prima ancora di terminare la macchina,

inizia a chiedere altri fondi per costruirne una persino più stupefacente: la "macchina analitica". È questo il sogno che sta inseguendo quando fa la conoscenza di Ada. La sua nuova invenzione potrà eseguire tutte le quattro operazioni, ma la vera svolta è un'altra: potrà verificare una condizione data e agire di conseguenza. Se la condizione risulta vera, eseguirà una serie di istruzioni; se invece no, ne eseguirà altre. Contiene insomma un meccanismo che ha il ruolo di un vero e proprio ciclo di controllo *if/then/else*. Per noi contemporanei è facile vedere l'immenso potenziale di quest'idea, ma allora il governo inglese, deluso dalla mancata consegna della macchina alle differenze, non si fida del nuovo progetto e rifiuta di finanziarlo. Ada, al contrario, ne coglierà la natura rivoluzionaria più profondamente dello stesso Babbage.

Dieci anni dopo il suo primo incontro con Babbage, Ada si è sposata, è diventata la contessa di Lovelace e ha avuto tre figli, ma il ruolo di angelo del focolare le sta stretto. Si cimenta allora nella traduzione in inglese di un articolo sulla macchina analitica scritto da Luigi Menabrea, matematico e politico italiano. Babbage la incoraggia, "dato che comprende così bene la macchina", ad aggiungere le sue osservazioni. Nascono così sette lunghe annotazioni che renderanno la stesura finale più che raddoppiata



Charles Babbage

†† Lettera di Ada Lovelace ad Augustus De Morgan sul calcolo differenziale, 1839

→ Macchina per il calcolo differenziale. Immagine tratta da *Passages from the Life of a Philosopher*, di Charles Babbage, 1864

† Ritratto di Charles Babbage, Roffe, 1883

rispetto all'originale di Menabrea. L'ultima nota è una lista di istruzioni, redatte a titolo esemplificativo, perché la macchina analitica generi una successione di numeri chiamati "numeri di Bernoulli". Questa nota passerà alla storia come il primo programma mai scritto.

Le note riportano la firma di Ada, ma quanto di questo lavoro è farina del suo sacco e non frutto delle indicazioni di Babbage? Questo è uno dei punti più controversi della storia. Si spazia da chi definisce Ada "una maniaco-depressiva matta come un cavallo", incapace di idee così raffinate, a chi invece le attribuisce la piena autorialità delle note. Lo stesso Babbage scrive che fu lei a correggere un grave errore che lui aveva commesso, e non avrebbe motivo di mentire. Ma, soprattutto, negli scritti di Babbage non c'è traccia delle idee dirompenti che invece saltano all'occhio nelle note di Ada: così come masticava numeri, la macchina analitica avrebbe potuto masticare qualsiasi tipo di simbolo astratto e trovare applicazione in qualsiasi ambito. Avrebbe potuto comporre musica! Ada si interroga perfino sul tema, ancora oggi attuale, dell'intelligenza artificiale. Tutto questo cent'anni prima che Alan Turing pubblicasse il suo "Can Machines Think?".

Purtroppo le abilità imprenditoriali di Babbage lasciano a desiderare, e dopo la pubblicazione delle note la macchina analitica è

ancora solo un'idea. Ada non può più aspettare: inizia a puntare alle corse dei cavalli per cercare di mettere da parte la cifra necessaria a costruirla. Non ha fortuna e né lei né Babbage vedranno mai realizzata la macchina dei loro sogni. In compenso la fama di giocatrice d'azzardo si aggiunge alle varie altre nomee che girano su di lei: tossicomane, adultera, pazza. A soli 36 anni la più chiacchierata contessa di Londra muore tra terribili sofferenze a causa di un cancro uterino.

Rimane la curiosità di sapere come sarebbe il mondo se la macchina analitica fosse stata costruita a suo tempo. Se Ada avesse vinto alle corse. Se i primi computer fossero apparsi – enormi, scintillanti congegni a vapore – con cent'anni di anticipo. ■

*Così come masticava numeri, la macchina analitica avrebbe potuto masticare qualunque tipo di simbolo astratto e trovare applicazione in qualsiasi ambito*

#### PER APPROFONDIRE

##### IL GRAPHIC NOVEL

S. Padua, *The Thrilling Adventures of Lovelace and Babbage. The (Mostly) True Story of the First Computer*, Penguin Books, Londra 2015.

##### IL PAPER

G. O. Longo, C. Bonfanti, *Ada Byron e la macchina analitica*, in "Mondo Digitale", 2/2008, pp. 35-45.

##### IL LIBRO PER RAGAZZI

S. Poidomani, *Numeri e poesia. Storia e storie di Ada Byron*, Editoriale Scienza, Trieste 2009.

##### IL SITO WEB

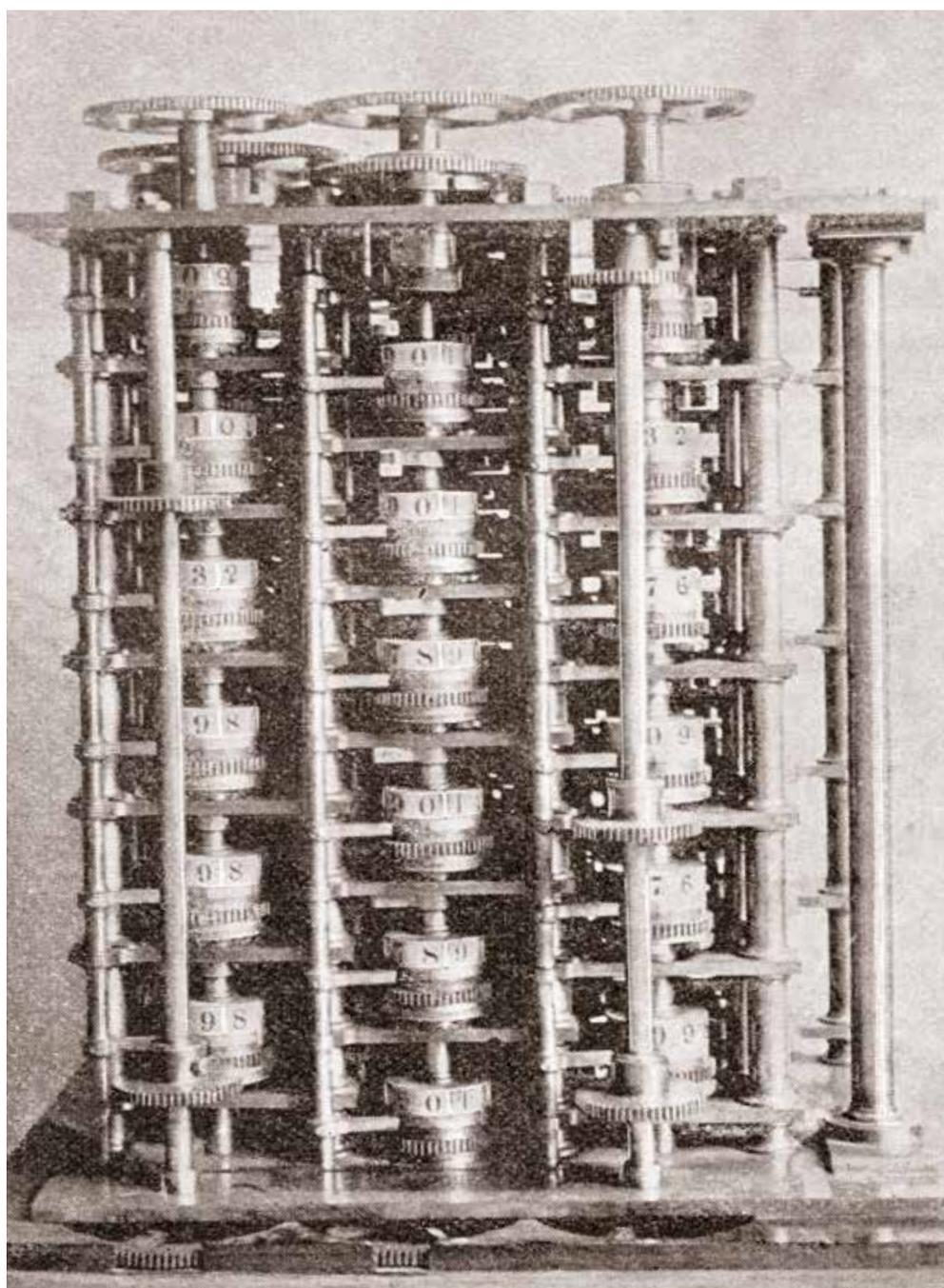
[www.findingada.com](http://www.findingada.com).

##### IL DOCUMENTARIO

*Calculating Ada: The Countess of Computing*, BBC Four, 2015.

##### LA VISITA

*Difference Engine No. 2*, perfettamente funzionante, realizzata nel 2002 in base al progetto originale di Charles Babbage e conservata presso il Science Museum di Londra.



TESTO DI  
LORENZO FIORI

# IL CONVERTIPLANO DI LEONARDO

*Dedalo e Icaro,*  
Charles Paul Landon,  
1799, olio su tela,  
Musée des Beaux-arts  
et de la Dentelle, Alençon



**S**in dalla notte dei tempi l'uomo ha coltivato l'ambizione di volare, un'ambizione che ha visto realizzarsi, oramai già cinquant'anni fa, il sogno di posare il piede sulla superficie lunare. Il mito di Dedalo e Icaro è la testimonianza più antica di questa ambizione. Dedalo, rinchiuso con il figlio Icaro nel labirinto da lui stesso progettato, studia e realizza le prime ali con piume di uccello e fili di lino. Le salda, le curva leggermente e le applica con la cera al figlio Icaro. Icaro, nonostante gli avvertimenti del padre, si avvicina troppo al sole che, con il suo calore, scioglie la cera e lo fa precipitare in mare.

Cinquecento anni fa Leonardo da Vinci ci ha lasciato un codice affascinante. Un quaderno di piccole dimensioni, composto da 18 fogli e due copertine, all'interno del quale l'autore – di proprio pugno – traccia progetti, schizzi e, con la usuale scrittura speculare, riporta le annotazioni sul volo degli uccelli e le riflessioni sulla resistenza dell'aria e sulle correnti. Questo meraviglioso quadernetto, custodito presso la Biblioteca Reale di Torino, fu donato incompleto di tre fogli dal collezionista russo Fëdor Sabachnikoff al re Umberto I nel 1893, e fu ricomposto dei tre fogli mancanti dopo il 1920, con l'omaggio del ginevrino Henri Fatio alla regina Margherita. Sulla quarta di copertina si legge, in grafia non leonardesca, «Ucelli et altre cose».

Nel codice sono indicati i principi aerodinamici del volo librato e del volo battente che, secoli dopo, hanno consentito l'impresa epica dei fratelli Wright nel 1903. Ma se furono i britannici Wright i primi a librarsi in volo, non si può non ricordare la tradizione aeronautica italiana di cui hanno fatto parte ingegneri visionari e costruttori coraggiosi che hanno contribuito in maniera determinante allo sviluppo dell'aeronautica moderna: Forlani, Caproni, Macchi, Marchetti, Piaggio, Agusta. Una tradizione frutto di ardite imprese: il volo di Gabriele D'Annunzio su Vienna durante il primo conflitto mondiale, la trasvolata atlantica di Italo Balbo con gli idrovolanti, e anche di rivoluzionarie soluzioni aeronautiche come l'elicottero.

Forse anche in continuità con l'intuizione leonardesca di una macchina per il volo elicoidale, il primo prototipo funzionante di elicottero a rotori coassiali porta la firma italiana dell'ingegner Corradino D'Ascanio, abruzzese di nascita e torinese di adozione. Nel 1930 il suo prototipo

---

L'AgustaWestland AW609  
è un convertiplano (tiltrotor)  
bimotore da 8000 kg  
di peso massimo al decollo,  
prodotto da Leonardo  
Divisione Elicotteri



---

*La Divisione Elicotteri  
di Leonardo è una  
realtà industriale  
con quasi 13.000  
dipendenti e con  
stabilimenti non  
soltanto in Italia,  
ma anche nel Regno  
Unito, in Polonia  
e negli Stati Uniti*

---



↑ Il modello AW609 in volo su Milano mentre esegue la fase di conversione

→ Disegni dell'AW609 che ha dimensioni paragonabili a quelle di aerei biturboelica di classe di peso comparabile

– il mitico D'AT3, commissionato dal ministero dell'Aeronautica e pilotato dal maggiore Marinello Nelli – effettua il primo volo sperimentale verticale in assoluto della storia dell'aviazione. Più avanti, l'ingegner D'Ascanio progetterà la Vespa, l'inimitabile scooter, ma quella della motocicletta è un'altra storia di ingegneria e industria, anch'essa di ispirazione e innovazione italiana.

Oggi, nella brughiera tra il Ticino, il lago Maggiore, nella provincia di Varese a nord di Milano, continua a vivere la grande tradizione aeronautica italiana. È quella degli elicotteri AgustaWestland, un brand famoso a livello globale, al pari di altri marchi italiani che si sono distinti per innovazione, qualità e *glamour*. Fondata dal conte Agusta nel 1907, dal 2016 rinominata Divisione Elicotteri di Leonardo, è una realtà industriale con quasi 13.000 dipendenti e con stabilimenti non soltanto in Italia, ma anche nel Regno Unito, in Polonia e negli Stati Uniti. Da tempo, tra i costruttori, Leonardo Divisione Elicotteri è in vetta alle classifiche del mercato mondiale civile di elicotteri di taglia media grazie ai tre modelli che costituiscono la cosiddetta AW Family: l'AW139, l'AW169 e l'AW189.

Il 2019 è un anno cruciale per Leonardo Divisione Elicotteri poiché sarà approntato l'ultimo prototipo che permetterà il completamento delle prove di certificazione civile del convertiplano AW609, in assoluto la prima certificazione civile di una siffatta macchina. La certificazione è supervisionata dall'ente americano per l'aviazione FAA (Federal Aviation Administration).

Il convertiplano è una macchina aeronautica, un po' elicottero e un po' aeroplano: Leonardo da Vinci ne sarebbe probabilmente affascinato. Sicuramente l'inventiva del genio vinciano rivive all'interno di questa macchina che ha ispirato gli ingegneri di Cascina Costa spingendoli anche al di là della loro stessa immaginazione. Il convertiplano è diverso da ogni altro mezzo, più veloce, più alto, più lontano, a tutti gli effetti per l'aeronautica è definibile quale *game changer*, per usare una efficace espressione anglosassone. Se idealmente si tracciasse l'intersezione di tre requisiti, quello del decollo e atterraggio verticali, quello di velocità e quota di crociera più elevate e quello della capacità di coprire lunghe distanze, ebbene, la soluzione finale non potrebbe essere altra che quella del convertiplano la cui progettazione combina in maniera ottimale questi requisiti.

Gli elicotteri tradizionali infatti hanno sì capacità di volo verticale, e anche di copertura di distanze relativamente lunghe, ma sono limitati in velocità. La variante cosiddetta *compound* (un elicottero tradizionale con propulsori aggiuntivi per conferirgli maggiore spinta in volo rettilineo orizzontale) offre certamente velocità importanti ma paga in capacità di copertura in distanza. L'aeroplano turbo-propulso è quanto di meglio possa esistere per velocità e quote di crociera elevate, nonché raggio di copertura in distanza, ma richiede piste apposite, sufficientemente lunghe e preparate per le operazioni di decollo e atterraggio.

Il convertiplano è quindi una soluzione ideale rispetto alle altre citate per la versatilità che lo contraddistingue. Ha una cabina pressurizzata che permette di volare alto, sopra le nuvole, con vibrazioni ridottissime, quindi in silenzio e grande comfort. È "facile" da pilotare tramite i comandi usuali di un aeroplano e di un elicottero, con l'aggiunta ovviamente del controllo di tilt delle *nacelle* (le cosiddette "gondole", cioè i gusci contenenti i motori).

Nel convertiplano AW609 potenza e spinta sono assicurate da due motori tra loro indipendenti, ma collegati tramite un asse di trasmissione che, in caso di cedimento di uno dei due, ripartisce la potenza del motore residuo su entrambe le eliche. Le eliche sono montate su gondole basculanti poste all'estremità delle ali che sono fisse. Per il volo in verticale (tipicamente decollo e atterraggio) le eliche sono ruotate in modo tale che il loro piano di rotazione sia orizzontale, generando portanza esattamente come in un elicottero. Man mano che il convertiplano acquisisce velocità, le eliche sono progressivamente inclinate in avanti, fino a ottenere un piano di rotazione verticale. In questo modo l'ala fornisce la portanza e l'elica fornisce la spinta. Quando i rotori sono orientati verso l'alto possono comunque basculare entro un arco di circa 30 gradi; questo permette al convertiplano il volo tipico dell'elicottero ovvero, oltre all'avanzamento lento anche lo stazionamento a punto fisso, il cosiddetto *hovering*.

L'AW609 in configurazione *commuting* (trasporto passeggeri) è una macchina da nove posti più due membri di equipaggio, in grado di raggiungere 275 nodi di velocità massima in quota, con una autonomia di 700 miglia nautiche e la capacità di volare fino a quote di 25.000 piedi. Per dare un'idea figurativa, l'AW609 è in grado di volare da piazza del Duomo a Milano a Trafalgar Square a Londra in poco più di due ore, senza scalo naturalmente.

Molte sono le applicazioni prospettate dal mercato oltre a quelle del trasporto passeggeri: è un mezzo adatto per gli operatori petroliferi, che hanno bisogno di raggiungere piattaforme *off-shore* particolarmente distanti o zone remote come ad esempio quelle artiche,

oppure per le operazioni di ricerca e soccorso grazie alle significative prestazioni operative in termini di distanza coperta per il cosiddetto requisito della *golden hour* (ovvero la capacità di raggiungere la persona bisognosa di soccorso e portarla al centro ospedaliero nell'arco massimo di un'ora complessiva per le prime cure urgenti). Altre applicazioni riguardano infine l'utilizzo in ambito militare: ad esempio per il dispiegamento di forze di intervento rapido in teatro operativo, per compiti di sorveglianza e ricognizione aeree e per operazioni di *search and rescue*.

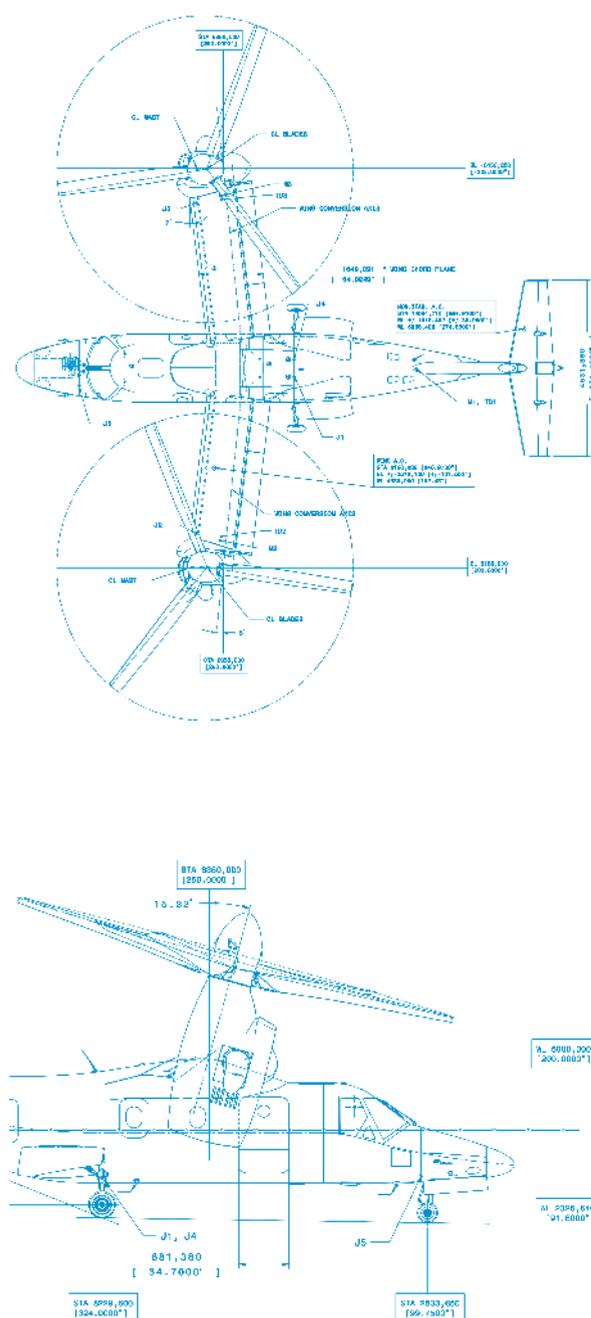
Oggi lo stato di maturità dello sviluppo e del percorso certificativo del mezzo è molto avanzato: le principali prove come ad esempio l'autorotazione e il *de-icing* sono state completate; rimangono ancora da effettuarsi ore di volo sufficienti a provare il convertiplano e raccogliere dati a copertura di tutto il cosiddetto "inviluppo di volo" previsto dai manuali dell'AW609. Sono già state lanciate le attività produttive per la costruzione dei primi modelli di serie la cui consegna è attesa per il 2020 a un operatore Oil & Gas.

Nonostante l'AW609 non sia ancora entrato in servizio, l'immaginazione degli ingegneri di Cascina Costa ha già iniziato a porre le basi per lo sviluppo del convertiplano di futura generazione, caratterizzato da nuove tecnologie e innovazioni aerodinamiche tali da consentire di realizzare rotori di dimensioni inferiori e profili alari basculanti. L'obiettivo è quello di realizzare una macchina capace di trasportare fino a venti passeggeri più due di equipaggio, con un raggio operativo superiore a 700 miglia, una velocità massima di 300 nodi e una quota massima di 25.000 piedi. Gli studi attorno a queste tecnologie e soluzioni fanno parte del grande progetto europeo Clean Sky JTI (Joint Technology Initiative), un'iniziativa di cui Leonardo è uno dei soci fondatori. Il progetto Clean Sky JTI abbraccia molteplici sviluppi tecnologici, capaci di contribuire a una significativa riduzione dell'impatto ambientale (consumi, rumore) di aerei ed elicotteri e del trasporto aereo in generale. L'obiettivo è pertanto lo sviluppo di aeromobili caratterizzati da minori emissioni sia di inquinanti (CO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>) che di rumore e da maggiore efficienza nell'uso del carburante.

Con il convertiplano AW609 la tradizione aeronautica italiana si conferma all'avanguardia e all'altezza del suo passato. Ancora una volta, è soltanto conservando e coltivando la memoria del proprio passato che è possibile costruire un futuro ancora più innovativo e ambizioso.

«Sono arrivato all'aviazione per modo di dire (...) ed ora mi accorgo di aver avuto un'idea meravigliosa, perché l'aviazione ha progredito immensamente ed avrà un avvenire strepitoso» (Francesco Baracca, "Lettere al padre", 1912). ■

## Con il convertiplano AW609 la tradizione aeronautica italiana si conferma all'avanguardia e all'altezza del suo passato



TESTO DI  
MARIANGELA ALTERINI

# MUSEI INDUSTRIALI, IL CASO AGUSTA

Collezione di diapositive  
di velivoli AgustaWestland,  
Museo Agusta, Cascina  
Costa di Samarate (VA)

[www.museoagusta.it](http://www.museoagusta.it)





↑ Motociclette del reparto corse della MV Agusta custodite presso l'omonimo museo

← Particolare dell'interno del Museo Agusta

Quattro musei aziendali, aperti a visitatori, ricercatori, studenti, operatori economici e culturali, segnano il tratto di un modello di cultura industriale, conservativa ma anche modernamente fruibile, di memoria storica, archivistica e tecnologica di Leonardo.

Gestito dall'omonima Fondazione, il Museo Agusta, nato nel 2003 a Cascina Costa di Sarnate in provincia di Varese, comprende tre sezioni: quella motociclistica, che ospita numerosi e magnifici esemplari della MV Agusta tra cui gli originali che hanno vinto diversi campionati del mondo; quella elicotteristica, con i modelli che hanno reso grande l'azienda; l'eccezionale archivio storico, ospitato dal 2002 nell'imponente Villa Agusta, che conserva documenti, fotografie, diapositive, riviste e disegni tecnici, di cui la Soprintendenza archivistica della Regione Lombardia ha riconosciuto il valore storico e culturale.

L'anima del museo è costituita da una meravigliosa collezione aeronautico-elicotteristica e motociclistica, motori, macchine sperimentali, manifesti e disegni industriali, ma anche simulatori di volo, che consentono ai visitatori di vivere l'esperienza del pilotaggio degli elicotteri. Il museo, in continua evoluzione, raccoglie le gloriose esperienze del passato e le trasferisce al visitatore in forma dinamica e viva.

Nata nel 1923, Agusta inizia la sua attività come industria elicotteristica che lavora su

licenza, per poi divenire titolare della propria progettualità, fino ad arrivare ai vertici mondiali di questo settore. Agusta, in linea con il culto del progresso futurista e l'esaltazione del moderno, esprime con le sue industrie l'idea del dinamismo e del movimento. Essa costituisce un patrimonio che, in una società in rapida trasformazione, attraverso la forte passione per l'innovazione e le sfide impossibili, sa governare un'evoluzione tecnologica di eccellenza, fino ad arrivare a oggi, con elicotteri totalmente di progettazione e produzione italiana (eccetto le turbine).

Persino le moto storiche conservate nel museo non rappresentano un patrimonio statico, poiché i 75 campionati del mondo vinti tra marchi (MV Agusta) e piloti (primo tra tutti Giacomo Agostini) rappresentano un primato tuttora mai superato da nessun altro. Per questo migliaia di appassionati provenienti da tutta Europa, e non solo, continuano a visitare ogni anno il Museo Agusta.

Come potrebbe Leonardo non essere fiera di aver dato un contributo essenziale alla crescita dell'industria in Italia e non impegnarsi per la sua valorizzazione? Ha costruito un vasto patrimonio di alta tecnologia e competenze, portando numerosi marchi storici a livelli di eccellenza in grado di competere con successo in tutto il mondo. Una grande responsabilità, un orgoglio ancora vivo nelle centinaia di volontari e Seniores che conti-

nuano giorno dopo giorno a lavorare con dedizione per consentire a studenti, appassionati e curiosi di scoprire elicotteri del passato e del presente e moto dal fascino immortale mantenute a lustro. Grazie a queste persone il visitatore diventa protagonista di un viaggio nella storia, indispensabile per riconoscere nel passato ciò che ci proietta nel futuro. ■

*Il Museo Agusta, in continua evoluzione, raccoglie le gloriose esperienze del passato e le trasferisce, grazie al prezioso contributo di volontari e Seniores, al visitatore in forma dinamica e viva*

TESTO DI  
VALENTINA CASTELLANI

# LA PELLE DELL'ORSO INVESTIRE È UN'ARTE



*Per usare la metafora di La Fontaine, Level e i suoi soci uccisero l'orso: il successo dell'asta "La peau de l'ours" fu straordinario e l'investimento iniziale più che quadruplicato*

Il 2 marzo 1914, nella sala gremita dell'Hôtel Drouot di Parigi, si tenne un'asta che avrebbe segnato il corso del mercato dell'arte moderna. Col nome di "La peau de l'ours" – preso a prestito dalla favola di Jean de La Fontaine che racconta di due cacciatori che incautamente vendono la pelle dell'orso prima di averlo ucciso – fu messa all'incanto la collezione raccolta nel corso dei precedenti dieci anni da André Level e dai suoi tredici soci. La collezione così venduta costituisce di fatto il primo esempio di fondo di investimento in arte, ed ebbe un incredibile successo.

André Level, proveniente da una famiglia di industriali francesi, in questa impresa fu ispirato dalla visita al Salon d'Automne del 1903 (i salons erano esposizioni annuali di opere di artisti contemporanei): con brillante intuizione e grande lungimiranza, decise di organizzare un gruppo di finanziatori il cui scopo era quello di realizzare un fondo costituito da opere contemporanee da poter rivendere dopo dieci anni. Gli accordi del fondo, delineati da Level nel contratto steso nel febbraio del 1904, prevedevano che gli investitori dovessero contribuire con 250 franchi all'anno all'acquisto di opere d'arte. Al momento della vendita, in caso di profitto, ciascun investitore avrebbe ricevuto la somma versata più un interesse del 3,5%. Ogni ulteriore profitto sarebbe stato ripartito tra Level (20%) e gli artisti (20%). Nel frattempo, i soci avrebbero avuto la possibilità di utilizzare le opere d'arte del fondo per decorare le proprie case. Level, in qualità di unico direttore del fondo, decideva gli acquisti, d'accordo con un comitato composto da due membri aventi diritto di veto. I partecipanti erano giovani uomini d'affari, la maggior parte dei quali sotto i trent'anni. Il gruppo spese, nel corso di dieci anni, 27.500 franchi per l'acquisto di 145 opere, realizzate prevalentemente da artisti contemporanei.

Anche la preparazione dell'asta fu innovativa. Infatti come accade ai giorni nostri, ma in maniera inusuale per l'epoca, fu preceduta da una campagna stampa e da un'esposizione aperta al pubblico accompagnata da un lussuoso catalogo.

Per usare la metafora di La Fontaine, Level e i suoi soci uccisero l'orso: il successo dell'asta fu straordinario e l'investimento iniziale più che quadruplicato (116.545 franchi contro i 27.500 spesi). L'opera che riscosse maggior successo fu il quadro di Picasso (l'artista più rappresentato nel fondo con ben dodici opere) "Famiglia di saltimbanchi" del 1905, uno dei capolavori del periodo rosa, oggi nella raccolta della National Gallery of Art di Washington, che fu battuto per 12.650 franchi, dodici volte il prezzo pagato da Level.

Al di là della formula d'investimento innovativa e del successo finanziario, l'asta svolse un ruolo cruciale: fu la prima volta che l'arte dei fauves e dei cubisti, giovani artisti che nel 1914 rappresentavano l'avanguardia, venne messa sul mercato superando brillantemente la prova; questo ebbe conseguenze importantissime, poiché dimostrò quanto l'arte contemporanea potesse rappresentare un investimento fruttuoso.

Qualche mese dopo il successo de "La peau de l'ours", lo scoppio della prima guerra mondiale avrebbe avuto conseguenze nefaste anche sull'affermazione dell'arte contemporanea, ma il risultato dell'asta costituì comunque una conferma fondamentale sia per i collezionisti che per gli artisti. Fu così che qualche anno dopo due grandi rappresentanti dell'arte moderna, Matisse e Picasso, trovarono un mercante che li rappresentasse in modo continuativo – rispettivamente la galleria Bernheim-Jeune e Daniel-Henri Kahnweiler – garantendo loro, dopo anni durissimi, stabilità finanziaria e collezionisti appassionati che ne comprassero regolarmente le opere; tra questi i celeberrimi Leo e Gertrude Stein e i russi Sergej Ščukin e Ivan Morozov (le cui raccolte verranno espropriate e nazionalizzate con la rivoluzione russa).

Con un misto di intuizione, passione e propensione al rischio André Level inventò un modello di fondo di investimento in arte assolutamente innovativo per l'epoca. Da allora i fondi di questo tipo si sono moltiplicati, con specializzazioni che variano dai quadri antichi alle opere di artisti giovanissimi: che si sappia nessuno di essi ha però ancora avuto il successo riscosso da "La peau de l'ours". ■

↑ Invito e catalogo dell'asta "La peau de l'ours", 1914

→ Il magnate americano Chester Dale davanti al quadro *Famiglia di saltimbanchi* di Pablo Picasso. Foto di Rex Hardy, New York, 1938



TESTO DI  
SARA LIGUTTI

# IMPARIAMO DAGLI ALTRI

## RASSEGNA STAMPA ESTERA

*Cosa porta alle differenze comportamentali tra donne e uomini? Il nostro mondo "sessuato" plasma qualsiasi cosa, dalle politiche sull'istruzione alle gerarchie sociali, alle relazioni, alla percezione di sé, al benessere, alla salute mentale*

### **A Study on Driverless-Car Ethics Offers a Troubling Look Into Our Values**

DI C. LESTER, IN "THE NEW YORKER",  
24 GENNAIO 2019<sup>1</sup>

Per capire come i veicoli a guida automatica dovrebbero reagire durante collisioni potenzialmente fatali, un gruppo di scienziati, guidato da Azim Shariff e Iyad Rahwan, ha deciso di studiare quali decisioni prenderebbero i conducenti umani trovandosi nelle stesse condizioni.

Nel giugno del 2016, il MIT Media Lab di Cambridge ha lanciato un sito che invitava le persone di tutto il mondo a partecipare a un gioco chiamato "Moral Machine", proponendo una variante del ben noto "problema del carrello ferroviario". Una macchina senza conducente si trovava di fronte a una scelta: andare dritta e colpire quello che incontrava sul suo percorso, oppure sterzare e colpire qualcos'altro. Ogni *round* del gioco conteneva una nuova versione del problema. Nei due anni successivi più di due milioni di persone hanno partecipato allo studio, inviando oltre quaranta milioni di decisioni. Si può affermare che questa sia la più ampia indagine mai condotta sulle preferenze morali relative all'intelligenza artificiale.

Lo studio è stato pubblicato su "Nature" nell'ottobre 2018.<sup>2</sup> Nel complesso, i giocatori non hanno manifestato alcuna preferenza tra "azione" e "inazione", piuttosto si sono espressi sul tipo di persone da colpire. Queste preferenze erano determinate in parte dalla provenienza dei partecipanti. Le risposte possono essere raggruppate in tre grandi aree geografiche: quella occidentale (che include l'America del Nord e l'Europa occidentale), quella orientale (un mix di Asia orientale e paesi islamici), quella meridionale (composta da paesi latino-americani e una manciata di paesi francofoni).

I giocatori dei paesi orientali si sono mostrati più inclini a uccidere un giovane rispetto a un anziano. Nei paesi meridionali, i partecipanti si sono dimostrati più propensi a uccidere una persona grassa e risparmiarne una atletica, mentre quelli provenienti da paesi con grandi disegua-

glianze economiche sono stati inclini a salvare un dirigente di azienda a discapito di un senzatetto. Le persone dei paesi in cui lo Stato di diritto è particolarmente forte hanno preferito uccidere chi attraversava fuori dalle strisce rispetto ai pedoni che si attenevano alle regole stradali.

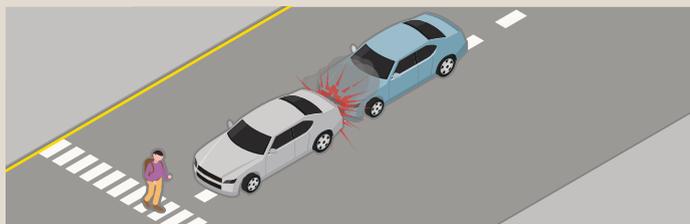
Anche tenendo conto di queste differenze, il *paper* identifica "tre forti preferenze" in grado di fornire un punto di partenza per sviluppare un quadro standard per l'etica delle macchine: risparmiare vite umane, risparmiare più vite possibile e risparmiare quelle giovani.

Nel 2017, una commissione governativa tedesca – guidata da Udo Di Fabio, ex giudice della più alta Corte Costituzionale del paese – ha pubblicato un rapporto che suggeriva alcune linee guida per i veicoli senza conducente. Tra queste, una in particolare salta all'occhio: «Nei casi in cui l'incidente sia inevitabile, qualsiasi distinzione basata sulle caratteristiche personali (età, genere, costituzione fisica o mentale ecc.) è da considerarsi proibita». Di Fabio non si è minimamente sorpreso dei dati raccolti dalla Moral Machine. Tuttavia, è convinto che non dovremmo cedere ai pregiudizi quando si tratta di questioni di vita o di morte: «In Germania c'è una grande sensibilità rispetto a certe questioni. Questo ha a che fare con il nostro passato oscuro, in cui le persone venivano divise e classificate».

Inoltre, che cosa dovrebbe fare un'azienda automobilistica se un paese volesse che i suoi veicoli dovessero "decidere" in base alle proprie specifiche scelte morali? Azim Shariff è favorevole allo specifico adattamento del veicolo ai principi stabiliti dal paese nel quale è destinato a circolare. In caso contrario l'algoritmo "esportato" potrebbe apparire come una forma di colonialismo morale. Tuttavia, l'idea di lasciare che governi autocratici applichino un proprio codice etico preoccupa non poco Di Fabio. L'ex giudice, infatti, immagina un futuro in cui la Cina potrebbe decidere che le macchine diano priorità di salvezza a coloro che occupano una posizione preminente nel nuovo Sistema di Credito Sociale che classifica i cittadini in base al loro comportamento civico.

## Legge ed etica possono entrare in conflitto in situazioni di pericolo: una scelta eticamente giusta potrebbe essere legalmente scorretta.

Non è chiaro come le auto autonome si debbano comportare in alcune situazioni:



A. L'arresto d'emergenza causa una collisione fatale con l'auto che sorraggiunge

La macchina rileva un bambino che attraversa all'improvviso la strada:



A. L'auto esegue una fermata di emergenza



B. L'auto continua la corsa e investe il bambino



B. Il bambino viene comunque investito nonostante la macchina abbia funzionato come programmato

### Quali scelte dovrebbe fare l'auto autonoma?

## Google Translate is a Manifestation of Wittgenstein's Theory of Language

DI O. GOLDHILL, IN "QUARTZ",  
13 FEBBRAIO 2019<sup>3</sup>

Oltre sessant'anni dopo la pubblicazione delle teorie sul linguaggio del filosofo Ludwig Wittgenstein, l'intelligenza artificiale alla base di Google Translate ha fornito un primo esempio pratico delle sue ipotesi. Il servizio di traduzione, infatti, funziona cercando il senso delle parole nel loro contesto e si affida a un algoritmo chiamato "word2vec", che crea "rappresentazioni vettoriali" per le parole. Affinché la traduzione funzioni, viene creata una "rete neurale", una forma di *machine learning*, programmata per capire come le parole si relazionano tra loro. La maggior parte dei vocaboli ha più di un significato, dunque Google Translate deve studiarne il contesto. Leggendo milioni di testi, la rete neurale si concentra sui due termini che precedono e seguono ogni singola parola, così da poterne predire il significato. L'intelligenza artificiale calcola connessioni probabilistiche tra ogni vocabolo, e questo va a formare le coordinate di uno spazio vettoriale multi-dimensionale impossibile da immaginare.

La relazione spaziale tra queste parole racchiude il modo in cui interpretiamo la loro relazione concettuale. Questa connessione è una rappresentazione dell'idea di linguaggio di Wittgenstein: nelle "Ricerche filosofiche", pubblicate postume nel 1953, il filosofo argomenta che non vi sono significati standard e fissi per le parole; al contrario, il loro significato nasce da come vengono usate in relazione al contesto.

## Meet the Neuroscientist Shattering the Myth of the Gendered Brain

IN "THE GUARDIAN - GENEVIEVE FOX",  
24 FEBBRAIO 2019<sup>4</sup>

Gina Rippon, professoressa emerita di Neuroimaging dei processi cognitivi alla Aston University di Birmingham, è autrice di "The Gendered Brain", libro che mette in discussione le teorie sul cervello "sessuato", ossia sull'esistenza di un cervello "femminile" e di uno "maschile".

Nella nostra attività cerebrale ci sono differenze significative basate solo sul sesso? La risposta data da Gina Rippon è negativa. «L'idea di un cervello femminile e di uno maschile implica che chiunque abbia un cervello maschile avrà lo stesso atteggiamento, preferenze e personalità di chiunque altro abbia quel tipo di cervello. Sappiamo che non è così, e dobbiamo dimenticare questa distinzione; si tratta di un'inesattezza potenzialmente dannosa, in quanto giustificerebbe, ad esempio, scelte come quella di non far studiare materie scientifiche alle bambine perché non hanno un "cervello scientifico", oppure l'idea che i maschietti non debbano essere emotivi o aspirino necessariamente a essere dei leader».

Cosa porta quindi alle differenze comportamentali tra donne e uomini? Il nostro mondo "sessuato", spiega Rippon, plasma qualsiasi cosa, dalle politiche sull'istruzione alle gerarchie sociali, alle relazioni, alla percezione di sé, al benessere, alla salute mentale. Si tratta di una tesi del XX secolo sul condizionamento sociale, che si dimostra attuale se associata alle scoperte sulla plasticità del cervello, avvenute negli ultimi trent'anni.

«Fin dalla nascita, il nostro cervello viene plasmato e continua a essere modellato sino al "declino cognitivo" nella vecchiaia, quando la nostra materia grigia inizia a scomparire. Viene meno, così, la vecchia teoria secondo cui "la biologia è destino". Il cervello è invece una somma di esperienze: se impari qualcosa, la mente cambia e continuerà a cambiare. Quindi se non hai avuto certe esperienze, se ad esempio sei una ragazza e non ti sono mai stati regalati dei Lego da bambina, non hai la stessa percezione dello spazio che hanno le altre persone che invece li hanno ricevuti. I tracciati neurali cambiano e diventano automatici: un compito da svolgere, se ripetuto più volte, diventa più semplice».

La plasticità neurale annulla totalmente il dualismo tra "natura" ed "educazione". Il cervello è anche predittivo, come un navigatore satellitare, segue le regole. «Il cervello recepisce le regole dal mondo esterno, modificando il suo funzionamento e i conseguenti comportamenti». Il risultato degli stereotipi di genere è che il divario di genere diventa una profezia che si autoavvera. ■

<sup>1</sup> C. Lester, *A Study on Driverless-Car Ethics Offers a Troubling Look Into Our Values*, in "The New Yorker", 24 gennaio 2019, disponibile su [www.newyorker.com/science/elements/a-study-on-driverless-car-ethics-offers-a-troubling-look-into-our-values](http://www.newyorker.com/science/elements/a-study-on-driverless-car-ethics-offers-a-troubling-look-into-our-values).

<sup>2</sup> *The Moral Machine Experiment*, in "Nature", 24 ottobre 2018, disponibile su [www.nature.com/articles/s41586-018-0637-6](http://www.nature.com/articles/s41586-018-0637-6).

<sup>3</sup> O. Goldhill, *Google Translate is a Manifestation of Wittgenstein's Theory of Language*, in "Quartz", 13 febbraio 2019, disponibile su [www.qz.com/1549212/google-translate-is-a-manifestation-of-wittgensteins-theory-of-language/](http://www.qz.com/1549212/google-translate-is-a-manifestation-of-wittgensteins-theory-of-language/).

<sup>4</sup> *Meet the Neuroscientist Shattering the Myth of the Gendered Brain*, in "The Guardian - Genevieve Fox", 24 febbraio 2019, disponibile su [www.theguardian.com/science/2019/feb/24/meet-the-neuroscientist-shattering-the-myth-of-the-gendered-brain-gina-rippon](http://www.theguardian.com/science/2019/feb/24/meet-the-neuroscientist-shattering-the-myth-of-the-gendered-brain-gina-rippon).



ALESSANDRO PROFUMO

**KNOWING HOW TO DO. KNOWING HOW TO THINK**

The first issue of "Civiltà delle macchine" came out in 1953, a publishing project of Finmeccanica which then managing director Giuseppe Luraghi decided to entrust to a poet, essayist and art critic, Leonardo Sinisgalli. This choice shows the essence of the project: to contaminate the two cultures, the humanities and science, in order to enrich both. Together with you, I would like to read again a few lines from a letter Luraghi wrote to Sinisgalli a year later: «In Italy – and I believe elsewhere too – there exists no publication like this, where we can see a poet looking in amazement at a steam boiler, an engineer enjoying the mechanisms of old bolts, an architect thinking up new alphabets, a mathematician creating electric mice, a child painter depicting fairies and angels in place of machines and men. It is the dangerous game of life seen in an enchanted castle, the beauty of amazement and optimism; numbers turn into magic signs, full of mystery, losing their traditional aridity to take on a new charm, and the figures of steel production, building formulas, problems with exports, budgets, in other words our everyday troubles which make us suffer and curse, in your atmosphere become kind friends, simple and a bit dreamy».

And farther on: «In this fantastic work you have grasped civilisation, telling that Marconi and Picasso, the atomic engine and the first naive abstract depiction by the caveman, one and one billion, all have the same worth». These words consecrated an innovative and intellectually refined approach, stimulating an environment of free encounter between two different yet complementary worlds.

Though in a different context, the reasons for the rebirth of "Civiltà delle Macchine" today are the same as they were 66 years ago: thinking about the relationship between science, technology and man, creating an interdisciplinary meeting place, open to contamination, thus helping the birth of a "digital humanism" where knowing how to do is as important and knowing how to think, in a close dialogue between industry and culture and between technology and creative genius.

I believe this to be even more important today, in an age where high technology occupies a central place, not only in guaranteeing proper operation of the key infrastructures of our social and economic systems, but also in establishing and spreading ideas, providing opportunities never before explored to help knowledge and culture travel among the women and men of the 21st century. Of course, these benefits come along with new questions. We need only think that the global impact of the digital revolution is so pervasive that it even influences politics. And not only – there is a growing perception that new technologies lead to economic growth without creating jobs or, even worse, to concentration of riches in a way never seen

before. Nor should we forget that our dependence on the net is growing faster than our ability to make it safe, and this exposes us to further risks and unknowns.

The need to find an answer to such questions is strongly felt in an industrial company like Leonardo. Due to its nature and its historic vocation, our company is indeed the child of that "civilisation of machines" which one not only finds in the period when it was founded – the years of Reconstruction and of the new life of the manufacturing tradition of our country – but has roots deeply embedded in a more ancient genetic code: the craftsmanship dimension of production, tied to the "botteghe" of the Renaissance, forges where ancient and new knowledge were learned and where there were no disciplinary borderlines between technical inventiveness and artistic creation.

In Verrocchio's bottega, in 15th century Florence, Leonardo, Botticelli, Perugino, Ghirlandaio worked side by side, producing works of art, architecture and engineering, and satisfying the requests of the Renaissance courts of the times, giving life to an extraordinary experience of cultural and scientific renewal.

Our way of working fits right into this great tradition. Both when transmitting "knowing how to do" – with our laboratories and research centres where neophytes approach the complexity and beauty of what we do – and in technological innovation, born from a meeting of countless different professions, from engineer to designer, from chemist to mathematician and environmental expert.

The thread which ties us to this "tradition of crafts" proceeds in continuous dialogue with our customers in designing and developing the most appropriate solution, just as once happened in relations between the client and the artist: a way of working which puts people at the centre of the process, with their needs and intuitions, until a unique item is created, or if we prefer, a technological masterpiece, where the wisdom of the craftsman joins the specialisation of the technician.

Our constant passion for quality products helps us to revive every day the spirit of "Civiltà delle Macchine", bringing its message up to date and drawing new vital sap from it for our work and for that of the generations to whom we will one day hand it down, in a fertile and constant mix of creativity of inspiration and rigour of study and technique, able to give shape to the many realisations of human genius.

Therefore, I am sure that this second life of the magazine will be useful for all of us, helping us grow as human beings and as professionals, to enrich the communities in which we live. In the digital era, to pick up the theme of the "civilisation of machines" again is even more necessary and urgent: to handle the complexity of the moment, grasping the opportunities it affords and building a sustainable future together. ■



LUCIANO CANFORA

**THE TWO CULTURES**

We use this expression to refer to the separation – or, as is often the case, the total extraneousness – between "scientific" knowledge and the knowledge of the "humanities". The formula became well known in the 1950s, thanks to a couple of lectures by scientist and novelist Charles Percy Snow, published in 1959 as a pamphlet (presented in an Italian translation in 1964 by Feltrinelli). The booklet was titled "The two cultures", and this was also the title chosen for the Italian edition, with an important introductory essay by Ludovico Geymonat.

Snow's intention was to call attention to the mutual deafness (or absence of communication) between the "sciences and the humanities". That first conference of his (1956) was not without wit, and raised a question which is not only lexical: the consolidated habit of defining as "intellectuals" only those involved in the humanities (a bad habit which is hard to eliminate). Snow wrote that «Literati, as if by chance, without anyone actually realising it, began to define themselves as "intellectuals", almost as if no others existed». And he remembered the "mild marvel", as he called it, of a great Cambridge mathematician, Godfrey Harold Hardy, who one day told him: «Have you noticed how the word intellectuals is used today? It seems not to include people like Ernest Rutherford or Paul Adrien Maurice Dirac».

Snow's pamphlet met with a poor reception, and was probably misunderstood. The main reaction was to deny the existence of "two cultures", and he was nearly accused of a false premise. It was a way to circumvent a problem which really existed. This issue is entangled with important questions: on the one hand, school curricula, on the other, a cyclical alternation of epochs in which "intellectuals" are politically engaged (this is when those involved in the humanities feel more protagonist than others) and epochs of disengagement (usually following disappointments or embarrassing compromises in the epoch of mobilisation).

But let us proceed in order. An important contribution to the question came from the foreword Ludovico Geymonat wrote to the Italian edition of Snow's book. Geymonat rightly understood how Snow had "denounced" a problem which could not be exorcised; and he appreciated Snow's feeling for a necessary "reform of the educational system". Snow compared three models – the USA, the Soviet Union, the "European continent" – and appreciated the completeness of the school system in the USSR, where «everyone had to follow a curriculum similar to the continental Lyceum, with the addition of a noteworthy component, more than 40 percent, of science and mathematics» (p. 34). Snow, in his pages on school curricula, offered no precise proposals, but merely suggested the need to «break with fossilised patterns» (p. 39), making an apocalyptic comparison with the agony of the «Republic of Venice in the last half century of its life». He certainly exaggerated speaking of «dead or dying world» when he referred to the world of the humanities. Just as he formulated a mistaken prophecy when – in 1956 – he foresaw the disappearance of poverty on the planet in the year 2000 (p. 41).

Geymonat went more in depth. First, he noticed a phenomenon: the frequent «self-exclusion» of scientists from «any discussion on method, any investigation into the meaning of science» (p. XII). And he upheld the idea of «generally rethinking the whole question», that is of the «meaning of science, of the function of specialised research, of the connection between it and general knowledge» (p. XIII). This was an invitation addressed to

everyone, both in science and in the humanities, called upon not to lose sight of what Geymonat called the "man-world" relationship. Therefore, he concluded observing that the «most demanding task for any responsible and consistent scholar» is the effort to bridge «the split existing today between the two cultures» (p. XIV). And he foresaw that «it will be research in the humanities which will ask to be integrated with scientific research».

It is almost a platitude to say that each needs the other (though many operators in both fields are not aware of this), though it is not superfluous to remember it from time to time. However, the real problem is how to actually give body to this recomposition, so that each can fecundate the other. The great critical wave, which broke out a few years after the time when Geymonat was writing (1964), concerning the lack of neutrality of "hard" sciences, despite excesses of schematism, was on the whole healthy. It helped everybody to relativise their position, and to question themselves about the purposes (and uses) of their work; that is, to introduce historic and political issues into the work of scientists, along with questions focused on sciences (and their crisis in the 20th century) in the often sleepy world of the humanities. Then there came about a feeling of saturation and annoyance with this critically problematic approach. As generations naturally succeeded each other, "specialism" again had the (inevitably temporary) upper hand again. Optimistically, we might say that this very alternation of epochs and trends is healthy, since the acquired awareness is never really lost, and "total restorations" do not exist.

A way to acquire awareness of the phenomenon and its spiralling trend is, as always, to go into the history of the problem. In other words, it is worth our while to ask ourselves when the split took place, and indeed whether it really was a split. A glance at the history of the problem can be reassuring. And one may arrive at the conclusion that the exasperated division and parcelling of work in the field of production of material goods may have influenced a similar division in the field of research. On the contrary, in the ancient world, still influenced by Greek thought (and in the Roman world, nourished by that thought), it seems impossible to find a separation between the two cultures: from Aristotle to Posidonius to Seneca, knowledge was conceived and – as far as possible – practised as a totality (this does not mean that in those days only Leonardo-like temperaments existed but that, beyond obvious subjective limits, the unity of knowledge was something generally taken for granted).

Nor was the approach of following epochs different, where the encyclopaedic leitmotiv never ceased to operate. Nor would it be fair to forget that the dominating figures, the milestones of that history – from Giordano Bruno to Francis Bacon, from Diderot to Goethe – documented, in the practice of their work, the unity of knowledge. A unity of which the "Encyclopédie" is both a symbol and a lasting actuation.

Here however we wish to provide some examples to show how certain decisive moments in the history of scientific thought entered directly into the living culture – all of the culture – of the time in which they took place. The "Novum Organum" of Bacon (1561-1626) was a true "revolution" against Aristotelism. It was the landing point of a development of the vision of the physical world, as well of the method, which had already had autonomous beginnings with Bruno (1548-1600); and which had been preceded by the battle tragically led by Petrus Ramus (1515-1572). Bruno ended at the stake, and Ramus was butchered in the St. Bartholomew's Day massacre. Terrible moments

in the struggle between old and new, where the two cultures were intertwined in a single, epoch-making quest for truth. A quest which would not turn out to be peaceful for prose writer and scientist Galileo (1564-1642), either.

Another turning point, nearer to us in time, was the conquest of a vision of matter as energy: a vision which put everything into question again, not only in the field of physics, but even more so in that of philosophy and even religion (Teilhard de Chardin). How can we fail to remember, in this regard, the affectionate yet severe words of Einstein (1879-1955) on Lucretius' poem, "De rerum natura"? Einstein called Lucretius «an independent man, with a scientific and speculative interest», animated by «lively (lebendigen) feelings and thoughts», however inevitably anchored to a gross vision of atomism, unaware of the results which we today (said Einstein optimistically!) «learn since childhood even before being able to consider them in a critical spirit». However, he fully grasped the innovative grandeur of the poet-scientist (whom Mommsen considered the only true Roman poet) when he observed: «One is impressed by the strong trust Lucretius places – in this a loyal scholar of Democritus and Epicurus – in the idea that the cosmos is comprehensible because it is regulated by causal links». Now, Einstein's critique of Lucretius' atomism – and implicitly of the whole philosophical and scientific tradition descending from him, all the way to Gassendi and Lamettrie and D'Holbach – is also an indispensable contribution for scholars of Lucretius. Because one must realise that the authors studied in the humanities must first be understood and valued in their contribution to the progress of knowledge, not just paraphrased or repetitively re-edited. A characteristic prejudice of the "higher" ranks of knowledge in the humanities is that "truly scientific" practice should be strictly value-neutral. This for authors like Lucretius or Aristotle or Hippocrates, but also for those who dedicated themselves to political (and historical-political) reflection, like Thucydides, Plato, Tacitus. They are not fossils, but carriers of attempts to solve problems which are always open. Self-styled "pure" scientists, active in the humanities, often forget this. ■



LUCIANO VIOLANTE

#### A NEW LINK BETWEEN THE HUMANITIES AND SCIENCES

"Civiltà delle macchine" was founded by Leonardo Sinisgalli in 1953, and directed by him until 1958. Still today, its 31 issues represent an unsurpassed model of a magazine of the "two cultures". It was also admired for its elegance, the result of a unitary idea of culture and human civilisation. In 1951, Leonardo Sinisgalli

wrote that «Science and poetry cannot walk on diverging paths». His magazine was the path along which – in that extraordinary phase of industrial transformation of Italy – poetry and science walked together for the first time, closely interlaced.

We do not have the ambition to compete with Leonardo Sinisgalli's "Civiltà delle macchine". Every magazine has a beginning and an end. Since that magazine came to an end, passively reviving it could only lead to disrespectful processes of mummification. A different approach is to take its spirit, world view, line of civilisation, integrating the humanities and technology with the eye of today. This is why Leonardo Company has established Fondazione Leonardo – Civiltà delle Macchine, and assigned it the task, among others, of republishing the magazine. This is what we intend to do.

We are living through a change of epoch. It is not the first time the world is changing. Augustine of Hippo wrote "De Civitate Dei" worrying about the fall of Rome, devastated by Alaric's army. For Augustine, this tragedy marked the end of the eternal city and the advent of a new, unknown civilisation. The discovery of America, when the centre of gravity of politics and trade shifted from the Mediterranean to the Atlantic, benefiting the countries on the shores of that sea, led to a radical change in Western civilisation.

Other profound changes in the life of the generations, all over the world, were induced by steam and electricity. However, the current change of epoch has features that are different from those of the past, and cuts more deeply into the life of human beings. Today, for the first time, the life of humanity is being shaken not by one factor only, but by several together, all unprecedented, which interlink with each other and nourish entirely new contents of living and thinking. More than half of human beings are interconnected. 70% of the GDP of the G7 countries comes from immaterial goods which, in turn, depend on information and communication technologies. Vast migrations involve millions of human beings on every continent.

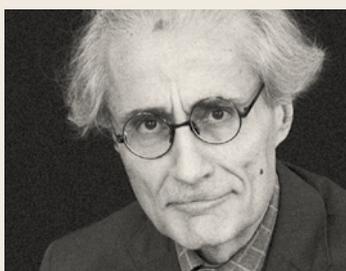
Fernand Braudel has taught us that at every decisive change in the production structure, at every deep innovation in the habitat in which communities live, new thoughts and new actors will arise. The new "Civiltà delle Macchine" is a learned and free space, open to thoughts and topics which can help us to understand, know and interpret modernity. We want to talk about the intertwining of technology and philosophy, artificial intelligence and contemporary art, robotics and human work. We want to reflect on the way past, present and future combine with each other. Times are separate only in our intellect. Every past has been present and future; every future will first be present and then past. We propose once again the link between the humanities and new technologies in order to invite each world to take a look at the other, so as to enrich human values and make technological development more aware.

The first issue of the old magazine published an editorial by Giuseppe Ungaretti who, at the end, asked: «What can man do to avoid being dehumanised by the machine, to dominate it, to make it morally a weapon of progress?». In the 66 years which separate us from that question, man has been dehumanised by fellow man, not by the machine. The prisoner of Abū Ghraib turned into an electrical guinea pig is the symbol of this greater tragedy. However, the message still stands: man must not dehumanise himself. If we reflect in a manner which is not random on the new frontiers of man's creative capacity, we can perhaps help him to defend his essence. ■



### ALESSANDRO PROFUMO

È amministratore delegato di Leonardo S.p.A.



### LUCIANO CANFORA

Storico del mondo antico, filologo e saggista, è professore emerito di Filologia greca e latina all'Università di Bari.



### LUCIANO VIOLANTE

È presidente della Fondazione Leonardo - Civiltà delle Macchine.



### PIERO ANGELA

Giornalista e scrittore, ideatore e autore di programmi televisivi di divulgazione scientifica.



### NICCOLÒ SERRI

Ha un dottorato di ricerca in Storia all'Università di Cambridge, in qualità di ricercatore si occupa di problemi etici delle nuove tecnologie presso la Fondazione Leonardo - Civiltà delle Macchine.



### BIAGIO RUSSO

È vicepresidente e direttore della Fondazione Leonardo Sinigalli.



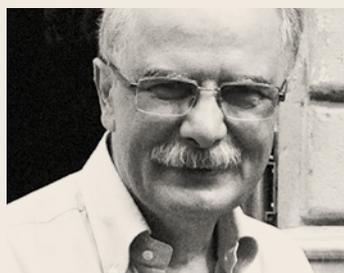
### ROBERTO CINGOLANI

Fisico, autore di numerose pubblicazioni apparse su riviste nazionali e internazionali e di opere di divulgazione scientifica, è direttore scientifico dell'Istituto Italiano di Tecnologia, Genova.



### DANIELE ANDRESCIANI

È visiting scientist dell'Istituto Italiano di Tecnologia, Genova.



### PIETRO GRECO

Giornalista scientifico e scrittore, laureato in chimica, è caporedattore de Il Bo Live, web magazine dell'Università di Padova.



### MARCO ROSSI

Specializzato in Affari europei presso la London School of Economics and Political Science (LSE), è analista, segue i dossier europei relativi a difesa, sicurezza e cybersecurity presso l'ufficio di Leonardo a Bruxelles - Relazioni internazionali.



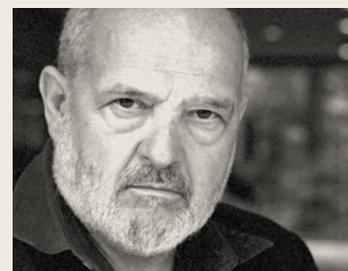
### MAURO VARASI

Laureato in Fisica presso la Sapienza Università di Roma, è da oltre trent'anni nel gruppo Finmeccanica, oggi Leonardo, impegnato nella innovazione tecnologica e di prodotto.



### RAFFAELE SIMONE

Linguista, studioso della filosofia del linguaggio e saggista, è professore emerito di Linguistica all'Università Roma Tre.



### FRANCO CARDINI

Storico, giornalista e saggista, è professore emerito di Storia medievale presso l'Istituto Italiano di Scienze Umane, annesso alla Scuola Normale Superiore, Pisa.



### BERND ROECK

Storico svizzero-tedesco, è professore emerito di Storia moderna e contemporanea all'Università di Zurigo.



#### ELISA POGGESI

Illustratrice e fumettista per l'editoria, la pubblicità e la televisione, pubblica i suoi lavori su varie piattaforme on-line con il nickname Bidonicart.



#### MARIANGELA GUALTIERI

Poetessa, scrittrice e drammaturga, ha fondato, insieme a Cesare Ronconi, la compagnia del Teatro Valdoca.



#### ELISA ALBANESI

È dottoranda in Storia dell'arte contemporanea alla Sapienza Università di Roma.



#### MATTEO DE GIULI

Senior editor de il Tascabile Treccani, collabora con Radio3, National Geographic Italia, il Venerdì di Repubblica e altre riviste.



#### GIULIO PERUZZI

Fisico, autore di monografie e articoli scientifici, insegna Storia della fisica e Storia della scienza e della tecnica all'Università degli Studi di Padova.



#### MASSIMILIANO PANARARI

Sociologo della comunicazione, saggista e consulente di comunicazione politica e pubblica, insegna Marketing politico all'Università di Roma LUISS "Guido Carli".



#### FRANCESCA BOCCA-ALDAQRE

Insegna Teologia all'Istituto Italiano di Studi Islamici. Svolge attività di ricerca tra il dipartimento di Studi Religiosi dell'Università di Cambridge e quello di Filosofia dell'Università Vita-Salute San Raffaele, Milano.



#### GIANNI DI SANTO

Giornalista e scrittore, si occupa di informazione religiosa e collabora con diverse testate e portali web nazionali.



#### SARA LIGUTTI

Laureata in Lingue e letterature straniere all'Università di Pisa, si occupa di comunicazione politica e collabora con varie testate giornalistiche nazionali.



#### ROBERTA FULCI

Redattrice e conduttrice di Radio3Scienza, ha collaborato con Zanichelli, Le Scienze, Bioversity International e scrive per Editoriale Scienza e il Tascabile Treccani.



#### LORENZO FIORI

È direttore generale della Fondazione Leonardo – Civiltà delle Macchine.



#### MARIANGELA ALTERINI

Laureata in Giurisprudenza presso l'Università degli Studi di Firenze, si occupa di sostenibilità nel gruppo Finmeccanica, oggi Leonardo, ed è presidente di Watoto Kenya Onlus.



#### VALENTINA CASTELLANI

Mercante d'arte, insegna Market Histories alla Steinhardt School of Culture, Education, and Human Development, New York.



#### VIVIANA PANACCIA

Da oltre trent'anni nel campo della comunicazione, si occupa di ideazione e organizzazione di manifestazioni su temi spaziali e mostre nazionali e internazionali.

# C<sup>d</sup>M

CIVILTÀ delle MACCHINE

RIVISTA TRIMESTRALE N.1 2019  
MAGGIO 2019

FONDAZIONE LEONARDO  
CIVILTÀ delle MACCHINE

Iscrizione al Registro degli Operatori  
di Comunicazione con numero 32893

ISSN 2612-4416

Numero chiuso in redazione  
il 18 aprile 2019

## SEDE LEGALE

Via del Plebiscito 102 – 00186 ROMA (RM)

## TELEFONO

+39 06 32473182

## E-MAIL

segreteria@fondazioneleonardo-cdm.com

## FONDAZIONE LEONARDO - CIVILTÀ DELLE MACCHINE

### Presidente onorario

Giovanni De Gennaro

### Presidente

Luciano Violante

### Direttore generale

Lorenzo Fiori

### Consiglio di amministrazione

Lucio Valerio Cioffi

Antonio Funicello

Alessandra Genco

Raffaella Luglini

Alessandro Palanza

Andrea Parrella

### Pasquale Piscitelli

Luisa Torsi

### Comitato scientifico

Patrizia Asproni

Maria Chiara Carrozza

Roberto Cingolani

Barbara Curli

Giovanni Maria Flick

Luciano Floridi

Vito Gamberale

Anna Gervasoni

Ruggero Gramatica

Sebastiano Maffettone

Maurizio Morra Greco

Alessandro Pajno

### Alberto Piazza

Fabio Pinelli

Oreste Pollicino

Francesco Profumo

Stefano Quintarelli

Nuria Sanz

### Chief of Staff – Relazioni esterne e istituzionali

Danila Aprea

### Ricercatore

Niccolò Serri

### Segreteria

Francesca Scek

## RIVISTA "CIVILTÀ DELLE MACCHINE"

### Direttore responsabile

Peppino Caldarola

### Vicedirettore

Pietrangelo Buttafuoco

### Redazione

Virginia Cavaliere, coordinatore di redazione

Oriano Giovanelli

### Progetto grafico e impaginazione

Vertigo Design

### Art direction e ricerca iconografica

Mario Fois e Mario Rullo

### Ha contribuito con un servizio editoriale

Ergon Com

### Stampa

CTS Grafica, Città di Castello

## CREDITS

pag. 3  
The Ancient #16  
© Edoardo Montaina

pag. 7  
Emily Dickinson, Cocoon  
Courtesy l'artista e Monitor Rome, Lisbon  
Photo credits: Giorgio Benni

pag. 8  
Fiore blu  
Courtesy l'artista e Monitor Rome, Lisbon  
Photo credits: Giorgio Benni

pag. 16  
Scuola di Atene  
Foto © Musei Vaticani

pag. 17  
Telescopio  
SOTK2011 / Alamy Foto Stock

pag. 17  
Siderius Nunciis  
Heritage Image Partnership Ltd / Alamy Foto Stock

pag. 20  
Mathematica: A World of Numbers  
gcf@eamesoffice.com Genevieve Fong

pag. 20  
Mathematics: The Winton Gallery  
Stephen Chung / Alamy Foto Stock

pag. 22  
Piero Angela nello studio televisivo di "Quark"  
Mondadori Portfolio/Giorgio Ambrosi Piero

pag. 24  
Città delle Arti e della Scienza  
Fotografia Editoriale Stock

pag. 30  
Prosthetics, mechanical arm, Ambroise Paré  
Wellcome Collection. CC BY

pag. 31  
Prosthetics, mechanical hand, Ambroise Paré  
Wellcome Collection. CC BY

pag. 37  
Tantalo  
John Cancalosi / Alamy Foto Stock

pag. 37  
Itrio  
Photo credits: Bjoern Wylezich

pag. 39  
Senza titolo  
[sciogliersi come neve al sole, la persona e il personaggio]  
Per gentile concessione degli Eredi ©Alighiero Boetti

pag. 41  
To Be Or Not To Be  
© Michael Albert www.michaelalbert.com

pag. 42  
Nouvel état des stocks  
Bilal © CASTERMAN

pag. 45  
Rendez-vous à Paris  
Bilal © CASTERMAN

pag. 48  
Carrello semovente  
©Veneranda Biblioteca Ambrosiana / Mondadori Portfolio

pag. 49  
Vite aerea  
© 2019. Photo Josse / Scala, Firenze

pag. 50

Ala meccanica mossa con verricello a manovella  
©Veneranda Biblioteca Ambrosiana/Mondadori Portfolio

pag. 51  
Codice Madrid I, f. 9r  
© 2019. Album / Scala, Firenze

pag. 53  
Codice Madrid I, f. 44v  
© 2019. Album / Scala, Firenze

pag. 55  
Codice Madrid I, f. 45r  
© 2019. Album / Scala, Firenze

pag. 58  
Sculptura della divinità indù Shiva  
Granger Historical Picture Archive / Alamy Foto Stock

pag. 59  
Immagine telerilevata della foce del Gange  
Universal Images Group North America LLC / Alamy Foto Stock

pag. 62  
Spinning fire photo  
Pexels, CC0 License

pag. 66  
Angelus Novus  
© 2019. Foto Scala, Firenze/Heritage Images

pag. 68  
La serie TV Black Mirror, episodio Noisivedive (Caduta Libera)  
Prod DB © Netflix - TCD/Prod.DB / Alamy Foto Stock

pag. 69  
Blade Runner  
Prod DB © Ladd Co - TCD/Prod.DB / Alamy Foto Stock

pag. 69  
Blade Runner

Pictorial Press Ltd / Alamy Foto Stock

pag. 78  
Cervello di giovane adulto sano  
Wellcome Collection CC BY 4.0

pag. 80  
Connessioni delle migrazioni neurali  
Wellcome Collection CC BY 4.0

pag. 80  
Organoide cerebrale  
Collin Edington and Iris Lee, Koch Institute MIT,  
CC BY-NC-ND

pag. 82  
Ritratto di Ada Lovelace  
Art Collection 3 / Alamy Foto Stock

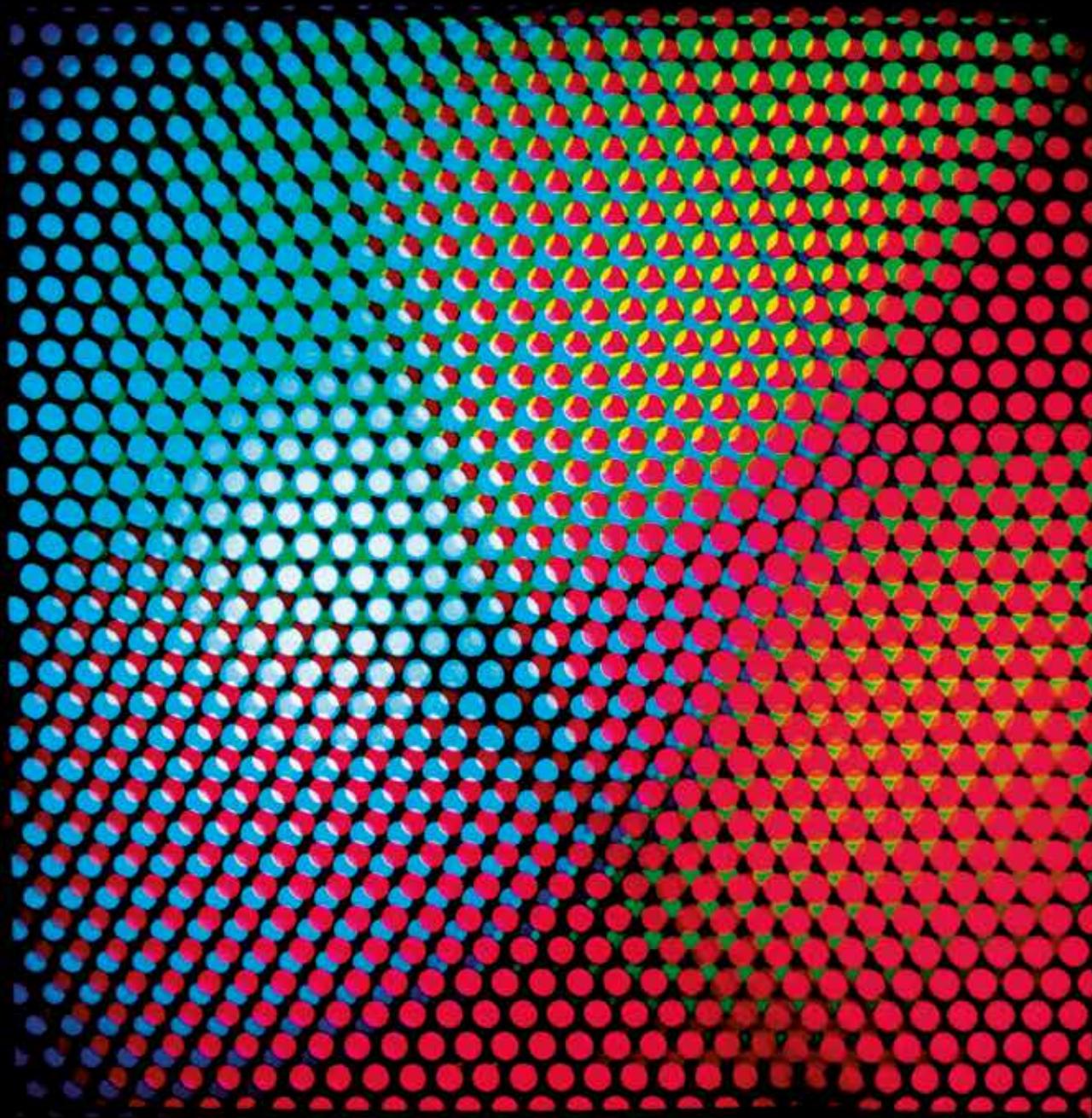
pag. 84  
Lettera di Ada Lovelace ad Augustus De Morgan  
The Picture Art Collection / Alamy Foto Stock

pag. 85  
Macchina per il calcolo differenziale  
Classic Image / Alamy Foto Stock

pag. 93  
Chester Dale & 'The Family Of Saltimbanques'  
Photo credits: Rex Hardy Jr.

pag. 98-99  
Luciano Canfora  
Piero Angela  
Franco Cardini  
Mariangela Gualtieri  
Collezione: Hulton Archive - Fotografo: Leonardo Cendamo

pag. 101  
Struttura Tricroma, 1963, Giovanni Aneschi  
Courtesy Galleria 10 A.M. ART



---

*Struttura Tricroma,*  
Giovanni Anceschi, 1963,  
luce, legno, motore elettrico,  
galleria 10 A.M. ART Milano



---

ELISA ALBANESI MICHAEL ALBERT MARIANGELA ALTERINI  
GIOVANNI ANCESCHI DANIELE ANDRESCIANI PIERO ANGELA ENKI  
BILAL FRANCESCA BOCCA-ALDAQRE MEL BOCHNER ALIGHIERO  
BOETTI LUCIANO CANFORA FRANCO CARDINI VALENTINA  
CASTELLANI ROBERTO CINGOLANI MATTEO DE GIULI GIANNI DI  
SANTO DAVIDE DORMINO LORENZO FIORI ROBERTA FULCI PIETRO  
GRECO MARIANGELA GUALTIERI CARLO GUARIENTI JANUSZ JUREK  
SARA LIGUTTI BILL MCCONKEY EDOARDO MONTAINA ELISA  
MONTESSORI VIVIANA PANACCIA MASSIMILIANO PANARARI GIULIO  
PERUZZI ELISA POGGESE ALESSANDRO PROFUMO BERND ROECK  
MARCO ROSSI BIAGIO RUSSO NICCOLÒ SERRI RAFFAELE SIMONE  
MAURO VARASI LUCIANO VIOLANTE RONALD A. WESTERHUIS

---

ISSN 2612-4416



9 772612 441007