

# ARCHEOLOGIA &

STORIA, ANTROPOLOGIA, MUSEOLOGIA, ARTE | Periodico scientifico di informazione culturale

Anno I, n. 3, Dicembre 2022  
In uscita il 16 Dicembre 2022



**INTELLIGENZA  
ARTIFICIALE  
MITO, STORIA, ATTUALITÀ**



## LE MACCHINE DEGLI DEI MITI E STORIE SULL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Simona Sanchirico, Direttrice responsabile "Archeologi& Storia, Antropologia, Museologia, Arte"  
Fondazione Dià Cultura  
s.sanchirico@diacultura.org

Efesto, glorioso per la destrezza,  
canta o Musa dalla  
limpida voce:  
egli, insieme con Atena dagli occhi  
scintillanti, opere egregie  
insegnò sulla terra ai mortali, che  
fino allora  
vivevano negli antri, sulle monta-  
gne, come le fiere,  
ma ora grazie a Efesto glorioso per  
l'ingegno avendo appreso  
le arti,  
facilmente, fino al compimento  
dell'anno, la vita  
conducono sereni nelle proprie  
case.  
Or dunque, siimi propizio, Efesto;  
concedimi vigore e  
prosperità.

(Inni Omerici, inno XX a Efesto, trad.  
a cura di Filippo Càssola)

La raffinata intelligenza mitopoietica dei Greci individua in Efesto (il Vulcano dei Romani) – divinità del fuoco, dei metalli, dell'ingegneria e dell'artigianato – il profeta dell'odierna robotica.

Nelle sue creature animate – progettate e realizzate con il compito precipuo di custodire e proteggere – sembrano riecheggiare i sofisticati androidi dei nostri tempi.

Subito alla memoria sovviene Talos, il gigante di bronzo sentinella dell'isola di Creta, pressoché invulnerabile, eccezion fatta per una vena scoperta poco sopra il tallone. Efesto lo creò e ne fece dono al re Minosse. Il compito



1. Madrid, Museo del Prado. Vulcano intento a forgiare i raggi di Giove ([www.commons.wikimedia.org](http://www.commons.wikimedia.org))



2. Il gigante Talos armato di una pietra. Didracma d'argento di Festo, Creta, III sec. a.C. ([www.commons.wikimedia.org](http://www.commons.wikimedia.org))

di questo antesignano dei robot era quello di tutelare i confini dell'intera isola, impedendo l'accesso a chiunque volesse approdare contro il volere del re. Talos fu poi, per così dire, "disattivato" da uno degli Argonauti, il grandissimo arciere Peante, che ne trafisse il tallone con una delle sue terribili frecce, quando Giàsone e Medea giunsero a Creta con i propri compagni. E fu proprio grazie alla terribile maga Medea, che potremmo

definire quasi una antesignana degli odierni hacker, che Peante poté trafiggere Talos, dopo che questa lo ebbe fatto impazzire. La presenza di Talos nell'immaginario contemporaneo è quanto mai vitale, se si pensa che il progetto di "polizia robotica" finanziato dall'Unione Europea, il Project Talos ("Transportable autonomous patrol for land border surveillance") per l'appunto, porta il suo nome: si tratta di un tentativo (2008-2013) di



3. "Pandora", la prima donna dell'umanità, androide forgiato dal dio Efesto, di John William Waterhouse (1896), olio su tela. Collezione privata (da [www.commons.wikimedia.org](http://www.commons.wikimedia.org))

rivoluzionare le modalità di gestione delle frontiere da parte dell'UE tramite un piano di sorveglianza per mezzo di robot (veicoli senza equipaggio) programmati per pattugliare i confini terrestri europei.

Il gigante Talos non è, naturalmente, l'unico androide forgiato da Efesto nella sua fucina sull'Etna. Ad aiutarlo nella realizzazione dei suoi meravigliosi automi, oltre ai terribili Ciclopi, ci sono servi meccanici e ancelle d'oro semoventi, come leggiamo nell'Iliade (XVIII, vv 417-421, trad. Rosa Calzecchi Onesti):

[...] due ancelle si affaticavano a sostenere il signore, auree, simili a fanciulle vive; avevano mente nel petto e avevano voce e forza, sapevano l'opere per dono dei numi immortali; queste si affaticavano a sostenere il signore [...]

Altra creatura androide prodigiosa uscita dalla forgia di Efesto, come narra Esiodo ne "Le Opere e i Giorni" (I, vv 42-105), è la prima donna mortale, Pandora, plasmata dal

dio per volere di Zeus che aveva in animo di punire il Titano Prometeo per aver svelato agli uomini, dopo averli creati immortali e felici, l'esistenza del fuoco divino. Pandora recava con sé un vaso donatole proprio dal re degli Dei, il quale le aveva ordinato di lasciarlo sempre chiuso. Tuttavia, spinta dalla curiosità, Pandora disobbedì e aprì il vaso: da esso uscirono tutti i mali, che si avventarono furiosi sul mondo; le più atroci malattie si abbattono sull'umanità, fino ad allora felice e incontaminata. Dall'unione di Pandora con Epimeteo, fratello di Prometeo, nacque Pirra, destinata a diventare la sposa di Deucalione e con questi a sopravvivere su un'arca al grande diluvio universale con cui Zeus aveva deciso di porre fine all'età dell'oro, divenendo poi entrambi genitori della nuova umanità.

Passando dal mito alla storia, l'archetipo dell'automato – ovvero di un essere antropomorfo meccanico, prodotto in laboratorio

dall'uomo – può essere rintracciato nel mondo ellenistico, in cui il termine *mechané* (=macchina) veniva inteso come un espediente per andare contro la natura.

E dunque l'immaginario mitologico degli androidi di Efesto sembrò prendere vita nelle opere degli scienziati ellenistici: così Ctesibio (attivo ad Alessandria d'Egitto nel III sec. a.C.) descriveva nei suoi trattati un ampio novero di automi da spettacolo per effetti speciali; Filone di Bisanzio (III sec. a.C.) aveva riservato un libro del suo trattato di meccanica alla costruzione degli automi (*Automatopoietikà*), opera perduta ma citata da Erone di Alessandria (I sec. d.C., profondo conoscitore anche di Euclide e di Archimede) che, nei suoi *Automata* (vv 412 sgg), ne riporta un frammento molto interessante in cui descrive uno spettacolo teatrale recitato da automi, durante il quale si vedono tra l'altro delfini nuotanti nel mare, il naufragio di una nave e un fulmine che colpendo Aiace ne procura la sparizione.

Tra i congegni meccanici più sorprendenti dell'antichità c'è, poi, la straordinaria Macchina di Anticitera, conservata nel Museo Archeologico Nazionale di Atene, il più antico calcolatore meccanico conosciuto, considerata una sorta di precursore del moderno computer, risalente secondo alcuni studi al 150/100 a.C. La macchina fu ritrovata nel 1900 grazie alla segnalazione di un gruppo di pescatori di spugne che, al largo dell'isola di Cerigotto, meglio nota come Anticitera, alla profondità di 43 m circa, scoprirono il relitto di una nave mercantile romana naufragata nel secondo quarto del I sec. a.C. e adibita al trasporto di oggetti di prestigio tra cui statue in bronzo (come l'ormai noto Efebo di Anticitera) e mar-



4. Museo Archeologico Nazionale di Atene, frammento della Macchina di Anticitera, il primo computer della storia (da [www.commons.wikimedia.org](http://www.commons.wikimedia.org))



5. Museo Archeologico Nazionale di Atene, ricostruzione della Macchina di Anticitera (da [www.commons.wikimedia.org](http://www.commons.wikimedia.org))

mi. La macchina – proveniente da quella che taluni si sono spinti a definire la "Silicon Valley" dell'antichità, ossia l'isola di Rodi – fu rinvenuta in frammenti e risultò essere un antichissimo e complesso calcolatore per il calendario solare e lunare caratterizzato da una meccanica estremamente precisa, composta da un planetario mosso da ruote dentate, utilizzato per il calcolo del sorgere del sole, delle fasi lunari, degli equinozi e anche delle date dei Giochi Olimpici.

In questa rapidissima e inevitabilmente parziale carrellata di automi dell'antichità, tra mito e realtà, non può mancare un velocissimo cenno al Golem della cultura ebraica, un gigante di argilla che poteva essere usato come servo nei lavori pesanti e come difensore del popolo ebraico dai suoi persecutori. Secondo il mito, chiunque fosse venuto a conoscenza della Cabala (l'insieme degli insegnamenti esoterici propri dell'ebraismo rabbinico, già diffusi a partire dal XII-XIII secolo), e in particolare dei poteri legati ai nomi di Dio, sarebbe stato in grado di fabbricare un golem che poteva essere poi evocato pronunciando una combinazione di lettere alfabetiche. Secondo la leggenda, nella Sinagoga Staronova nel quartiere ebraico di Praga, il rabbino Jehuda Löw avrebbe nascosto l'ultimo dei suoi golem che si troverebbe ancora lì. Il termine deriva probabilmente dalla parola ebraica *golem* che sta per "materia grezza" o "embrione", presente nel *Tanakh* (complesso di testi sacri dell'Ebraismo) per indicare la massa ancora priva di forma che gli Ebrei assimilano a Adamo prima che gli fosse infusa l'anima. In ebraico moderno "golem" si traduce robot, termine che indica una qualsiasi macchina, per lo più antropomorfa,

in grado di svolgere, più o meno indipendentemente, un lavoro al posto dell'uomo.

Il termine proviene dal ceco "robot" che significa "lavoro pesante", a sua volta derivato dall'antico slavo ecclesiastico "rabota" che sta per "servitù". L'introduzione di questo termine è attribuita convenzionalmente allo scrittore ceco Karel Čapek, il quale lo usò per la prima volta nel 1920 nel suo dramma teatrale "R.U.R. - I robot universali di Rossum" (cfr. p. 48) per definire l'operaio artificiale, come gli fu suggerito dal fratello Josef, scrittore e pittore cubista. I robot di Čapek sono infaticabili lavoratori perché non accusano la fatica, sono insensibili al dolore, obbediscono ciecamente agli ordini e il loro mantenimento è praticamente a costo zero. Ma ben presto la loro presenza diventa una minaccia per l'umanità...

Ad oggi, l'idea del robot è connessa a un qualcosa di utile, che aiuta e affianca l'uomo nel lavoro, nella vita di tutti i giorni e nelle più grandi imprese, basti pensare alla robotica medica ma anche all'esplorazione dello spazio.

Naturalmente l'obiettivo più affascinante è quello rappresentato dal progetto di ricerca sull'intelligenza artificiale che dovrebbe, in un futuro prossimo, consentire ai robot piena autonomia di movimento e di decisionalità. Un progetto ambizioso che rivoluzionerà la società umana portandola a convivere

con creature senzienti totalmente artificiali e pronte a condividere ruoli e attività sinora propri della specie umana. Come vedremo sfogliando questo numero di *Archeologi&*, al giorno d'oggi i sistemi intelligenti sono presenti in ogni campo: per esempio alcune auto sono dotate di sistemi in grado di guidarle senza l'uso di un conducente umano, quindi in maniera del tutto autonoma; nell'ambito di scenari più quotidiani

"fake" archeologici più discussi degli ultimi tempi cui vale la pena fare un cenno in questo contesto. Tutto comincia nei giorni successivi all'importante scoperta di San Casciano dei Bagni, in provincia di Siena: l'8 novembre scorso, infatti, viene data alla stampa la notizia del ritrovamento straordinario di un deposito votivo di 24 bronzetti di epoca etrusco-romana. L'evento è considerato eccezionale, non solo perché i



6. Golem: personaggio dei Pokemon. L'iconografia si ispira a una tartaruga ma il nome fa riferimento all'automa della leggenda ebraica (da [www.wiki.pokemoncentral.it/golem](http://www.wiki.pokemoncentral.it/golem))

possiamo pensare ai termostati per il riscaldamento e l'aria condizionata in grado di anticipare il cambio di temperatura, gestire i bisogni degli abitanti e di interagire con altri dispositivi.

Non mancano, però, già adesso usi da considerare quanto meno ambigui dell'intelligenza artificiale. È il caso di uno dei

reperiti archeologici sono in bronzo (e di questa epoca erano note finora per lo più statue in terracotta), ma soprattutto per il fatto che sono stati ritrovati in un contesto chiuso, integro e sigillato, un santuario obliterato nel V sec. d.C. e da allora rimasto preservato, consentendo oggi all'equipe di studiosi diretti dal prof.

Jacopo Tabolli dell'Università degli Stranieri di Siena di scavare stratigraficamente il sito e quindi di ottenere informazioni di grande rilievo scientifico. Ebbene, pochi giorni dopo questo straordinario ritrovamento, l'artista Fabrizio Ajello ha realizzato un'immagine ispirata alle statue con un programma di intelligenza artificiale – l'applicazione Al Midjourney – l'ha diffusa sul suo profilo personale facebook con l'ambigua didascalia "trovate", senza però alcun riferimento esplicito ai reperti di San Casciano, e la foto ha iniziato a circolare online diventando rapidamente virale, mescolandosi agli scatti reali e riportata anche sulla pagina fb del progetto culturale Labodif (seguita da 146.396 utenti) da cui si è diffusa con eccezionale rapidità. Il problema è che la maggioranza delle persone non sa ancora distinguere tra realtà e falso realizzato da un'intelligenza artificiale: per esempio il numero anormale di falangi che caratterizza il finto bronzo e che lo ha reso noto come "polidattilo di San Casciano" (cfr. fig. 7) ha fatto ipotizzare che la statuetta rappresentasse un fedele afflitto da una qualche malattia fisica, presenza compatibile con le finalità di un santuario termale. Ad oggi circa 6000 persone hanno ripostato questa immagine in buona fede pensando che fosse reale. Essendo il software, a detta degli esperti, molto facile da utilizzare, non si fa fatica

a immaginare che in un prossimo futuro potrebbero iniziare a diffondersi immagini falsificate indistinguibili dalla realtà, realizzate con/da intelligenza artificiale. Senza altro occorre porsi sin da ora il problema etico ragionando su come difendere la realtà da chi fa un utilizzo scorretto della tecnologia. È probabilmente per questo che, partendo dalla premessa per cui i governi devono garantire l'impiego dell'intelligenza artificiale nel massimo rispetto di principi etici, nell'aprile del 2019, l'Unione Europea ha elaborato il suo codice etico, che contiene le linee guida su utilizzo e sviluppo di sistemi di intelligenza artificiale. Il documento, che è stato predisposto da un gruppo di 52 esperti, rappresentati da informatici, ingegneri ma anche giuristi, filosofi, industriali, matematici, ha avuto un iter lungo e varie fasi di approfondimento. Il suo punto di partenza è che l'intelligenza artificiale deve avere l'uomo al centro e deve essere al servizio dell'interesse collettivo per migliorare il benessere e garantire la libertà. Per prima cosa il gruppo di esperti ha identificato le fondamenta giuridiche sulle quali il codice dovesse poggiare ricercandole nei Trattati UE, nella Carta dei Diritti e nella legge internazionale dei Diritti Umani. Da questa analisi sono stati individuati quei diritti inderogabili che, nell'Unione Europea, devo-

no essere rispettati per l'intelligenza artificiale e non solo, vale a dire: rispetto per la dignità dell'uomo; libertà dell'individuo; rispetto per la democrazia e per la giustizia; eguaglianza e non discriminazione; diritti dei cittadini.

In questo terzo numero di Archeologi& abbiamo voluto approfondire il tema dell'intelligenza artificiale anche e soprattutto nelle sue applicazioni culturali, vista la grande diffusione di queste nuove tecnologie praticamente in ogni campo. Ci siamo dunque affidati a esperti di diversi settori, a partire dai re-

ferenti della Siaed Spa, l'azienda informatica che nel 2012 ha dato vita alla Fondazione Dià Cultura e che oggi ha nell'intelligenza artificiale il suo principale ambito di ricerca e occupazione. Abbiamo poi portato l'esempio dell'applicazione della robotica alle scienze mediche grazie al progetto NeuroARTifact che vede nel sodalizio tra il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia, la "Sapienza" – Università di Roma e la Duke University la realizzazione dell'indagine sulla percezione e sugli stimoli generati dalle opere d'arte e messi al servi-

zio della riabilitazione medica. Infine un articolo su come anche l'archeologia subacquea abbia tratto enorme giovamento dal connubio con l'uso di tecnologie legate all'intelligenza artificiale. L'auspicio è che anche questo numero possa destare curiosità nei nostri lettori e desiderio di approfondimento, l'augurio è sempre quello di una buona lettura!



7. Polidattilo di San Casciano dei Bagni, immagine effettuata con intelligenza artificiale ([www.atribune.com](http://www.atribune.com))

#### Bibliografia di riferimento

- AAVV, *Enciclopedia Garzanti dell'Antichità Classica. Repertorio generale della civiltà greco-romana*, s.v. Ctesibio, Erone, Filone, Talo, Milano 2000
- R. GRAVES, *I miti greci. Dèi ed eroi in Omero*, s.v. Efesto, trad. it. E. Morpurgo (a cura di), Milano 1963
- E.M. MOORMAN, W. UITTERHOEVE, *Miti e personaggi del mondo classico*, s.v. Efesto, Pandora, trad. it. a cura di E. Talamo, Milano 1997

#### Sitografia

- F. Ajello, "L'immagine realizzata con l'Intelligenza Artificiale scambiata per un reperto archeologico", 18 novembre 2022, da [www.atribune.com](http://www.atribune.com)
- A. Carli, "I robot universali di Rossum di Karel Čapek", da [www.pangea.news](http://www.pangea.news)
- C. Palmieri, "Intelligenza Artificiale, il nuovo quadro normativo europeo", 17 agosto 2021, da [www.altalex.com](http://www.altalex.com)
- L. Tremolada, "L'Europa pubblica un codice etico

sull'intelligenza artificiale. Ecco cosa dice", 19 dicembre 2018, da [www.ilsole24ore.com](http://www.ilsole24ore.com)

"Raggi X per il marchingegno che sapeva spiegare il cosmo" da [www.repubblica.it](http://www.repubblica.it)

"Superare le frontiere della robotica" da [www.cordis.europa.eu](http://www.cordis.europa.eu)

"Golem" da [www.treccani.it](http://www.treccani.it)

# ARCHEOLOG&

STORIA, ANTROPOLOGIA, MUSEOLOGIA, ARTE  
Periodico scientifico di informazione culturale



In copertina: Antikensammlung Berlin, Kylix con Efesto nella sua fucina, attica 490-480 a.C. ca. (da [www.commons.wikimedia.org](http://www.commons.wikimedia.org))

In quarta di copertina: Museo Archeologico Nazionale Jatta a Ruvo di Puglia, particolare del cratere a volute attico a figure rosse. In primo piano l'uccisione del gigante di bronzo Talos, androide creato dal dio Efesto, sorretto dai Dioscuri (da [www.commons.wikimedia.org](http://www.commons.wikimedia.org))  
(Per le immagini di copertina si rimane a disposizione con gli aventi diritto)



Pubblicazione registrata presso il Tribunale di Roma n°67/2022 del 10 maggio 2022

**Direttrice responsabile**  
Simona Sanchirico

**Coordinamento editoriale**  
Chiara Leporati

**Redazione**  
Chiara Leporati, Giulia Resta, Simona Sanchirico, Livia Tartarone

**Impaginazione e grafica**  
Giancarlo Giovine

**Comitato scientifico**  
Silvia Aglietti (Ricerca indipendente), Luca Attenni (Museo Civico di Alatri, Museo Civico Lanuvino), Charles Bossu (Accademia Belgica), Elena Calandra (ICA - Istituto Centrale per l'Archeologia), Franco Cambi (Università degli Studi di Siena), Leonardo Guarnieri (CoopCulture), Roberto Libera (Museo Diocesano di Albano), Mariano Malavolta (già Università degli Studi di Tor Vergata), Daniele Manacorda (Università degli Studi di Roma Tre), Davide Nadali ("Sapienza" - Università di Roma), Valentino Nizzo (Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia), Ida Oggiano (National Research Council of Italy - CNR), Anna Pasqualini (già Università degli Studi di Tor Vergata), Simone Quilici (Parco Archeologico dell'Appia Antica), Christopher Smith (University of St Andrews), Marco Valenti (Università degli Studi di Siena), Giuliano Volpe (Università di Bari "Aldo Moro"), Enrico Zanini (Università degli Studi di Siena)

**Referenze fotografiche**  
Foto d'archivio privato e di Enti pubblici e privati

**Editore**  
Fondazione Dià Cultura

**Amministrazione e segreteria**  
Fondazione Dià Cultura

**Redazione: linea editoriale, progetto scientifico e veste grafica**  
Fondazione Dià Cultura

"Archeologi&. Storia, Antropologia, Museologia, Arte" è un prodotto della



**Fondazione Dià Cultura**  
Via della Magliana 65 E/H - 00166 Roma  
T. 06 66990234  
[info@diacultura.org](mailto:info@diacultura.org)  
[www.diacultura.org](http://www.diacultura.org)

**Presidente**  
Aldo Sciamanna

**Presidente onorario**  
Massimo Fabbri

**Comitato d'Onore**  
Pier Paolo Baretta; Domenica Bruno; Giovanni Bruno; Francesco Caputo Nasseti; Franco Chimenti; Rossana Ciuffetti; Enrico Cucchiani; Emmanuele F.M. Emanuele; Giuseppe Grosso; Daniela Mainini; Massimo Malagoli; Giovanni Malagò; Patrizia Molinari; Pino Nano; Laura Pellegrini; Sandro Portaccio; Giovanni Risso; Franco Sapio; Claudio Togna; Francesco Paolo Tronca

**La rivista è sostenuta da Siaed S.p.A.**  
Via della Magliana 65 E/H - 00166 Roma  
T. 06 669901  
[info@siaed.it](mailto:info@siaed.it)  
[www.siaed.it](http://www.siaed.it)

**Stampa**  
Rotostampa Group, via Tiberio Imperatore, 23 - 00145 Roma, tel. 06 5411332  
[info@rotostampa.com](mailto:info@rotostampa.com)

Finito di stampare nel mese di Dicembre 2022 © Copyright Fondazione Dià Cultura



- 1 **L'EDITORIALE  
LE MACCHINE DEGLI DEI. MITI E STORIE SULL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE**  
di Simona Sanchirico
- 8 **AI CONFINI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE: UMANIZZARE LE TECNOLOGIE**  
intervista a Marco D'Agostino a cura della Redazione
- 14 **SIAED E L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE**  
approfondimento a cura di Agostino D'Agostino
- 18 **VEDERE CON LA MENTE. IL PROGETTO NEUROARTIFACT**  
di Maurizio Forte, Vincenza Ferrara, Marco Mingione, Pierfrancesco Alaimo Di Loro, Andrea Giorgi, Stefano Menicocci, Fabio Babiloni, Marco Iosa, Carlo Della Rocca, Vittoria Lecce, Valentino Nizzo
- 30 **STORIE SOMMERSE  
COME L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE PUÒ CONTRIBUIRE ALLA RICERCA ARCHEOLOGICA SUBACQUEA**  
di Ivan Lucherini
- 42 **L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE DA LEGGERE E VEDERE  
LIBRI, CINEMA, TEATRO**  
a cura della Redazione

# AI CONFINI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE: UMANIZZARE LE TECNOLOGIE

*Intervista a Marco D'Agostino, Direttore generale (DG) della SIAED SpA, fondatrice nel 2012 della Fondazione Dià Cultura (editrice di Archeologi&)  
A cura della Redazione (R)*

**R:** Direttore, ci aiuti a fare luce su cosa è l'Intelligenza Artificiale, sulla sua storia, sulle sue potenzialità.

**DG:** Quando si parla di Intelligenza Artificiale (AI) potrebbe quasi sembrare di avvicinare un tema nuovo, contemporaneo, tanta è l'attenzione che sta suscitando oggi un po' in tutti i campi. Invece la definizione risale alla metà degli anni Cinquanta del secolo scorso ed è opera del matematico e informatico statunitense John McCarthy (cfr. approfondimento a p. 9): *"Ogni aspetto dell'apprendimento o qualsiasi altra caratteristica dell'intelligenza che può, in linea di principio, essere precisamente descritto e simulato da una macchina."*

In realtà l'interesse verso l'AI nasce ancora prima, verso la fine degli anni Quaranta, quando si cominciarono a studiare il primo neurone artificiale e i primi prototipi di reti neurali, ossia modelli matematici e informatici sviluppati per riprodurre il funzionamento dei neu-

roni biologici. L'interesse verso l'Intelligenza Artificiale cresce ulteriormente negli anni Cinquanta grazie al giovane Alan Turing (cfr. approfondimento a p. 10) che cercava di spiegare come un computer potesse comportarsi da essere umano.

Per dimostrare la sua tesi Turing effettuò un test noto come "The Imitation Game" (cfr. approfondimenti a pp. 11-12), in cui un intervistatore doveva, attraverso domande poste a due diversi interlocutori tramite una telescrivente, capire chi fosse l'essere umano e chi la macchina. Nonostante il risultato positivo del test, che dimostrò la capacità della macchina di ingannare l'interlocutore, molti dei colleghi di Turing non accettarono questa conclusione, poiché l'esito raggiunto dimostrava solo che la macchina era in grado di "imitare" l'essere umano, ma questo non la rendeva umana.

Nella sua accezione più semplice l'Intelligenza Artificiale, dunque, non è altro che un sistema o una

macchina che imita l'intelligenza dell'uomo per eseguire azioni e attività che sono in grado di migliorarsi continuamente in base alle informazioni raccolte.

**R:** Ci fa un esempio di come oggi venga utilizzata l'Intelligenza Artificiale nella nostra vita quotidiana?

**DG:** L'intelligenza artificiale si manifesta in varie forme: ne sono un esempio i famosi chatbot o gli assistenti intelligenti che analizzano informazioni provenienti da grandi quantità di dati per migliorare determinate situazioni o fornire suggerimenti all'utilizzatore.

Sono molte le persone, soprattutto tra i più giovani, che oggi conoscono e utilizzano esempi di applicazioni di AI, come gli assistenti vocali, presenti spesso anche nelle nostre abitazioni o sui nostri dispositivi mobile, come i famosi Alexa o Siri, ma ci sono anche tanti esempi meno noti che si apprestano a entrare nella nostra vita quotidiana.

Gli algoritmi intelligenti sono in grado di auto-apprendere, ci suggeriscono i prodotti da acquistare, i film o i brani musicali in base ai nostri gusti, sanno rispondere alle nostre domande, sono in grado di riconoscere una persona attraverso l'analisi del suo viso oppure, più in generale, sanno riconoscere informazioni e utilizzarle per eseguire attività.

**R:** Quindi mi sta dicendo che l'Intelligenza Artificiale è qualcosa di diverso – e se vogliamo di più grande – rispetto alle abituali tecnologie applicate alla quotidianità?

**DG:** Sì, proprio così! L'intelligenza Artificiale fornisce strumenti, processi e capacità per sfruttare al massimo la potenzialità dei dati a disposizione, quelli su cui, tra l'altro, si basano tutte le nostre scelte quotidiane.

L'evoluzione dell'AI è legata principalmente a due fattori che ne hanno assicurato lo sviluppo esponenziale negli ultimi anni: da una parte l'enorme au-

mento e immagazzinamento dei dati e dall'altro il costante e inesorabile sviluppo tecnologico dei computer.

R: Pensando all'Intelligenza Artificiale, spesso viene in mente quella che vediamo nei film, con immagini di robot con sembianze umane, completamente autonomi e in grado di conquistare il mondo...

DG: Sì e la preoccupazione generale, quella che emerge anche dai film, è che tali sistemi possano sostituire in futuro l'essere umano. Ma questo, a parer mio, non è assolutamente possibile: l'intelligenza artificiale è destinata a migliorare in modo significativo le nostre abilità e attività. Per questo motivo è una risorsa molto preziosa per le aziende ma direi soprattutto per il genere umano.

R: Abbiamo visto come l'Intelligenza Artificiale fa già, più o meno consapevolmente, parte della nostra vita quotidiana ed è ormai utilizzata da buona parte delle aziende che ne scoprono ogni giorno nuovi campi di applicazione, investendo in soluzioni sempre più utili alle normali attività...

DG: Infatti! Esistono ad oggi molteplici esempi di come l'introduzione dell'Intelligenza Artificiale nei processi aziendali abbia portato impatti positivi, automatizzando attività ripetitive e a basso valore aggiunto presenti nei processi stessi, tralasciando ad esempio gli obiettivi di efficienza, qualità e sicurezza di gestione di sistemi e informazioni aziendali. È noto che l'AI comporta una riduzione degli errori e dei tempi di evasione delle attività rispetto all'essere umano, una maggiore tempestività nella gestione delle attività assegnate, una riduzione dei

costi dei servizi erogati, nonché lo sviluppo di nuovi prodotti e opere. Siamo solo all'inizio di questa era, ma nei prossimi anni assisteremo a un vero e proprio "salto quantico" che ci porterà a utilizzare soluzioni come l'AI per beneficiare di vantaggi e garantire alle aziende il traguardo dei propri obiettivi – sempre più sfidanti – di innovazione di processo.

R: L'Italia non si posiziona tra i primi Paesi europei nell'utilizzo di tale tecnologia, anche se ormai è chiaro che l'AI sta rivoluzionando tutti i settori di mercato...



**John McCarthy**

John McCarthy (Boston, 4 settembre 1927 - Stanford, 24 ottobre 2011) è stato un informatico statunitense, vincitore del Premio Turing nel 1971 per i suoi contributi nel campo

dell'intelligenza artificiale. È stato infatti l'inventore del termine «intelligenza artificiale» nel 1955, sebbene sia più noto per aver realizzato il linguaggio LISP (List Processor: famiglia di linguaggi di programmazione con implementazioni sia compilate sia interpretate, associata nel passato ai progetti di intelligenza artificiale).

Fonte: articolo "La Repubblica" 25 ottobre 2011 "Addio a John McCarthy ideò l'intelligenza artificiale". Accesso: 25 settembre 2022

DG: Sì, è vero, ma arrivati a questo punto tutte le realtà aziendali, indipendentemente dalla loro grandezza, non possono fare altro che seguire la scia dell'innovazione tecnologica richiesta dagli utenti e dal mercato stesso.

C'è ancora tanta strada da fare prima di poter comprendere appieno l'importanza e l'applicabilità dell'AI nei processi aziendali interni, esterni e alla customer experience, ma prima di tutto bisogna scardinare il preconcetto che l'AI sottragga posti di lavoro all'uomo.

A questo proposito una caratteristica che sta emergendo come fattore abilitante per l'integrazione dell'Intelligenza Artificiale nei processi aziendali, soprattutto in questo periodo pandemico, è quello relativo alla capacità di ottimizzare i costi e garantire la continuità aziendale, fattore critico di successo la cui importanza tutti abbiamo sperimentato nell'ultimo biennio.

Contrariamente a quanto si pensi, infatti, l'Intelligenza Artificiale non è da considerare un investimento finalizzato al semplice utilizzo di tecnologie innovative, bensì si tratta di

una tecnologia da sviluppare per migliorare le interazioni con i propri clienti, analizzando i dati in modo veloce e preciso, generando "alert" su eventuali errori futuri e soprattutto automatizzando processi interni con una conseguente riduzione dei costi.

R: Nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale cosa rappresenta il Machine Learning e che importanza riveste?

DG: Il Machine Learning è la capacità di apprendimento automatico del sistema, una sottocategoria dell'Intelligenza Artificiale con la quale però spesso viene confuso anche se in

realtà indicano concetti completamente distinti.

L'Intelligenza Artificiale implica un ampio insieme di tecniche di ingegneria informatica, che vanno dall'apprendimento automatico dei sistemi (Machine Learning) all'elaborazione del linguaggio naturale (Natural Language Processing).

Il Machine Learning indica, invece, sistemi specifici in grado di migliorare la qualità delle loro prestazioni nell'eseguire determinate attività con l'aumentare dell'esperienza e dei dati raccolti.

R: Esistono ostacoli all'adozione dell'Intelligenza Artificiale?

DG: Sì e uno studio condotto dalla multinazionale Gartner ([www.gartner.com](http://www.gartner.com)), ne individua tre: il primo è legato alla ricerca e alla trasformazione delle competenze delle risorse nell'utilizzare questa tecnologia (formazione e aggiornamento continuo), il secondo consiste nel timore delle aziende di non comprendere appieno quali siano i vantaggi dell'impiego dell'AI e di non riuscire a garantire la sicurezza e la tutela dei dati e delle informazioni da essa utilizzate, e il terzo è relativo alla qualità e quantità di dati da dover gestire per poter definire un processo di Intelligenza Artificiale di successo.

R: Dunque quali sono gli elementi principali che caratterizzano dei buoni progetti di innovazione basati sull'AI?

DG: Rivestono un ruolo fondamentale senz'altro la curiosità e la fantasia, la formazione continua, l'integrazione nel team

di esperti della materia, tutti fattori determinanti nell'ottenere una soluzione di AI realmente utile e che, con il trascorrere del tempo, possa davvero prendersi carico di attività aziendali critiche.

R: La trasformazione digitale a cui stiamo assistendo negli ultimi

DG: Assolutamente sì! Si rileva infatti che oggi le organizzazioni pongono una rinnovata attenzione al rapporto con i Business Process Outsourcer (BPO), cioè con le società che forniscono servizi di Customer Management ed esternalizzazione dei processi aziendali.

L'intelligenza artificiale trova una grande applicazione in tutti quei processi, che normalmente vengono esternalizzati dalle aziende ai loro outsourcer (Business Process Outsourcing).

R: Secondo i dati del Politecnico di Milano, in Italia il 56% delle grandi imprese ha già avviato progetti di Intelligenza Artificiale, numero nettamente inferiore rispetto, ad esempio, a Francia e Germania, che arrivano a un più consistente 70%. Come si colloca Siaed in questo panorama?

DG: Siaed è una società leader nella gestione del Business Process Outsourcing e da anni svolge costantemente progetti di ricerca e sviluppo per innovare il modello di mercato del BPO, per offrire servizi alla propria clientela sempre più performanti, sia in termini di qualità che di efficienza.

Sulla base delle esperienze consolidate nei suoi 45 anni di presidio del mercato BPO nazionale, la nostra società ha intrapreso un importante percorso di innovazione per la digita-

***"Il pensiero matematico può essere considerato schematicamente come la combinazione di due abilità: intuizione e inventiva" Alan Turing***

Alan Mathison Turing (Londra, 23 giugno 1912 - Manchester, 7 giugno 1954) è stato un matematico, logico, crittografo e filosofo britannico, considerato uno dei padri dell'informatica e uno dei più grandi matematici del XX secolo. Il suo lavoro influenzò la nascita della scienza informatica, grazie alla sua formalizzazione dei concetti di algoritmo e calcolo mediante l'omonima macchina – la macchina di Turing, appunto – che a sua volta costituì un significativo passo in avanti nell'evoluzione che portò al moderno computer. Per questo contributo è solitamente considerato il padre della scienza informatica e dell'intelligenza artificiale, da lui teorizzate già negli anni Trenta del '900, e anche uno dei più brillanti crittoanalisti che operarono nel Regno Unito durante la seconda guerra mondiale.



*Alan Turing, a 16 anni, nel 1928*

Turing lavorò infatti a Bletchley Park, il principale centro di crittoanalisi del Regno Unito, dove ideò una serie di tecniche per violare e decodificare i cifrari tedeschi, incluso l'utilizzo di una macchina elettromeccanica (chiamata "Bomba") in grado di decrittare codici creati dalla macchina Enigma.

Si tolse la vita il 7 giugno 1954, due anni dopo aver subito una condanna per omosessualità.

Il 24 dicembre 2013 la regina Elisabetta II gli elargì la grazia postuma.

Fonte: [www.turingcasehistory.net](http://www.turingcasehistory.net)

anni, sempre più veloce e sempre più ambita da tutte le aziende, indipendentemente dal settore di riferimento, cambia la logica e soprattutto l'attenzione che viene riposta nella gestione e nel servizio da erogare ai propri clienti?

L'aspetto cruciale delle aziende per raggiungere obiettivi di successo e di crescita risiede in una Customer Experience soddisfacente, poiché questa costituisce l'elemento di differenziazione e vantaggio competitivo sul mercato rispetto ai propri competitor.

## "Possono le macchine pensare?" Il test di Turing

Il test di Turing è un criterio per determinare se una macchina sia in grado di esibire un comportamento intelligente. Tale criterio è stato suggerito da Alan Turing nell'articolo "Computing machinery and intelligence", apparso nel 1950 sulla rivista "Mind".

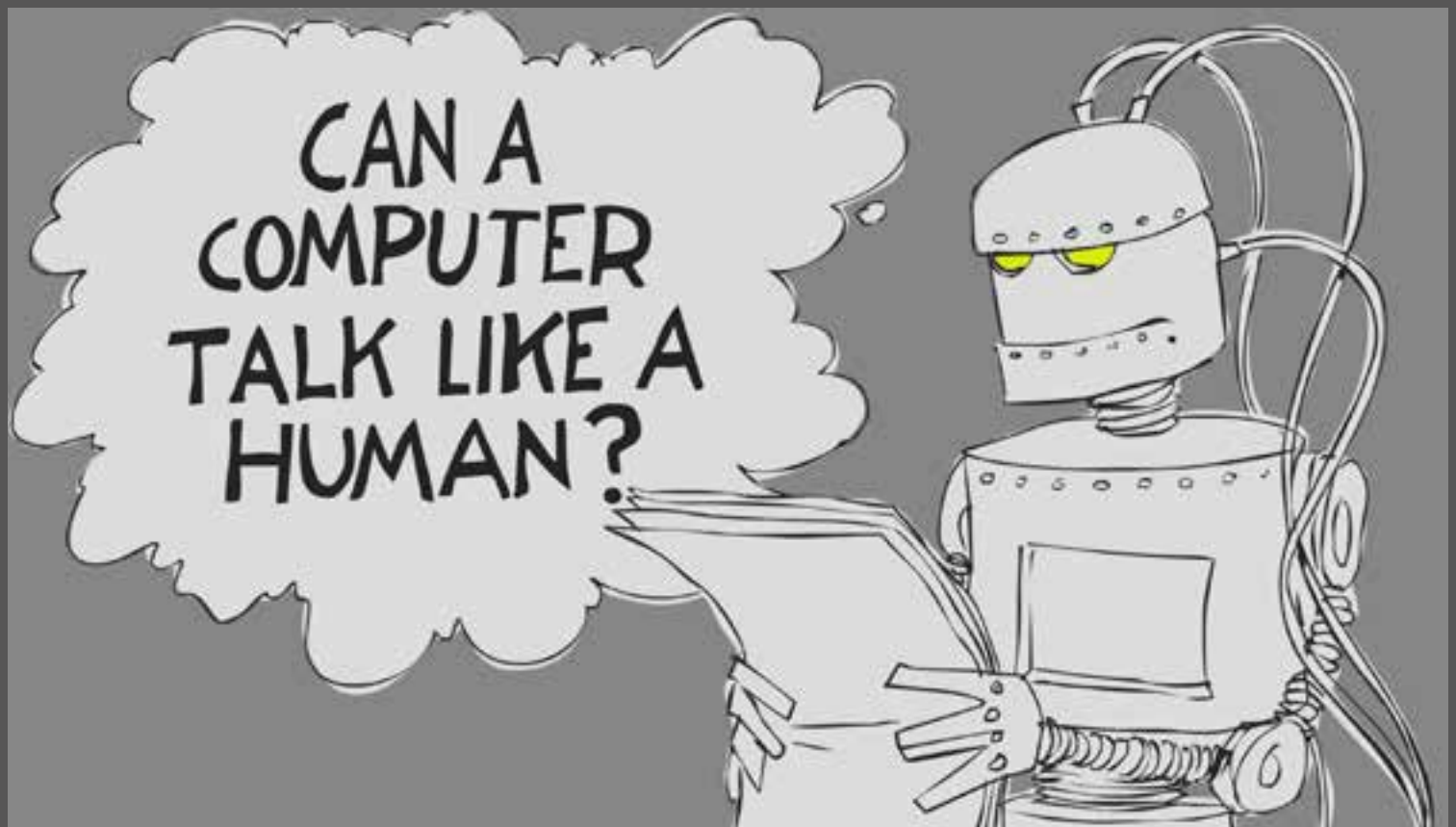
*"Possono le macchine pensare? Propongo di indagare se sia possibile per le macchine avere un comportamento intelligente. Dovremmo cominciare definendo "macchina" e "pensiero" nel loro significato più comune, ma sarebbe fuorviante. Affronterò quindi il problema in una forma che può essere descritta nei termini di un gioco, che chiameremo "il gioco dell'imitazione". Questo è giocato da tre persone, un uomo A, una donna B, e l'interrogante C. Scopo del gioco per l'interrogante è quello di determinare quale delle altre due persone sia l'uomo e quale la donna".*

Alan Turing, "Computing Machinery and Intelligence", in *Mind*, 1950

Nell'articolo Turing prende spunto da un gioco, chiamato "gioco dell'imitazione", a tre partecipanti: un uomo A, una donna B, e una terza persona C. Quest'ultima è tenuta separata dagli altri due e tramite una serie di domande deve stabilire chi sia l'uomo e chi la donna. Dal canto loro anche A e B hanno dei compiti: A deve ingannare C e portarlo a proporre un'identificazione errata, mentre B deve aiutarlo. Affinché C non possa disporre di alcun indizio (come l'analisi della grafia o della voce), le risposte alle domande di C devono essere dattiloscritte o similmente trasmesse. Il test di Turing si basa sul presupposto che una macchina si sostituisca ad A. Se la percentuale di volte in cui C indovina chi sia l'uomo e chi la donna è simile prima e dopo la sostituzione di A con la macchina, allora la macchina stessa dovrebbe essere considerata intelligente, dal momento che – in questa situazione – sarebbe indistinguibile da un essere umano.

Fonte: [www.turingcasehistory.net](http://www.turingcasehistory.net)

Su questo tema nel 2015 esce "Ex\_machina", un film scritto e diretto da Alex Garland (Londra, 26 maggio 1970). Caleb Smith, un giovane programmatore, è stato scelto attraverso un concorso per collaborare all'esecuzione del test di Turing per scoprire se Ava, la macchina umanoide dotata di intelligenza artificiale, abbia una vera intelligenza e coscienza di sé.



lizzazione dei processi esternalizzati, offrendo ai propri clienti servizi intelligenti di outsourcing basati sull'automazione di processi e attività, focalizzando l'applicazione sulla conversio-

Negli ultimi cinque anni abbiamo, tra l'altro, creato un nucleo di ricerca e sviluppo avviando progetti finalizzati all'impiego di tecnologie intelligenti mirate all'utilizzo di

e semantica del contenuto di documenti digitalizzati rappresentanti l'immagine di "moduli" generalmente utilizzati per raccogliere informazioni. A chi volesse ap-

### "The Imitation game". Il film

Tratta dalla storia vera del matematico geniale e pioniere della Intelligenza Artificiale Alan Turing, il film racconta la serrata lotta contro il tempo condotta dal criptoanalista e dalla sua squadra durante la Seconda Guerra Mondiale per decifrare il codice segreto nazista denominato "Enigma". Per quanto riguarda la storia della logica e dello sviluppo dell'intelligenza artificiale, il "test di Turing", descritto dettagliatamente nel saggio "Computing machinery and intelligence" (1950), è diventato il punto di partenza per l'elaborazione di tutte le successive teorie sulle macchine pensanti. A livello personale e biografico, il "gioco" può essere letto come espressione del sentirsi oscillare tra il maschile e il femminile, e fa presagire il tragico destino cui andrà incontro il geniale matematico in una società retrograda e bigotta, in cui l'omosessualità è ancora considerata un crimine. Nel film, infatti, Alan parla del "gioco dell'imitazione" a un poliziotto durante il suo interrogatorio quando viene accusato di omosessualità. Più tardi, nonostante il merito di essere riuscito a decifrare il codice segreto nazista, Turing viene condannato per atti osceni e punito con la castrazione chimica. Per questo il 7 giugno 1954, a 41 anni, si toglie la vita.

The Imitation Game  
USA, 2014

Regia: Morten Tyldum

Interpreti: Benedict Cumberbatch, Keira Knightley, Matthew Goode

Oscar per la Migliore Sceneggiatura non originale.

Fonte: [www.raicultura.it](http://www.raicultura.it)



ne dei documenti, sulla loro classificazione e sulla estrapolazione delle "Key Information" in essi riportate. Da qui è nato il progetto DDA (Digital Document Acquisition).

tecniche di "Machine Learning" e "Deep Learning". Queste tecniche applicate utilizzando sistemi di Computer Vision sono orientate all'interpretazione sintattica

profondire le competenze di SIAED in questo campo consiglio vivamente di leggere l'articolo che segue, curato dal nostro direttore IT.



Il Presidente della SiaeD SpA e della Fondazione Dià Cultura Aldo Sciamanna

### **SiaeD: Chi siamo**

*“Da oltre quarant’anni lavoriamo per rendere più efficiente, efficace e sostenibile l’operatività dei nostri clienti.*

*La chiave del nostro successo risiede nell’attitudine al cambiamento.*

*La misura del nostro successo si trova nel rapporto con i nostri clienti, basato su qualità, competenze, flessibilità, sicurezza e collaborazione.*

*In un mercato costruito sulla continua innovazione, abbiamo definito il nostro modello di crescita basandolo su tre direttrici fondamentali: processi, tecnologia e persone”*

#### **Sede centrale**

**Roma**

**Via della Maglianella, 65 E/H**

**+39 06.66990.1**

**+39 06.66990422**

#### **Sedi operative**

**Milano**

**Via Benigno Crespi, 57**

**Trieste**

**Via Trento, 15**

**info@siaed.it**

**www.siaed.it**



### **SIAED SpA**

Fondata nel 1977, SiaeD opera in ambito BPR (Business Process Re-engineering): l’insieme delle attività necessarie a definire, ottimizzare, monitorare e integrare i processi aziendali al fine di rendere efficace il business dell’azienda, ndr) progettando, sviluppando e implementando soluzioni volte a fornire i migliori servizi di back-office a clienti attivi nei settori finanziario, dei servizi e della pubblica amministrazione. Negli anni sono state sviluppate attivi-

tà di delivery e consulting services, soluzioni applicative e infrastrutturali avanzate, garantendo un’offerta completa che aggrega operazioni, analisi, progettazione, gestione e monitoraggio dei processi aziendali. Le sedi forniscono copertura su tutto il territorio nazionale, operando secondo la dinamica delle attività di bilanciamento al fine di garantire la business continuity fornita dai nostri due data center e da circa 260 professionisti distribuiti nelle tre sedi (Roma, Milano e Trieste).



Il Direttore Generale della SiaeD SpA  
Marco D’Agostino

# SIAED E L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Approfondimento a cura di Agostino D'Agostino, Direttore IT della SIAED SpA

SIAED, negli ultimi anni, ha promosso e ideato percorsi di ricerca finalizzati all'applicazione di metodologie di Intelligenza Artificiale ottenendo risultati scientifici comprovati da brevetti che hanno reso possibile l'efficientamento di processi produttivi sia in termini di lavorazioni per unità di tempo sia fornendo la possibilità di lavorare a ciclo continuo fino a 24 ore al giorno.

Nello specifico, essendo l'attività principale di SIAED orientata alla lavorazione di documenti bancari e assicurativi, si è posto il problema dell'interpretazione del documento digitalizzato e quindi dell'estrazione delle informazioni salienti che lo definiscono.

Le tecniche classiche di riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) operano su archivi diversi di font e pattern di immagini testuali sotto forma di modelli. Un software OCR utilizza algoritmi pattern-matching per confrontare immagini testuali, carattere per carattere, con il proprio database interno. Se il sistema abbina il testo parola per parola è chiamato riconoscimento ottico delle parole. Questa soluzione ha dei limiti perché esistono font e calligrafie infiniti e ogni singolo carattere non può essere acquisito

e archiviato nel database. I moderni sistemi OCR utilizzano la tecnologia di riconoscimento intelligente dei caratteri (ICR) per leggere i testi allo stesso modo degli esseri umani, utilizzano metodi avanzati che addestrano le macchine a comportarsi come gli umani attraverso l'utilizzo di software di Machine Learning. Un sistema di Machine Learning chiamato rete neurale analizza i testi a più livelli, processando ripetutamente l'immagine, cercando diversi attributi dell'immagine stessa, come curve, linee, intersezioni, cerchi, e combina i risultati di tutti questi livelli diversi di analisi per ottenere il risultato finale. Il sistema di riconoscimento intelligente delle parole funziona con gli stessi principi dell'ICR, ma elabora immagini di intere parole invece di pre-elaborare le immagini in caratteri, introducendo implicitamente dei vantaggi di particolare rilievo come la possibilità di ricercare un testo incrementando conseguentemente l'efficienza operativa.

Difatti, la possibilità di convertire i propri documenti esistenti e nuovi in un archivio di conoscenze interamente ricercabile offre la possibilità di elaborare i database di testo automaticamente,

utilizzando software di analisi dei dati per un'ulteriore elaborazione della conoscenza.

Il continuo miglioramento delle immagini tramite algoritmi deterministici consente, inoltre, di eliminare il disturbo dalle immagini, identificato in inglese con il termine "noise", portando sia alla possibilità di analizzare

ottimizzare le prestazioni del filtro stesso, *ndr*), teoria dei sistemi dinamici, elaborazione delle immagini, data mining (ovvero estrazione di informazioni utili da grandi quantità di dati, *ndr*), algoritmi adattivi: ciò ha consentito, attraverso metodi statistici, di migliorare la performance dell'algoritmo nell'identificare pattern nei dati.



documenti anche di bassa qualità sia all'interpretazione del loro contenuto. L'approccio seguito da SIAED è stato quello dell'implementazione di un sistema in grado di apprendere automaticamente (Machine Learning) mediante statistica computazionale, riconoscimento di pattern (ovvero di schemi o modelli, *ndr*), reti neurali artificiali, filtraggio adattivo (i filtri adattivi sono filtri digitali in cui i coefficienti del filtro vengono fatti variare nel tempo in modo da

L'evoluzione del primo progetto di Digital Document Acquisition ha portato alla realizzazione di un secondo sistema, denominato a "catena chiusa", cioè controllato dall'essere umano che passa da operatore semplice a controllore del sistema informatico, sfruttando un sistema di confidenza di quanto analizzato.

Lo strumento brevettato da SIAED e denominato "sistema intelligente e metodo operativo per l'acquisizione digitale di



documenti con calcolo di tasso di confidenza e interfacciamento su portale interattivo” rappresenta l’evoluzione tecnologica del primo progetto DDA, Digital Document Acquisition.

L’invenzione si riferisce a un sistema e a un metodo ad esso associato per la digitalizzazione di documenti con la distintiva caratteristica di impiegare tecniche e tecnologie di intelligenza artificiale al fine di garantire in primo luogo la massima efficienza operativa, il miglioramento automatico dell’output prodotto, l’extrapolazione e l’organizzazione delle informazioni rilevate in forma pratica, funzionale al calcolo del tasso di confidenza per ogni dato rilevato.



La progettazione, realizzazione e validazione del sistema ha avuto l’obiettivo sfidante di agevolare la trasformazione di tutte le lavorazioni aziendali operative, sfruttando le componenti tecnologiche intelligenti per traggare obiettivi di efficienza e di evoluzione richiesti dal mercato. Ad oggi, le tecniche di intelligenza artificiale hanno permesso di realizzare un sistema in grado di funzionare autonomamente e di simulare il comportamento della mente umana, supportato da strumenti di “Advanced Analytics” (machine learning, deep learning e reinforced learning) attraverso i quali gestire grandi volumi di dati provenienti da molteplici fonti.

Il sistema si articola in più componenti: la prima è un motore di acquisizione immagini da sorgenti multiple (scansioni, flussi digitali, etc.) implementante logiche OCR; la seconda è costituita da un portale applicativo web, atto a raccogliere i documenti e interfacciare i dati interpretati; la terza componente è un motore di post-processamento, atto a ricevere le letture del software di orchestrazione e a occuparsi della pulizia e del raffinamento dei dati; infine, l’ultima componente è quella che consente di archiviare in forma permanente i dati acquisiti ed elaborati e consta attualmente di una base dati relazionale, ma che potrà poi essere estesa a ulteriori nuove tecnologie come Datalake e Blockchain.

La soluzione realizzata da SIAED sfrutta due fondamentali tecnologie: la prima è costituita dal motore di intelligenza artificiale, basato su tecniche di computer vision, machine learning, deep learning e reinforced learning, atto ad analizzare, interpretare, classificare ed elaborare i dati contenuti in detti documenti, che implementa specifici modelli documentali ognuno definito da specifiche nozioni ed eventuali informazioni spaziali; la seconda tecnologia cardine del progetto è quella fondata sull’automazione di processo, ottenuta tramite la Robot Process Automation (RPA) e i Microservizi con funzionalità di cooperazione applicativa.

Tra gli altri componenti caratterizzanti il sistema c’è il motore di acquisizione immagini che si occupa di scannerizzare e ottenere le immagini dei documenti che vengono salvate nella raccolta dell’archivio.

Il software di orchestrazione provvede a eseguire le seguenti funzioni:

• estrarre ogni documento non lavorato dalla raccolta delle immagini archiviate nel database relazionale;

• rendere disponibile ogni documento estratto al sistema di intelligenza artificiale;

• estrarre la risposta del sistema di intelligenza artificiale nella forma di un vettore json contenente i dati letti;

• rendere disponibili i dati letti al motore di post-processamento.

Mediante il motore di post-processamento il sistema opera sui dati effettuando prima una “pulizia” generale e poi eliminando segni di interpunzione prima e dopo i testi informativi. A seguire i dati vengono controllati e le informazioni mancanti o incerte sono corrette da una pluralità di algoritmi di post-processamento. Infine, i dati processati vengono archiviati nel database relazionale sotto forma di file json revisionati.

Tutti i dati ottenuti e archiviati sul database relazionale sono accessibili tramite interfaccia WEB che rende disponibili funzionalità di ricerca di informazioni, modifica e revisione manuale dei documenti digitalizzati, produzione di report e statistiche oltre alla condivisione dei dati ottenuti.

Il prodotto SIAED produce come output almeno i seguenti dati relativi al documento acquisito:

• il tipo di documento;

• il nome del campo: identificativo dell’informazione contenuta nel campo analizzato;

• il valore del campo: identificativo del contenuto del campo analizzato;

• il tasso di confidenza attribuito a ogni valore: grandezza percentuale attribuita da sistema di intelligenza artificiale che indica il valore di attendibilità di quanto riconosciuto dal sistema intelligente.

Il sistema si avvale nello specifico di tecniche intelligenti come:

• modelli e algoritmi di rilevamento nell’ambito della computer vision,

atti al riconoscimento dei caratteri in formato machine readable e all'identificazione automatica di oggetti e concetti rilevanti presenti nelle immagini sottoposte al sistema intelligente;

- modelli e algoritmi di natural language processing (NLP) di apprendimento, una tecnica di trattamento informatico del linguaggio naturale, ampiamente utilizzata in vari campi e, nel caso del sistema intelligente, atta alla classificazione dei dati, alla loro interpretazione semantica e al miglioramento e alla correzione intelligente dei processi di acquisizione digitale dei documenti.

In particolare, sono utilizzate le seguenti comuni tecniche intelligenti:

- machine learning, atte a creare sistemi che apprendono in modo automatico e migliorano le loro prestazioni in base ai dati che utilizzano;
- deep learning, atte all'addestramento dei modelli utilizzando grandi set di dati etichettati e architetture di reti neurali in grado di apprendere le feature direttamente dai dati senza la necessità di estrarle manualmente;
- reinforced learning, atte all'addestramento di modelli di apprendimento automatico per prendere una sequenza di decisioni.

All'interno del database relazionale è archiviata, sotto forma di file json, una struttura di metadati relativa a specifici modelli documentali. Sono i modelli documentali che forniscono un termine di paragone al sistema di intelligenza artificiale per garantire che l'informazione sia interpretata al meglio.

Il sistema integra attualmente modelli documentali standardizzati su lavorazioni di back-office bancario e assicurativo, la gestione dei conti correnti, pratiche di successione, pignoramenti, gestione anomalie, gestione pagamenti, etc.

Una volta ottenuti i dati finali il sistema intelligente sfrutta le altre tecnologie automatizzate incorporate che concorrono nell'automazione del processo per i seguenti scopi:

- una piattaforma software di RPA automatizza le attività di scambio e integrazione di dati tra sistemi eterogenei e gestisce le anomalie e richieste di supporto da parte della clientela;
- una piattaforma di integrazione di sistema migra, trasforma e integra i dati tra sorgenti e destinazioni multiple.

Gli elementi e le tecnologie caratterizzanti il sistema intelligente seguono un preciso metodo operativo che si riassume nelle seguenti fasi:

- fase di ricevimento e digitalizzazione: le informazioni e i documenti, attraverso un canale telematico o cartaceo, vengono scannerizzati tramite logiche di riconoscimento ottico dei caratteri e immagazzinati nel sito web come immagini;
- fase di classificazione: il sistema di intelligenza artificiale sfrutta le tecniche di computer vision per identificare il tipo di documento digitalizzato fra le classi di documenti contenute nei modelli documentali. In caso non sia riconosciuto il documento passa alla fase di interpretazione senza identificazione della tipologia, giungendo direttamente a un operatore per la fase di learning;
- fase di interpretazione (individuazione informazioni rilevanti): tramite tecniche di NLP, appartenenti al sistema di intelligenza artificia-



le, le informazioni contenute nelle specifiche classi di documenti vengono interpretate e, di conseguenza, i dati rilevanti per il processo vengono estratti ed è assegnato un tasso di confidenza ad ogni valore interpretato;

- fase di post-processamento: tramite motore di post-processamento vengono apportate eventuali correzioni;
- fase di validazione: i documenti interpretati vengono verificati ed eventualmente revisionati da operatori addetti attraverso un'interfaccia di modifica sul portale web e memorizzati nel database relazionale;
- fase di cooperazione applicativa: i dati estratti dai documenti e interpretati vengono inseriti all'interno di portali web sfruttando funzionalità di cooperazione applicativa e interoperabilità realizzate tramite il sistema di automazione processo.

Importante caratteristica del sistema intelligente è l'assegnazione di un tasso di confidenza ad ogni valore del campo interpretato, ovvero un quantitativo percentuale che indica il valore di attendibilità di quanto riconosciuto dal sistema intelligente. Il tasso di confidenza è utile alla massimizzazione dell'output di riconoscimento, dal momento che, se viene rilevata un'informazione con un tasso di confidenza sottostante a una soglia prestabilita, essa viene supervisionata e corretta manualmente dall'operatore. Inoltre, in questo modo, il sistema di intelligenza artificiale è in grado di riconoscere l'errore di rilevamento e, di conseguenza, tramite dette tecniche di machine learning, deep learning e reinforced learning, può evitare che lo stesso errore si ripeta.



Il tasso di confidenza è inoltre caratterizzato dal fatto che viene mostrato sull'interfaccia applicativa in tre colorazioni diverse, i cui livelli di soglia possono essere personalizzati sulla base delle specifiche esigenze di lavorazione e il cui riferimento standard prevede:

- verde, se sopra il 65%
- giallo, se tra il 40% e 65%
- rosso, se inferiore al 40%

Nel caso in cui il campo sia modificato da detto operatore il tasso di confidenza viene automaticamente reimpostato dal sistema di intelligenza artificiale a un valore del 100%.

Uno degli aspetti importanti che ha condotto ai risultati ottenuti è quello che prevede la base di conoscenza che è possibile fornire al sistema per apprendere le informazioni. Di fatto l'insieme dei dati che costituiscono il "Training Set" fornito al sistema di intelligenza artificiale deve essere trattato e accurato.

Questo può essere realizzato dalla macchina stessa osservando l'ambiente circostante e, quindi, in base agli input che vengono forniti, oppure la lista degli esempi può essere fornita alla macchina da un supervisore esterno per avviare il processo di apprendimento continuo.

Nelle implementazioni, SIAED ha scelto di inserire molti esempi nell'insieme di addestramento perché ciò aumenta l'efficacia del processo di training. Questo considerando che un elevato numero di esempi  $N$  riduce la probabilità che un esempio anomalo influisca eccessivamente sull'apprendimento. Si è inoltre empiricamente verificato sui nostri esempi di laboratorio che, con un insieme di training molto grande, è improbabile che un'ipotesi anomala sia consistente ed è scartata dall'algoritmo di apprendimento.

Facendo poi tesoro dei dati presenti nei nostri sistemi già correttamente valutati e catalogati abbiamo costruito il nostro "set di test" cioè il

set dei dati di cui conosciamo il risultato di predizione e lo abbiamo usato per valutare con quanta precisione il sistema implementato fosse considerato affidabile.



L'introduzione di tecniche di Continuous Learning nel prototipo Intelligenza Artificiale SIAED ha poi condotto a un apprendimento automatico che fornisce ai computer la capacità di apprendere senza essere esplicitamente programmati dalle persone per farlo. A livello di base, il Machine Learning usa algoritmi per offrire ai computer la possibilità di apprendere dati, trovare modelli e creare output predittivi. Il problema, tuttavia, è che un modello di Machine Learning tradizionale presuppone che i dati saranno simili ai dati su cui è stato addestrato, il che non è necessariamente vero.

Il Continuous Machine Learning supportato da SIAED (CML) capovolge questo problema monitorando e riqualificando i modelli con dati aggiornati. L'obiettivo di CML è imitare la capacità di un essere uma-



no di acquisire e mettere a punto le informazioni continuamente.

Il CML è una libreria open source di integrazione continua (CI) e consegna continua (CD) per l'apprendimento automatico. In generale, può essere usato per automatizzare parti del processo di Machine Learning, come il training e la valuta-

zione dei modelli, il confronto delle prove ML nella cronologia del progetto e il monitoraggio delle modifiche nei set di dati.

Il CML opera sulla base dell'ecosistema MLOps che consente di utilizzare i propri strumenti DevOps su progetti di Machine Learning. Un esempio pratico dell'uso di CML, che molti hanno sotto gli occhi ogni giorno, è il sistema di raccomandazione della piattaforma streaming di film e serie TV Netflix, che ha una funzione "Up Next" che riproduce spettacoli simili a quelli che l'utente ha visionato di recente. Per tenere il passo con l'offerta infinita di nuovi programmi, nonché con le mutevoli preferenze e tendenze degli utenti Netflix, i dati in entrata devono essere costantemente inseriti. E il modello deve aggiornarsi continuamente per avere la capacità di consigliare spettacoli o film pertinenti.

I limiti di quello che l'intelligenza artificiale può aiutarci ad affrontare oggi oserei dire che sono quasi inesistenti e ad ogni problema che non sappiamo risolvere – perché complesso o difficile da modellare – l'intelligenza artificiale e la potenza computazionale propongono una soluzione simulando ambienti, situazioni, esperienze e generando, quindi, nuova conoscenza... e un'infinità di speculazioni filosofiche. Che, volentieri, lasciamo ai lettori!

# VEDERE CON LA MENTE

## IL PROGETTO NEUROARTIFACT

**Maurizio Forte**, Professor of Classical Studies Art, Art History, and Visual Studies at Duke University

**Vincenza Ferrara**, Direttrice Laboratorio Arte e Medical Humanities – Sapienza Università di Roma

**Marco Mingione**, Junior Assistant Professor in Statistics– Dipartimento di Scienze Politiche, Università Roma Tre

**Pierfrancesco Alaimo Di Loro**, Junior Assistant Professor in Statistics- Università LUMSA

**Andrea Giorgi**, PhD Candidate and Biosignals Data Analyst – Brainsigns Company, Sapienza Università di Roma

**Stefano Menicocci**, Neuromarketing researcher – Brainsigns Company, Sapienza Università di Roma

**Fabio Babiloni**, Professore di Fisiologia e di Neuroeconomia e Neuromarketing – Direttore del Laboratorio di Neuroscienze Industriali – Sapienza Università di Roma

**Marco Iosa**, Dipartimento di Psicologia, Università Sapienza di Roma; Responsabile SmArt Lab, IRCCS Fondazione Santa Lucia di Roma

**Carlo Della Rocca**, Preside Facoltà Farmacia e Medicina – Sapienza Università di Roma

**Vittoria Lecce**, Responsabile Servizi Educativi del Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia

**Valentino Nizzo**, Direttore del Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia



## NeuroARTifact all'ETRU

Il progetto NeuroARTifact indaga sotto diversi aspetti la percezione e gli stimoli generati dalle opere d'arte, attraverso esperienze di fruizione dal vivo e virtuali che la pandemia ci ha insegnato a non sottovalutare e rispetto alle quali il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia (ETRU) ha avuto modo di sperimentare negli ultimi anni molteplici approcci, offrendosi come "terreno" di studio e facendosi promotore di iniziative complesse e interdisciplinari come quella in discorso.

L'iniziativa presentata sinteticamente in questa sede dai suoi principali protagonisti è nata nell'ambito di un accordo di collaborazione stipulato dal Museo con la Facoltà di Farmacia e Medicina della "Sapienza" Università di Roma che ha come obiettivo la progettazione di azioni congiunte in materia di ricerca nel settore delle arti per la formazione medica e sanitaria sotto il profilo pedagogico e formativo e per la promozione del benessere in relazione alle skills for Life, e di una convenzione con il Dipartimento di Scienze dell'Antichità della medesima università. A questo si è aggiunta una importante collaborazione internazionale con la Duke University (Dig@Lab).

Dal punto di vista museale le potenzialità di NeuroARTifact sono parse molteplici e stimolanti. I risultati della ricerca possono infatti contribuire significativamente, fra l'altro, a sviluppare percorsi virtuali efficaci e a raccogliere informazioni per migliorare gli allestimenti e la loro percezione da parte dei diversi "pubblici" che accedono fisicamente al percorso espositivo. Il progetto va oltre le tradizionali indagini sulla fruizione, indubbiamente utili ma incentrate sulla rilevazione e misurazione di dati osservabili "dall'esterno", come i tempi di visita, la scelta del percorso ecc., e su informazioni raccolte con questionari. In questo caso, grazie a un'équipe

interdisciplinare, l'indagine ha interessato l'"interno" dei visitatori, misurando parametri e raccogliendo dati per molti versi ancora "inediti" legati all'esperienza neuroestetica. L'interpretazione del materiale raccolto, potendo consentire di vedere Villa Giulia con la mente dei visitatori, potrebbe contribuire a creare un allestimento che dialoghi in modo più efficace e immersivo con i nostri visitatori, con l'obiettivo ultimo di rendere il museo un luogo sempre più accessibile e inclusivo sia dal punto di vista percettivo che da quello cognitivo.

A tal fine e in modo coerente con la missione statutaria dell'istituto (D.M. 189/2018) e con i principi della Convenzione quadro del Consiglio d'Europa sul valore del patrimonio culturale per la società (Faro 2005) che ne è parte integrante, negli spazi interni ed esterni di Villa Giulia da diversi anni vengono organizzate molteplici attività rivolte alle persone con varie forme di disabilità (figg. 1-2) volte a coniugare arte e benessere (per info [www.museoetru.it](http://www.museoetru.it)). Per questo è importante sottolineare che l'analisi preliminare dei dati raccolti con il progetto NeuroARTifact sembra offrire un'ulteriore conferma al ruolo che il nostro patrimonio culturale può

e deve avere nel favorire e incentivare esperienze che abbiano come esito il benessere e la salute dei fruitori. Sebbene la nuova definizione di Museo deliberata il 24 agosto 2022, nell'ambito dell'Assemblea Generale Straordinaria di ICOM a Praga, si sia limitata a confermare la già prevista nozione di *enjoyment* (significativamente tradotta in italiano come "piacere" e non più come "diletto") senza introdurre il concetto di *wellbeing* proposto nel 2019 a Kyoto, pare evidente a chi opera nel settore che i luoghi della cultura debbano accogliere nel futuro sfide sempre più importanti, agendo come motori in grado di promuovere attivamente il pensie-

1. Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia. Lezione di DanceWell nel cortile esterno (foto ETRU - Servizi Educativi e Accessibilità)
2. Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia. Visita tematica con esplorazione tattile per persone con disabilità visiva (foto ETRU - Servizi Educativi e Accessibilità)



ro critico e di contribuire in forma il più possibile partecipata e condivisa alla crescita culturale, sociale, economica, spirituale e psico-fisica della collettività.

V.L., V.N.

## Introduzione al Progetto

Che succede quando osserviamo un artefatto? Quali implicazioni soggettive, consce e inconsce, una esperienza come questa comporta? Come definiamo un oggetto di cultura materiale "oggetto artistico"? Queste e molte altre domande sul valore simbolico e consumo mediatico dell'arte costituiscono i principi teorici e metodologici della neuroestetica, un ambito scientifico che studia appunto l'impatto estetico nel nostro cervello in situazioni empiriche, nella realtà, ma anche attraverso simulazioni, come accade nella realtà virtuale, in un meta-verso o in un game.

Nonostante la neuroestetica abbia un lungo percorso teorico e metodologico alle spalle, esperimenti in ambito archeologico e museale, a cavallo fra neuroscienze e archeologia, sono molto più rari e comportano domande di ricerca difficili a cui gli strumenti a disposizione non necessariamente rispondono in modo adeguato. È questo il caso del progetto NeuroARTifact. L'idea è quella di studiare le relazioni estetiche e performanti con artefatti riprodotti in simulazioni virtuali e in osservazioni empiriche. Questo perché la visione è una attività che coinvolge *in toto* il nostro cervello sia a livello conscio che a livello inconscio. Ad esempio sappiamo quello che ci procura piacere estetico ma non sappiamo perché o per quale motivo diventa una esperienza profondamente soggettiva. Esistono pattern universali nei processi neuroestetici? Possiamo scoprire nella neuroestetica contemporanea processi cognitivi che pre-esistevano anche in età antica, etrusca nel nostro caso?

Gli studi più avanzati nel settore del Patrimonio culturale stanno guardando con attenzione a progetti che coinvolgono le neuroscienze per la realizzazione di applicazioni multidisciplinari utili a rispondere ad alcuni quesiti per migliorare l'accesso, l'uso e il riuso degli oggetti culturali.

Il Progetto NeuroARTifact si propone di indagare l'impatto degli oggetti museali, iniziando da quelli archeologici, sulle persone in termini di coinvolgimento emotivo, di benessere, di apprendimento, di sviluppo cognitivo utilizzando analisi qualitative e strumenti tecnologici per il rilevamento di dati biometrici e neurofisiologici durante la visione di un oggetto, nel nostro caso alcuni reperti archeologici del Museo Nazionale Etrusco. Tale indagine si realizza sia al museo che in uno spazio virtuale per confrontarne i risultati.

Il Progetto di ricerca nasce nell'ambito di una collaborazione tra la Facoltà di Farmacia e Medicina di "Sapienza" Università di Roma e la Duke University con il coinvolgimento di ricercatori dei diversi Dipartimenti universitari collegati alle discipline coinvolte. Date le premesse metodologiche e le domande di ricerca vorremmo comprendere come funziona la percezione e la reazione delle aree neurali ed emotive preposte alla visione di un oggetto. Dal punto di vista strettamente museale invece, questo studio potrebbe contribuire a far comprendere come meglio esporre i reperti e come provvedere alla loro corretta contestualizzazione. Infine, tra gli obiettivi più lungimiranti, come un oggetto museale possa essere utile allo sviluppo cognitivo e all'apprendimento, alla promozione del benessere.

L'applicazione di tecniche di registrazione, con dispositivi portatili, dell'elettroencefalogramma e misurazione dell'attività corticale delle regioni frontali del cervello, e del tracciamento del movimento delle pupille con l'eyetracking hanno

comportato lo studio di nuovi protocolli di ricerca che avranno bisogno di tempo per raggiungere un livello di standardizzazione. Inoltre le risposte dei partecipanti a questionari specifici ci hanno indicato quanto la percezione dell'opera d'arte produca emozioni positive in chi la percepisce. Lo studio dell'attivazione di aree neurali specifiche può contribuire invece a comprendere meglio le reazioni a una attività correlata alla «percezione» di un'opera d'arte o di un oggetto museale.

In breve, l'osservazione neuroestetica del progetto si focalizza sulle attività performanti dei fruitori della cultura materiale in quanto processo estetico.

V.F., M.F., C.D.R

## L'identità cognitiva di un artefatto e la neuroarcheologia

Il termine neuroarcheologia è stato inizialmente coniato per definire un approccio teorico interdisciplinare allo studio cognitivo del passato e, più specificatamente, della cultura materiale. La maggior parte di questi studi si sono focalizzati soprattutto sull'antropologia della cultura materiale e, in misura minore, sulla mente che l'ha prodotta.

Nel progetto NeuroARTifact e in questo articolo ci riferiamo a una metodologia applicativa euristica che integra un approccio neuroscientifico empirico (cioè basato su strumenti di acquisizione delle attività cerebrali) a uno visuale/narrativo. L'archeologia, l'antropologia, le scienze della cultura materiale, soprattutto dagli anni '70 in poi, si sono maggiormente concentrate sugli aspetti cognitivi e narrativi degli artefatti. Da qui nasce l'idea di pensare un oggetto come processo con una identità performante e multivocale e quindi di riconsiderarlo nel suo contesto di trasformazione spazio-temporale piuttosto che descriverlo formalmente. In questa direzione un artefatto non è un semplice "prodotto" ma si profila in

una molteplicità di interazioni con l'ambiente, la società che l'ha prodotto, consumato e trasformato, i suoi interlocutori ma anche con i contesti di uso e riuso.

In breve la pura descrizione tassonomica della cultura materiale non è sufficiente a contestualizzarne l'interpretazione; quindi diventa meno importante il "che cos'è" rispetto al "come è - come è diventato", cioè al processo che costruisce una identità e una rappresentazione multivocale. È un approccio metodologico innovativo che sposta l'attenzione sull'interazione artefatto-ambiente piuttosto che sulla natura dell'oggetto stesso. Un artefatto, per usare un termine più specialistico, si interpreta attraverso le sue *affordance*, ovvero le relazioni che sviluppa con il proprio contesto originario e con altri contesti secondari. Per questo è importante studiare la performance di un oggetto in senso multivocale, lasciando all'interpretazione un ruolo più flessibile. Il valore simbolico di un oggetto si può ricostruire attraverso una simulazione contestuale e/o cercando di comprendere i due versanti della visione: cosa guardiamo/pensiamo quando osserviamo un artefatto e quale è il punto di osservazione dell'artefatto stesso. In breve, le statue "ci guardano" come noi guardiamo loro. Se ci caliamo nel punto di vista dell'artista/creatore, una statua o una rappresentazione figurati-

va non guarda nel vuoto ma si rivolge a una sua specifica audience, lì, da qualche parte nello spazio contestuale.

M.F.

### **Il progetto NeuroARTifact**

Il progetto NeuroARTifact, quindi, nasce da una domanda apparentemente semplice: che cosa succede quando osserviamo un artefatto? Cosa vuol dire osservare un processo estetico?

L'osservazione è un processo multimodale e come tale coinvolge attività senso-motorie e cognitive. Che cosa accade al cervello durante una esperienza neuroestetica è un tema molto complesso a cui questo progetto non può rispondere se non in piccola parte. Nel nostro caso abbiamo adottato un protocollo di ricerca che comprendesse: lo studio virtuale di un artefatto con caschi virtuali immersivi (HTC Vive Pro Eye); l'osservazione empirica dello stesso artefatto presso il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia; e la discussione narrativa dello stesso attraverso le VTS, strategie di pensiero visuale. Gli esperimenti in laboratorio e con caschi virtuali sono stati sempre accompagnati dalla registrazione dell'elettroencefalogramma e del tracciamento delle pupille (*eye-tracking*), questo per comparare l'osservazione con stati emotivi, attenzione, curiosità e sforzo mentale. Nelle fasi di acquisizione dei

dati, da novembre 2021 a maggio 2022, sono state coinvolte 57 persone dai 17 ai 63 anni collegate dalla scuola – un istituto agrario – all'università provenienti da corsi di studio in medicina, beni culturali, archeologia, economia, ingegneria, psicologia e statistica e in attività lavorative connesse alle discipline correlate al progetto.

La virtualizzazione di una selezione di artefatti (qui viene discusso solo il caso del Sarcofago degli Sposi) è stata preceduta dal rilievo fotogrammetrico degli stessi e dalla ottimizzazione del modello tridimensionale per l'esperienza immersiva. Un aspetto importante dell'esperimento virtuale è stata la riproduzione in scala 1:1 degli artefatti durante la simulazione digitale. Questo comporta un impatto cinestetico dell'oggetto virtuale che, attraverso il casco, acquisisce una propria ontologia digitale, la sua simulazione incarnata. In breve un simulacro virtuale è, a tutti gli effetti, un oggetto da scoprire e indagare, con tutti gli effetti positivi e negativi che questo determina. La differenza cibernetica, cioè di contenuto informativo, ed estetica fra un oggetto reale e la sua replica immersiva, richiede analisi qualitative e quantitative del nostro stato mentale e delle risposte inconsce che questa esperienza comporta.

V.F., M.F.

### **Artefatto come narrazione**

Un artefatto può assumere diversi significati e quindi può essere uno strumento per raccontare storie diverse in relazione alla sua produzione, alla sua collocazione, al suo uso, al suo significato simbolico, al contesto nel quale è inserito. Le diverse storie possono essere raccontate dall'operatore museale, dall'insegnante, da un divulgatore e possono così raggiungere diverse persone sia al museo che fuori, utilizzando le tecnologie per la realizzazione di un accesso virtuale all'oggetto. La storia può diventare un oggetto multimediale anche immersivo. Ma proprio per tale proprietà possiamo coinvolgere il visitatore reale o virtuale nella costruzione della storia attivando un processo cognitivo utile per l'apprendimento e per la promozione del benessere. Le storie potranno essere diverse in relazione alle esperienze emotive e culturali del partecipante. Nell'ambito del progetto si è pensato di inserire la possibilità di analizzare e verificare un coinvolgimento diverso e maggiore quando si utilizzano metodi pedagogici utili alla realizzazione di attività per stimolare un processo cognitivo davanti a un oggetto museale.

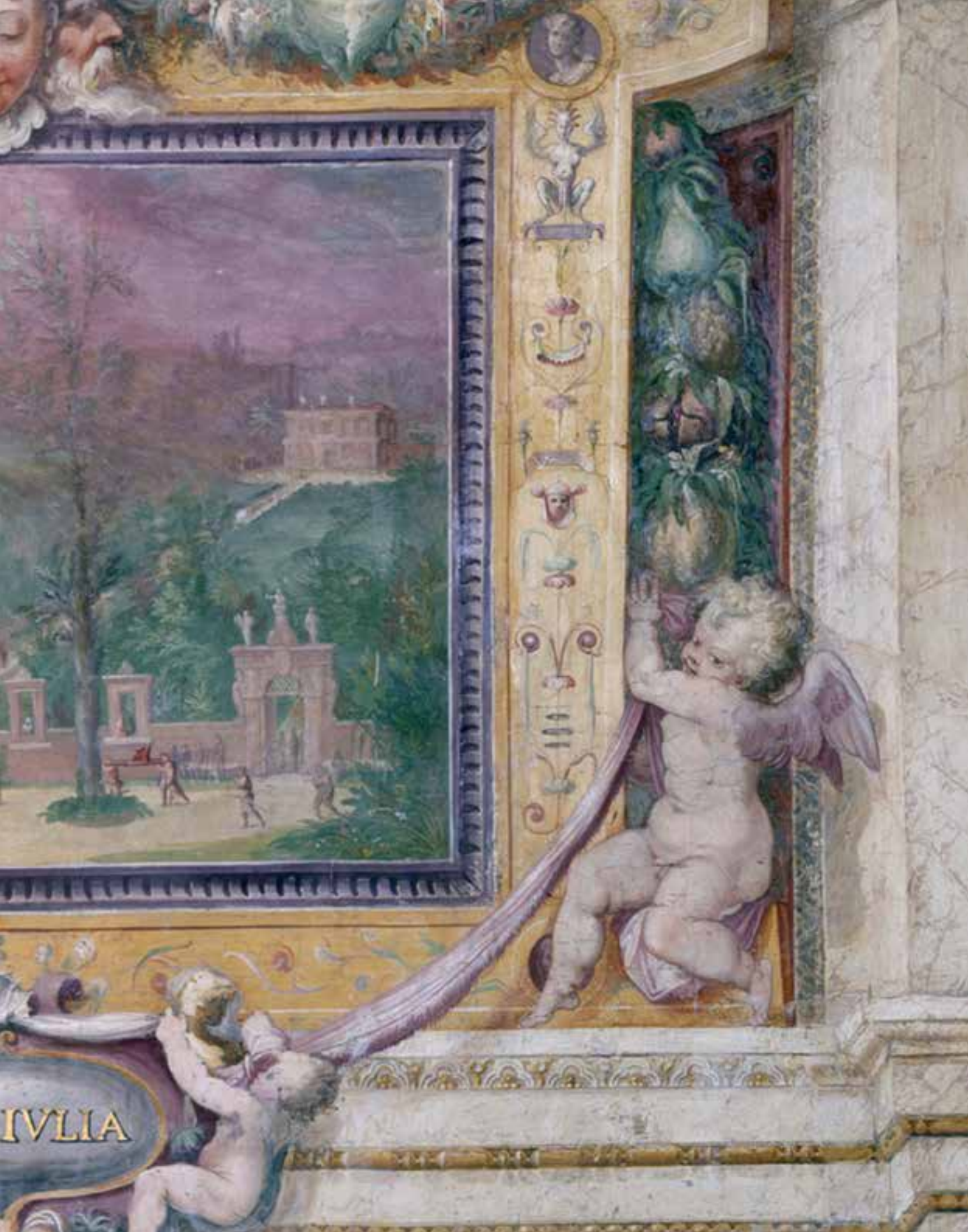
Tra i diversi metodi si sta pensando di applicare il Metodo delle Visual Thinking Strategies (VTS).

Le VTS nascono negli Stati Uniti, alla fine degli anni Ottanta, quando al



Villa Giulia, piano nobile, Sala dei Sette Colli. Particolare del fregio pittorico realizzato da Prospero Fontana, con il quadro che raffigura la Villa Giulia come ottavo colle di Roma (foto ETRU)





IVLIA

MOMA di New York si cominciarono ad analizzare le discussioni dei visitatori intorno alle opere d'arte. Una psicologa cognitivista (Abigail Housen) e il responsabile delle attività educative del museo (Philip Yanewine) strutturarono una pratica davanti alle opere d'arte utile per il coinvolgimento, l'apprendimento e il benessere dei visitatori. Alcune sperimentazioni già realizzate ci forniscono indicazioni utili per poter pensare che alcune aree neurali specifiche vengono attivate per realizzare quanto ci si propone.

L'utilizzo dell'artefatto come narrazione e come strumento per la realizzazione di pratiche artistiche può essere utile nell'ambito della riabilitazione cognitiva, neurologica ma anche per la riabilitazione motoria. Utilizzare pertanto la misurazione biometrica accanto alla rilevazione qualitativa dell'impatto di queste procedure può essere utile per comprenderne la valenza e realizzare attività nel settore della salute.

V.F.

### Il caso del Sarcofago degli Sposi

Il Sarcofago degli Sposi (530-520 a.C., fig. 3) è un artefatto etrusco che suggerisce molteplici domande di tipo socio-culturale, antropologico e archeologico e che si inseriscono in parte anche in questo studio progettuale. L'isolamento spaziale in

cui si trova nell'ambito di un museo non deve trascurare la complessità delle sue "affordance", ovvero le relazioni con il suo contesto originale, lo spazio-tempo, il linguaggio di comunicazione e mediatico della sua forma materiale. Il sarcofago non è spiegabile con una semplice tassonomia descrittiva e, nel momento in cui lo osserviamo, ci sentiamo osservati. Lo sguardo delle statue fa parte del principio comunicativo originario e si interseca con il progetto artistico e con la sua funzione simbolico-funeraria. Il sarcofago è un "medium" che dobbiamo studiare.

Il tema della ricerca neuroarcheologica in questo caso si articola in due direzioni: da una parte la fruizione/consumo estetico dell'artefatto per chi l'osserva, dall'altra la sua funzione performante di oggetto nello spazio, il suo livello di simulazione incarnata (embodiment). Sono due temi che solo apparentemente sono associabili alla contemporaneità, perché le stesse domande ricadrebbero nella stessa ricerca archeologica ed etruscologica sul valore simbolico e materiale dell'oggetto. Che cosa rappresentava per i committenti? Quale ruolo aveva nel suo contesto spaziale di riferimento: immaginario (la celebrazione della coppia in vita) e reale, il suo contesto funerario, il post-mortem. Come si può arguire, questo tipo di rappre-

sentazione si ibridizza fra scenari immaginari e usi funerari, probabilmente la riapertura della tomba per rituali legati alla memoria o a ricorrenze simboliche. In tutti questi scenari il sarcofago e gli sposi non sono un oggetto statico, ma si contraddistinguono per la loro performance in vita e dopo e attraverso canoni estetici pienamente comprensibili alla audience di riferimento, nella società a cui appartenevano.

### NeuroARTifact: eye-tracking e EEG

#### Esperimenti al Museo Nazionale Etrusco: osservazioni visuali e dati statistici

L'analisi statistica dei dati raccolti risulta di fondamentale importanza per rispondere alle domande di ricerca finora poste. In particolare, attraverso l'utilizzo di tecniche di analisi multivariata, è possibile



3. Il Sarcofago degli Sposi per visione virtuale (foto gruppo di progetto)

4. Risultato eyetracking (foto gruppo di progetto)

Per queste ragioni il progetto NeuroARTifact, sebbene operi nello studio dell'artefatto nella sua contemporaneità, non può precludersi, più a lungo termine, anche un'analisi più ambiziosa, ovvero lo studio del processo estetico alla base della sua creazione: dal concepimento alla modellazione spaziale, al suo "consumo" come oggetto simbolico.

M.F.

collegare i dati raccolti con l'eye-tracker a quelli raccolti con l'EEG per valutare: (1) quali sono le aree di maggior interesse (ROI); (2) quanto tempo spendiamo a guardare ciascuna ROI; (3) quale ROI guardiamo per prima; (4) se esistono differenze di genere o di formazione nell'esperienza estetica; (5) se siamo più emozionati quando guardiamo alcune ROI rispetto ad altre. E l'elenco potrebbe essere potenzialmente in-

finito data l'originalità del set di dati a disposizione e le possibili strade di ricerca da intraprendere.

Da una prima analisi di tutti i dati di eye-tracking disponibili si evidenzia una distribuzione uniforme delle osservazioni su tutta l'opera d'arte (no pattern specifici) all'inizio dell'esperienza, in particolare entro i primi 15 secondi; al contrario, si osserva una maggiore tendenza a concentrarsi sulle mani degli sposi verso la fine dell'esperienza.

Guardando invece alle differenze di genere, facendo riferimento a quan-

mazione storico-artistica a concentrarsi maggiormente sui volti dei due sposi.

L'attenzione si è successivamente spostata su tre aree di interesse principale: il volto della sposa, il volto dello sposo e il gruppo centrale delle mani di entrambi gli sposi. È stato calcolato il tempo speso a guardare ciascuna di queste aree e sono state in seguito valutate eventuali differenze di genere nel tempo medio di osservazione. Questa analisi ha messo in evidenza che:

(1) non ci sono differenze significative fra genere maschile e femminile nel tempo impiegato a guardare il volto dello sposo; (2) il genere femminile spende più tempo a osservare i dettagli del volto della sposa rispetto al genere maschile e rispetto alle mani degli sposi; (3) il genere maschile dedica approssimativamente lo stesso tempo a guardare le mani degli sposi e il volto della sposa.

Infine, per ciascun individuo, l'esperienza di un minuto è stata suddivisa in quattro diverse finestre ordinate di osservazione, ciascuna di 15 secondi – [0s, 15s], [15s, 30s], [30s, 45s], [45s, 60s] – e sono stati colorati i dati di eye-tracking rispetto al valore dell'indice emotivo (EI) derivato dall'EEG per valutare se, in ciascun punto, l'individuo fosse più o meno emozionato rispetto alla *baseline* (misurata prima dell'inizio dell'esperienza). Con questo metodo è possibile verificare *dove* si sta guardando *quando* si è o meno emozionati, avendo allo stesso tempo la possibilità di identificare

diversi pattern nell'esperienza: ci emozioniamo solo all'inizio o solo alla fine? Ci emozioniamo solo guardando i volti? E così via. Nella figura 4 si riporta l'esperienza di un individuo scelto a caso e si nota che l'indice emotivo è risultato inferiore al livello base durante i primi 30 secondi, mentre è cresciuto durante i restanti 30 secondi con una maggiore concentrazione di osservazioni sui corpi e sui volti degli sposi, quando emozionato.

M.M., P.AdL.

### Esperimenti al Museo Nazionale Etrusco: elettroencefalogramma

Uno degli scopi dell'indagine portata avanti dal progetto NeuroARTifact è quello di studiare la percezione dei visitatori durante l'osservazione di un reperto archeologico, il Sarcofago degli Sposi, e di confrontarla con una riproduzione in realtà virtuale. L'approccio neurocognitivo, cioè lo studio dei parametri neurofisiologici emergenti durante il processamento cognitivo ed emozionale, permette di indagare sia cosa suscita un'opera nella popolazione generale e sia di differenziare la percezione dei visitatori a seconda di vari parametri (l'età, il genere, la formazione scolastica e altro ancora). Questo approccio moderno alla percezione artistica permette di valorizzare il patrimonio artistico in funzione del visitatore che diventa così parte integrante dell'esperienza artistica. Infatti, durante questo processo il visitatore, solitamente destinatario ultimo della divulgazione artistica, viene a trovarsi coinvolto nella progettazione dell'esperienza di divulgazione stessa. In altre parole, l'andare a considerare cosa suscita, da un punto di vista sia neurofisiologico che dichiarato, un'opera artistica nel potenziale visitatore consente di valorizzare al meglio sia il processo divulgativo che, allo stesso tempo, il coinvolgimento spontaneo del pubblico.

Secondi  
10 20 30 40 50 60



to riportato nei moduli anagrafici, si osserva che il genere femminile tende a concentrarsi maggiormente sui volti dei due sposi; il genere maschile, al contrario, risulta particolarmente interessato alla mano sinistra dello sposo, ma viene spesso distratto dalla giuntura fra le due parti del sarcofago posta al centro dell'opera d'arte. Scavando ancora più a fondo nell'analisi, notiamo in realtà che, più del genere, la differenza la fa il tipo di formazione: infatti, sebbene nel campione non sia presente il genere maschile con una formazione di tipo storico-artistica, il genere femminile che non ha un background di tipo storico-artistico si comporta in maniera simile a quello maschile; è dunque il genere femminile ad avere un tipo di for-



Differentemente dagli studi classici sulla cognizione e l'arte, il cui intento è quello di identificare le aree cerebrali coinvolte nel processamento artistico, con l'approccio adottato nel progetto NeuroARTifact si vogliono indagare le dinamiche cognitive ed emozionali che hanno luogo nella mente dell'osservatore per capire quale sia la sua percezione, sia conscia che inconscia, indipendentemente dall'attivazione di specifiche aree cerebrali. Volendo misurare la percezione dei visitatori in un contesto quanto più reale possibile, l'utilizzo di dispositivi portatili e wireless risulta de-

terminante in quanto permette (1) di misurare in maniera non invasiva l'attività del sistema nervoso e (2) di farlo direttamente nel luogo dove l'arte viene solitamente percepita e cioè il museo. È stato quindi utilizzato Revive, dispositivo portatile EEG ideato e sviluppato da BrainSigns, startup del laboratorio di Neuroscienze Industriali dell'Università di Roma "Sapienza", insieme al dispositivo portatile Shimmer, in grado di misurare battito cardiaco e sudorazione (nella figura 5 si possono notare l'ambiente virtuale con la riproduzione in 3D e uno dei partecipanti che indossa i sensori

durante l'esperienza di osservazione al museo). Queste tre misure – EEG, battito cardiaco e sudorazione – permettono di valutare lo stato mentale dell'osservatore. In particolare, ci si è concentrati su:

- Carico Mentale: quantità di energie mentali richieste per svolgere un compito;
- Attenzione: allocazione di risorse mentali per il processamento di uno stimolo o l'esecuzione di un compito;
- Indice Emotivo: reazione emotiva intesa come combinazione di valenza (positiva o negativa) e intensità (debole o forte).

5. Una partecipante al progetto durante l'esperimento al Museo (foto gruppo di progetto)  
6. Rappresentazione virtuale del Sarcofago degli Sposi (foto gruppo di progetto)

Ai partecipanti è stato chiesto di osservare il sarcofago e una sua riproduzione di alta qualità tramite visore per realtà virtuale. Durante le due esperienze sono stati acquisiti i parametri cognitivi ed emozionali sopracitati, allo scopo di effettuare una comparazione tra due omenti.

Ne è emerso che il livello di attenzione è stato comparabile nelle due condizioni, mentre il livello di carico mentale, cioè l'impegno cognitivo richiesto, è risultato essere maggiore nell'osservazione in museo rispetto all'osservazione in realtà virtuale (fig. 6). Questo dato conferma quanto riportato nella letteratura riguardo al contesto in cui si apprezza un'opera d'arte: osservare o valutare un'opera d'arte in un contesto ritenuto consono e idoneo aumenta la "fluenza cognitiva", cioè la quantità di energie richieste dal compito. Tale fenomeno è motivato dall'impatto sociale del contesto in cui viene osservata l'opera e dalle norme da seguire nel museo. Oltre che impegnare maggiormente i visitatori, il museo si è mostrato anche in grado di emozionare maggiormente gli stessi. Il valore di indice emozionale è infatti risultato significativamente maggiore durante l'osservazione al museo rispetto all'osservazione in realtà virtuale. L'opera reale ha indotto una risposta emotiva più intensa e più positiva negli osservatori. I dati raccolti evidenziano

come l'esperienza estetica reale, rispetto a una sua riproduzione digitale, risulti più completa e coinvolgente sia a livello cognitivo che emotivo. I partecipanti, pur essendo ugualmente attenti durante le due esperienze, hanno infatti investito più energie nella visione dell'opera reale la quale è risultata anche più emozionante.

Questi risultati, oltre a ribadire l'unicità dell'esperienza estetica reale,



probabilmente costituita da una complessità superiore rispetto alla fedele riproduzione di un'opera, testimoniano anche come le neuroscienze cognitive possano essere fruttuosamente applicate al contesto artistico e come il pubblico possa prendere parte al processo stesso di divulgazione senza esserne solo spettatore "passivo".

A.G., S.M., F.B.

## Dalla Neuroestetica alla Neuroriabilitazione

Che l'arte possa essere usata anche nell'ambito della salute e del benessere è già noto da tempo. L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha promosso l'iniziativa "Arts and Health" per favorire i benefici dell'arte sulla promozione della salute, sulla prevenzione e gestione delle malattie, e per ottenere miglio-

o partecipa attivamente al processo creativo (disegna, suona, ne parla, ecc.). Diversi studi mostrano che riproduzioni digitali ad alta risoluzione hanno effetti del tutto simili a quelli delle opere reali; tuttavia, si è anche visto che una visita museale non si compone solo della visione dell'opera in sé ma è soprattutto un'esperienza percettiva e cognitiva, e anche motoria di esplorazione.

In quest'ottica una parte del progetto NeuroARTifact si è rivolta ai pazienti che necessitano di neuroriabilitazione: in particolare sono stati coinvolti 11 pazienti affetti da ictus cerebrale ricoverati presso l'IRCCS Fondazione Santa Lucia di Roma. Questi pazienti beneficiano di tre ore di neuroriabilitazione motoria e cognitiva al giorno, ma hanno bisogno di un ambiente stimolante per rimanere attivi e motivati per il resto delle ore di degenza. Questo aspetto è fondamentale, come sottolinearono Julie Bernhardt e colleghi già nel 2004 in un articolo dal titolo "Inactive and alone: physical activity within the first 14 days of acute stroke unit".

Nel progetto NeuroARTifact, avendo sviluppato copie digitali degli artefatti etruschi che possono essere visualizzate e persino esplorate con l'utilizzo di un caschetto di realtà virtuale, si è potuto coinvolgere i pazienti ricoverati in una visita virtuale formata da tre scenari digitali (la cui

ri outcome clinici e, nel 2019, ha pubblicato un ampio documento di revisione di oltre 3000 studi scientifici sul rapporto tra arte, benessere e salute. Questa review divide il vasto panorama di studi tra quelli rivolti alla prevenzione e quelli rivolti alla cura, mentre un'ulteriore suddivisione è tra quelli in cui il soggetto fruisce l'arte (osserva un'opera d'arte o ascolta una musica, ecc.)

sequenza è stata randomizzata tra i pazienti) derivanti dai più importanti artefatti digitali del Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia a Roma. I pazienti, una volta indossato il caschetto di realtà virtuale, hanno potuto ammirare in un ambiente virtuale che li estraniava dal contesto ospedaliero le ricostruzioni digitali 3D del Sarcofago degli Sposi e due diverse prospettive del frontone del Tempio di Pyrgi (dal basso, come al museo, o vedendolo posizionato davanti al soggetto).

I commenti dei pazienti sono stati entusiastici, avendo avuto l'opportunità di riempire la loro giornata ospedaliera con una visita, seppur virtuale, al museo. Si sono inoltre registrati, attraverso il sistema di eye tracking del caschetto di realtà virtuale, i movimenti oculari dei pazienti per poterli poi confrontare con quelli dei soggetti sani che hanno osservato le stesse opere nella stessa modalità virtuale. Tutto questo va nella direzione del cosiddetto Cultural Welfare, il benessere promosso attraverso la cultura, che può essere una strategia fondamentale in un Paese ricco di beni culturali e con una popolazione sempre più anziana come l'Italia.

M.I.

## Risultati preliminari e conclusioni

Il progetto NeuroAR-Tifact è innanzitutto un work in progress. Nonostante abbia impegnato un team di ricerca considerevole, per diversi mesi, c'è ancora moltissimo da fare sull'elaborazione e interpretazione dei dati. Alcune risposte dell'EEG e dell'eye-



tracking sono intuibili, altre non ancora; e questi esperimenti non offrono risultati binari, ma complessi, multivariati. È importante sottolineare che ci siamo avvalsi di competenze diverse con un team composto da archeologi, storici e psicologi dell'arte, statistici, neuroscienziati, scienziati cognitivi ed esperti di neuroriabilitazione. Un lavoro lungo con migrazioni di dati da piattafor-

me diverse con formati di scambio complessi. Questo nostro contributo, di taglio divulgativo, vuole essere solo una presentazione preliminare del lavoro, mentre i dati e le interpretazioni scientifiche verranno pubblicati su specifiche riviste internazionali. Occorre anche precisare che non è corretto sovrastimare queste metodologie, nonostante

la loro portata pionieristica e di innovazione; sappiamo ancora molto poco della nostra mente e spesso gli strumenti portatili a disposizione sono inadeguati o le nostre domande di ricerca mal poste. Fatta questa premessa, non c'è dubbio che i primi risultati siano di straordinario interesse e aprano prospettive di ricerca e di apprendimento finora inesplorate. In particolare modo la combina-

zione EEG-eye-tracking, sia nelle fasi di simulazione virtuale che nelle esperienze di osservazione empirica, costituisce un protocollo di lavoro nuovo su cui riflettere. Il caso di studio, il Sarcofago degli Sposi, è di eccezionale rilevanza e richiama un tema di grande attualità, ovvero il rapporto fra musei, visitatori e grandi opere.

In passato molti musei archeologici si sono fossilizzati nella ricerca spasmodica del consenso dei propri visitatori, con questionari e statistiche funzionali a comprendere il gradimento o meno delle proprie collezioni, in breve del museo. Il progetto NeuroAR-Tifact al contrario focalizza lo studio sul rapporto conscio e inconscio con gli artefatti, la loro fruizione estetica e l'apprendimento cinestetico. L'oggetto è al centro dell'indagine mentre il museo fa da sfondo e i primi risultati ottenuti possono suggerire l'impiego di questi

studi interdisciplinari in diversi settori. Iniziando da quello legato all'indagine dell'antico, attraverso l'analisi di come il patrimonio culturale viene percepito, alla realizzazione di scenari nuovi collegati alla promozione dei beni culturali che possano rispondere alle esigenze cognitive ed emotive dei visitatori, al settore dell'apprendimento studiando la reazione dei giovani e meno

giovani per la realizzazione di percorsi e attività innovative collegate all'esperienza museale, anche negli ambienti formativi. Molto importante è l'applicazione nel settore della promozione del benessere

che agevola l'accesso al patrimonio ai fini della costruzione di aree di comfort che possano limitare lo stress, fino ad arrivare all'utilizzo di tecnologie e metodologie applicate alla riabilitazione neurologica e

motoria che portino gli oggetti museali nei luoghi di cura. Per ulteriori approfondimenti [www.neuroartifact.org](http://www.neuroartifact.org).

V.F., M.F



7. Visione in virtuale del Sarcofago degli Sposi in Laboratorio (foto gruppo di progetto)

8. Misurazione eyetracking e dati biometrici dell'esperienza neuroestetica del Sarcofago degli Sposi al Museo (foto gruppo di progetto)

9. Misurazione eyetracking e dati biometrici dell'esperienza neuroestetica del Frontone di Pyrgi al Museo (foto gruppo di progetto)

10. Misurazione eyetracking e dati biometrici dell'esperienza neuroestetica del Sarcofago degli Sposi in Laboratorio (foto gruppo di progetto)

11. Il sarcofago degli Sposi (foto gruppo di progetto)

#### Bibliografia di riferimento

V. Nizzo, "Ieri, oggi e domani. I primi 130 anni del Museo nazionale etrusco di Villa Giulia tra passato, presente e futuro", in *Atti Orvieto 2019*, pp. 95-126

V. Nizzo, "Storie di Persone e di Musei al Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia", in V. Nizzo (a cura di), *Storie di Persone e di Musei: persone, storie, racconti ed esperienze dei musei civici di Lazio, Umbria e Toscana tra tutela e valorizzazione*, Roma 2019, pp. 17-61

G.M. Della Fina (a cura di), *Musei d'Etruria*. Atti del XXVI Convegno internazionale di studi sulla storia e l'archeologia dell'Etruria (Orvieto 2018), "Annali della Fondazione per il Museo C. Faina" 26, 2019

M. Forte, E. Pietroni, "The museum's mind: a genetic code for cultural exhibitions", in A. Banzi (ed.), *The Brain-Friendly Museum: Using Psychology and Neuroscience to Improve the Visitor Experience* (1st ed.), Routledge 2022 <https://doi.org/10.4324/9781003304531>

M. Forte, L. E. White, K. Straneva, S. Woytowicz, "Virtual reality and neuroarchaeology: visual perception and cognition of an archaeological excavation", in A. Banzi (ed.), *The Brain-Friendly Museum: Using Psychology and Neuroscience to Improve the Visitor Experience* (1st ed.), Routledge 2022 <https://doi.org/10.4324/9781003304531>

V. Ferrara, "The Museum and Quality of Life", in A. Banzi (ed.), *The Brain-Friendly Museum: Using Psychology and*

*Neuroscience to Improve the Visitor Experience* (1st ed.), Routledge 2022 <https://doi.org/10.4324/9781003304531>

M. Iosa, M. Aydin, C. Candelise, N. Coda, G. Morone, G. Antonucci, F. Marinozzi, F. Bini, S. Paolucci, G. Tieri, "The Michelangelo Effect: Art Improves the Performance in a Virtual Reality Task Developed for Upper Limb Neurorehabilitation", *Front Psychol.* 2021, 11:611956

An underwater photograph showing a school of small, silvery fish swimming around ancient, rusted metal shipwreck remains. The scene is set in clear blue water, with the shipwreck structures appearing as dark, textured shapes. The fish are scattered throughout the frame, some near the wreckage and others in the open water.

# STORIE SOMMERSE COME L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE PUÒ CONTRIBUIRE ALLA RICERCA ARCHEOLOGICA SUBACQUEA

Ivan Lucherini  
Archeologo indipendente

Risale al 1992 l'opera, non ancora sostituita da una riedizione riveduta e aggiornata, di A.J. Parker, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces*, che riporta il catalogo dei ritrovamenti subacquei avvenuti nel bacino del Mediterraneo, nel Mar Nero e nelle acque delle province romane entro un arco cronologico che va dalla fine del III millennio a.C. al principio del XVI sec. d.C. Sono trascorsi ormai 30 anni, e

da allora le segnalazioni su antichi relitti o giacimenti archeologici, presenti nei medesimi contesti territoriali, si sono ovviamente incrementati. A puro titolo esemplificativo si ricordano i rinvenimenti delle navi di Olbia, quelle di Pisa, Marsiglia e di Napoli; i contesti evidenziati dalle ricerche effettuate sotto l'egida del Ministero per i Beni Culturali con il progetto Archeomar (con oltre 287 siti censiti nella prima fase del progetto, nelle 4

regioni di Puglia, Basilicata, Calabria e Campania, di cui oltre 100 inediti solo nella prima fase e senza contare le ricerche effettuate in Lazio e Toscana); le 5 navi onerarie di Ventotene (balzate ai clamori della cronaca nell'estate del 2009); la scoperta dei relitti di Salina e Panarea del 2010; le numerose segnalazioni dovute alla passione e competenza dell'ing. Guido Gay, soprattutto nel Tirreno centrale e nell'arcipelago toscano.





1. Immagine d'archivio: archeologia subacquea. Il relitto di capo Mulini (Catania). Particolare delle anfore (foto S. Tirnetta. Fonte: Forma Urbis, numero 2, febbraio 2019, p. 5)

Fra i molteplici dati che si possono desumere dall'analisi del lavoro del Parker, è compresa una tabella che suddivide per gruppi, in base alla profondità di giacitura, gli oltre 1.189 relitti antichi in esso censiti (in realtà le schede informative di Parker assommano al totale di 1.259 ma in questo lavoro stiamo considerando solo le schede riferibili ai 1.189 siti nel Mediterraneo). Va ricordato che l'arco cronologico preso in esame considera solo le notizie di relitti affondati fra il 2.200 a.C. e il 1.500 d.C. Sono evidentemente esclusi i relitti appartenenti alle diverse epoche successive alla scoperta delle Americhe (evento che convenzionalmente costituisce la cesura fra la storia antica e quella moderna). La suddivisione considera i relitti giacenti su fondali da 0 a 15 metri, i relitti ritrovati nella fascia batimetrica compresa fra i 15 e i 30 metri, i relitti affondati in aree dove la profondità va dai 30 ai 60 metri e infine quelli individuati oltre tale profondità. Come si può immediatamente notare, i relitti ritrovati sulle spiagge (anche per evidenti ragioni di riutilizzo dei materiali, depredazione o rimozione ai fini della sicurezza) sono in un numero fortemente limitato rispetto alla panoramica complessiva, con una percentuale pari al 4,037% del totale censito. Analogamente, i relitti affondati oltre i 60 metri di profondità e presenti nel repertorio di Parker assommano a sole 47 unità, con una percentuale sul totale analoga al caso precedente: 3,952%. La tabella 1 evidenzia meglio di qualunque descrizione tali dati.

A.J. Parker 1992 Tabella 1 Depth and Condition elaborazione Ivan G.M. Lucherini	
Profondità	totali
A secco o nel limo	48
Poco profondo (0 – 15 metri)	336
Mezza profondità (15 – 30 metri)	166
Profondo (30 – 60 metri)	236
Molto profondo (oltre 60 metri)	47
Profondità sconosciuta	356
Totale relitti censiti	1.189

Tabella 1

Tabella 2

Dati derivanti dall'analisi delle profondità delle 1.189 schede di segnalazione per i relitti Mediterranei A.J. Parker 1992 elaborazione Ivan G.M. Lucherini	
Profondità	totali
Oltre 50 metri e fino a 60 metri	40
Oltre 60 metri e fino a 70 metri	11
Oltre 70 metri e fino a 80 metri	11
Oltre 80 metri e fino a 90 metri	4
Oltre 90 metri e fino a 100 metri	7
Oltre 100 metri e fino a 120 metri	0
Oltre 120 metri e fino a 150 metri	0
Oltre 150 metri	7
Totale	80

Il fatto che, come i relitti asciutti, quelli posti a grande profondità siano relativamente scarsi nel lavoro di Parker si giustifica ovviamente considerando che le quote operative dei subacquei ricreativi (molto spesso veri fautori delle scoperte e delle relative denunce) e quelle dei corpi specializzati subacquei delle Forze dell'ordine hanno un range di massima profondità batimetrica di -50 metri. Oltre questa soglia, fino a poco tempo fa, e prima dell'avvento della subacquea tecnica ricreativa, ci si poteva immergere solo con l'ausilio di sofisticate attrezzature e con un sistema di sicurezza complesso (ad esempio, attraverso l'utilizzo di campane batimetriche, camere iperbariche, navi appoggio dotate di gru di sollevamento per la campana, ombelicali per il trasporto verso il fondo di miscela respiratoria e dati audio e video, e altre sofisticate apparecchiature), il che lasciava di fatto tale prerogativa ai soli operatori professionali definiti di alto fondale, unitamente ai diversi interessi che muovevano tali operazioni, molto più redditizi rispetto alle finalità archeologiche di cui qui trattiamo, come le trivellazioni e la ricerca di materie prime da sfruttare ai fini industriali. Considerando appunto la quota di profondità di 50 metri come il confine della subacquea ricreativa e professionale in basso fondale si sono estrapolati in questa sede, dal totale delle schede presenti nel lavoro di Parker, tutti quei ritrovamenti o relitti giacenti a una profondità superiore ai 50 metri. I dati sono riassunti nella tabella 2.

Come si può osservare, il numero delle evidenze archeologiche diminuisce sensibilmente oltre i 60 metri fino a scomparire nella fascia di profondità compresa fra i 100 e i 150 metri, per poi riprendere con una minima consistenza (7 su un totale di 1189, pari dunque allo 0,59%) con le segnalazioni derivanti da ritrovamenti fortuiti contestuali a lavori di monitoraggio in alto fondale (in effetti le 7 schede raggruppano relitti o evidenze archeologiche posti a profondità comprese fra i 240 metri e i 2.385 metri, tali da desumere sostanzialmente che le informazioni derivino da monitoraggi del fondale eseguiti nell'ambito di progetti specifici e giustificati da esigenze diverse da quella della ricerca archeologica subacquea). Da queste osservazioni si può ricavare quindi il principio generale che – laddove la presenza diretta dell'uomo in immersione o attraverso l'uso di telecamere subacquee o sofisticati sistemi di rilevazione del fondo si è decisamente rarefatta o inesistente – altrettanto rare e sporadiche sono le segnalazioni contenute in Parker, a dimostrare una evidente lacuna di tale censimento, generata, come si può facilmente intuire, dalla mancanza di informazioni relative ai giacimenti in alto fondale. Proseguendo l'analisi del corposo lavoro di Parker nella tabella 3 sono suddivisi i relitti censiti e raggruppati per singolo Stato.

Se consideriamo questi dati e li rapportiamo alle estensioni costiere dei singoli Stati possiamo sicuramente affermare che per alcuni di essi, grazie alla comparazione dei coefficienti generati da questa elaborazione, si mette in luce un impegno di ricerca maggiore rispetto ad altri Stati dove, probabilmente, le segnalazioni sono del tutto occasionali. È possibile, inoltre, confrontare gli Stati che hanno adottato nel tempo una politica di incoraggiamento della ricerca scientifica archeologica con altri dove le segnalazioni sono note solo grazie alla sensibilità di chi ha denunciato i ritrovamenti pur non essendo operatori del settore (pescatori, subacquei sportivi, turisti e altri). Nell'elaborazione della tabella 4 si è posto a confronto, per tale ragione, il numero dei relitti segnalati per singolo Stato in rapporto all'estensione in km di costa dei singoli Stati. Ne è derivato quello che può definirsi un coefficiente di ritrovamento, enucleato in numero di relitti per ogni 10 km di costa.

Numero di relitti per ogni Stato - A.J. Parker 1992 elaborazione Ivan G.M. Lucherini	
Italia	428
Francia	282
Spagna	134
Croazia	92
Grecia	84
Turchia	63
Israele	31
Cipro	15
Malta	12
Libano	9
Bulgaria	8
Marocco	7
Belgio	7
Siria	6
Tunisia	6
Svizzera	6
Libia	6
Algeria	4
Monaco	4
Romania	3
Egitto	2
Georgia	1
Ungheria	1
Sudan	1
Ucraina	1
Montenegro	1

Tabella 3

Numero di relitti presenti ogni 10 km di coste per singolo Stato Da dati A.J. Parker 1992 ed estensioni costiere - elaborazione Ivan G.M. Lucherini			
Stato	relitti	Km costa	n° relitti ogni 10 km di costa
Italia	428	7.600	0,56
Francia	282	3.427	0,82
Spagna	134	4.964	0,27
Croazia	92	5.835	0,16
Grecia	84	13.676	0,06
Turchia	63	7.200	0,09
Israele	31	273	1,14
Cipro	15	648	0,23
Malta	12	253	0,47
Libano	9	225	0,40
Bulgaria	8	354	0,23
Marocco	7	1.835	0,04
Belgio	7	66	1,06
Libia	6	2.918	0,02
Siria	6	196	0,30
Tunisia	6	1.148	0,05
Svizzera	6	0	
Algeria	4	1.002	0,04
Monaco	4	4	10,00
Romania	3	225	0,13
Egitto	2	2.450	0,01
Georgia	1	310	0,03
Ungheria	1	0	
Sudan	1	853	0,01
Ucraina	1	2.782	0,003
Montenegro	1	199	0,05

Tabella 4

Da una prima valutazione di questi dati si può notare sicuramente la preminenza dello Stato di Israele, con la presenza di 1,14 relitti ogni 10 km di costa, e della Francia con 0,82 relitti ogni 10 km di costa; fa eccezione il Principato di Monaco per il quale si deve rilevare che l'alto coefficiente è dovuto al limitato numero di Km delle sue coste, so-

lamente 4, e in ogni caso questi relitti censiti sarebbero da sommare a quelli della Francia in quanto il monitoraggio di quel tratto di mare è affidato alle stesse Autorità francesi. Questi alti indici evidenziano come Israele e Francia siano stati – almeno fino al 1992, data della pubblicazione del rapporto di Parker – gli Stati nazionali più solerti nel

ricercare le informazioni riguardanti i relitti antichi naufragati lungo le loro coste. In effetti risale al 1966 l'istituzione, in Francia, del DRASM successivamente evoluto nel DRASM (Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines), su iniziativa del Ministero della Cultura francese, con compiti attinenti alla ricerca, tutela e catalogazione del patrimonio archeologico subacqueo. Allo scopo la nascente organizzazione venne dotata dell'*Archéonaute*, una nave dismessa della Marina Militare che, opportunamente attrezzata, ben si adattava allo scopo e al servizio richiesto. Analoghe iniziative hanno riguardato anche Israele dove nel 1972, principiava l'opera del Recanati Center for Maritime Studies, diretta emanazione dell'Università di Haifa. Oltre a scopi di ricerca, tutela e valorizzazione del patrimonio archeologico subacqueo prospiciente le coste israeliane, l'Istituto vantava come attività anche la formazione di archeologi subacquei in ambito universitario, dimostrandosi così illuminato precursore in quel campo che poi avrà un enorme sviluppo e desterà negli anni successivi un'imponente attenzione anche da parte di settori della società civile, non direttamente deputati a questo. In Italia, già da diversi anni, erano state avviate analoghe iniziative generate dalla fervida intraprendenza del Professor Nino Lamboglia: il Centro Sperimentale di Archeologia Sottomarina, istituito nel 1957 in seno all'Istituto di Studi Liguri, attrezzò infatti le navi da ricerca *Daino* e successivamente la *Cycnus* e la *Cycnulus* che condussero numerose ricerche e appoggiarono diversi scavi archeologici subacquei, mentre la stessa istituzione organizzò corsi per giovani studiosi e Congressi Internazionali; queste furono opportunità uniche di dialogo e confronto sui temi della nascente disciplina, compresi quelli relativi allo sviluppo delle metodologie di ricerca e delle tecniche subacquee. La prematura

scomparsa del professor Lamboglia per un banale incidente ebbe come conseguenza l'affievolirsi delle iniziative generate in tale direzione, che avevano coinvolto ampie schiere di volontari, iniziando a sensibilizzare la platea degli appassionati e perseguendo nel contempo gli obiettivi di valorizzazione e tutela attraverso la condivisione e la collaborazione di chi in mare ci va per passione e diletto.

Ritornando alla tabella 4, è evidente come siano caratterizzati da indici molto bassi gli Stati del Nord Africa: Egitto 0,01 relitti ogni 10 km di costa, Algeria 0,04, Libia Siria e Tunisia 0,02, Marocco 0,04 al fondo di una ipotetica classifica virtuosa a far compagnia alla Grecia 0,06 relitti (si ricorda tuttavia che la Grecia non collaborò alla ricerca di Parker per motivazioni legate alla tutela del proprio patrimonio archeologico sommerso) e alla Turchia 0,09. Questi dati dimostrano che, laddove non si è proceduto a istituire organismi deputati ad affrontare una ricerca sistematica e programmata, i ritrovamenti sono risultati scarsi e legati alla casualità, ma soprattutto al senso civico e allo scrupolo di chi si è imbattuto in quelle evidenze archeologiche, volendone segnalare la presenza alle Autorità competenti. In Italia la sensibilità di alcuni organismi legislativi ha portato nel 2004 alla nascita della pionieristica Soprintendenza del Mare della Regione Autonoma Siciliana, su impulso del compianto Prof.

Sebastiano Tusa (cfr. fig. 7) e, nel recente 2019, l'istituzione della Soprintendenza Nazionale per il Patrimonio Culturale Subacqueo del Ministero della Cultura guidata da Barbara Davidde. Ritornando alla riflessione di cui sopra e in estrema sintesi, questi dati ci sostengono nel formulare un'ipotesi di lavoro: molti relitti antichi hanno maggiori possibilità di essere scoperti solo grazie a una ricerca metodica e sistematica, mutuando ed elaborando in ambito subacqueo i concetti di indagine dall'archeologia dei paesaggi e dalle linee guida teoriche della New Archaeology.

Una puntale e sistematica ricerca (almeno considerando la piattaforma continentale), attraverso l'uso di apparecchiature pensate e realizzate per le industrie estrattive in alto fondale, ma che possono essere impiegate e senz'altro contribuire anche allo sviluppo della ricerca archeologica subacquea, consentirebbe

di annoverare fra i siti conosciuti molte più evidenze di quelle finora note, e questo solo perché mai indagate. Se poi aggiungiamo a questo concetto la possibilità di impiego delle nuove tecnologie quali l'uso degli AUV accoppiati all'intelligenza artificiale (una sorta di droni subacquei autonomi che operano in maniera programmata e senza ausilio di controllo diretto dell'uomo) otterremmo due diretti vantaggi: acquisire alle nostre conoscenze dati importanti per la ricostruzione delle vicende storiche del Mediterraneo e bassi costi di realizzazione di un progetto come questo, che fino a poco tempo fa avrebbe richiesto altissimi budget.

A supporto di questa tesi si citano come esempio i dati del progetto Archeomar: dai risultati conseguiti nella prima fase della campagna di censimento si può rilevare come nell'indagine sulle quattro

regioni italiane indagate (Puglia, Basilicata, Calabria e Campania) siano stati schedati 287 siti di rilevanza archeologica, di cui 100 inediti. Con una rapida proporzione possiamo affermare che oltre il 34% dei ritrovamenti conseguenti a quell'indagine, svolta negli anni 2004/2005, erano sino ad allora sconosciuti.

Si dispone di un'altra serie di dati significativi riguardo al potenziale target di ricerca sul numero dei relitti affondati lungo le rotte mediterranee e del Mar Nero. Grazie alla cortesia dell'Ufficio cartografico dell'Istituto Idrografico della Marina Militare, è stata acquisita una carta che riporta, per l'intera superficie del Mediterraneo e del Mar Nero, le suddivisioni batimetriche e il calcolo delle estensioni marine per singola profondità. Sono state così ricavate le percentuali statistiche di estensione per le quote batimetriche

Il bacino del Mediterraneo e Mar Nero suddivisi in kmq in rapporto alle profondità elaborazione Ivan G.M. Lucherini		
profondità	kmq	percentuali
Da 0 a 50 metri	296.245	9,69%
Da 50 a 100 metri	212.618	6,96%
Da 100 a 110 metri	30.637	1,00%
Da 110 a 120 metri	22.223	0,73%
Da 120 a 130 metri	22.056	0,72%
Da 130 a 140 metri	18.497	0,61%
Da 140 a 150 metri	18.744	0,61%
Da 0 a 150 metri	621.020	20,32%
Da 50 a 150 metri	324.775	10,63%
Totale superficie Med. e Mar Nero	3.055.700	100,00%

su cui si concentra questa indagine.

Dalla tabella 5 possiamo desumere che circa il 10% dell'intera superficie del Mediterraneo e del Mar Nero, pari a 296.245 kmq, ha una profondità da 0 a 50 metri ed è la zona di mare dove si concentra il maggior numero di segnalazioni presenti nel censimento di Parker. Le superfici di questi due mari con batimetriche da 50 a 100 metri corrispondono a 212.618 kmq, pari al 6,96% dell'intera superficie, mentre se allarghiamo il *range* operativo e di indagine, così come indicato dagli obiettivi di questa ricerca, e cerchiamo il dato da 0 a 150 metri di profondità, scopriamo che la superficie interessata è pari a 621.020 kmq ed equivale al 20,63% dell'intero insieme.

Arricchendo la tabella 5 con il numero dei relitti ritrovati alle corrispondenti profondità e dichiarati tali dal censimento di Parker, disponiamo di un importante strumento di raffronto e di analisi, che ci aiuta a comprendere come la ricerca mirata su determinate aree, di profondità nota, possa colmare una lacuna e generare una messe di evidenze di interesse archeologico da indagare.

Come si può osservare nella tabella 6, i ritrovamenti e le segnalazioni contenute nel censimento citato si condensano nelle batimetriche entro i 50 metri giacché assommano a 753 unità, mentre nelle profondità comprese fra 50 e 100

Il bacino del Mediterraneo e Mar Nero suddivisi in kmq in rapporto alle profondità e relitti presenti elaborazione Ivan G.M. Lucherini			
profondità	kmq	percentuali	n° relitti
Da 0 a 50 metri	296.245	9,69%	753
Da 50 a 100 metri	212.618	6,96%	73
Da 100 a 110 metri	30.637	1,00%	0
Da 110 a 120 metri	22.223	0,73%	0
Da 120 a 130 metri	22.056	0,72%	0
Da 130 a 140 metri	18.497	0,61%	0
Da 140 a 150 metri	18744	0,61%	0
Da 0 a 150 metri	621.020	20,32%	0
Da 50 a 150 metri	324.775	10,63%	0
Oltre 150 metri	2.434.680	79,68%	7
Totale superficie Med. e Mar Nero	3.055.700	100,00%	833

Tabella 6

metri si riducono significativamente a 73 unità. Occorre ricordare come le 7 segnalazioni evidenziate con profondità superiori a 150 metri siano in realtà poste a quote batimetriche che vanno dai 240 metri ai 2.385 metri, segno evidente

che tali *report* sono frutto di sondaggi operati da ricerche oceanografiche al servizio di indagini conoscitive che avevano scopi diversi da quelli precipui dell'archeologia subacquea. Elaborando ulteriormente tali dati, vediamo di enucleare, at-

traverso l'organizzazione di una nuova tabella, un altro coefficiente di ritrovamento corrispondente al numero di relitti per kmq, suddivisi nelle due fasce di profondità corrispondenti a quelle fino a 50 metri e a quelle dai 50 fino ai 150 metri.

Numero di relitti presenti a batimetriche differenti fino a 150 mt di profondità bacino del Mar Mediterraneo e Mar Nero elaborazione Ivan G.M. Lucherini			
	numero	kmq	1 relitto ogni
Relitti censiti a prof. 0-50 metri	753	296.245	393 kmq
Relitti censiti a prof. 50-150 metri	73	324.775	4.449 kmq

Tabella 7

A pagina 37: 2. Flottiglia di catamarani autonomi che controllano AUV sul fondo. 3. AUV autonomous underwater vehicle. 4. ROV Remotely Operated Vehicle al lavoro

La tabella 7 porta in evidenza, ancora una volta, una palese, fortissima, incongrua disparità di dati: un relitto ritrovato ogni 393 kmq di mare con profondità fino a 50 metri, contro un relitto ritrovato ogni 4.449 kmq, in un raffronto che tratta di superfici in realtà omogenee, poiché fino a 50 metri di profondità abbiamo 296.245 kmq pari al 9,69% dell'intera superficie marina mediterranea e del Mar Nero, mentre oltre i 50 e fino ai 150 metri di profondità copriamo 324.775 kmq, pari al 10,63% della stessa superficie in zone costiere che videro, in tutte le epoche di cui trattiamo, un'intensa navigazione costiera e di cabotaggio. Questo confronto ci porta alla formulazione di un concetto importante: dato atto che la navigazione in età antica era prettamente una navigazione costiera, è di fatto impossibile che in tratti di mare così vicini alla costa non ci sia una tale disparità di siti e di evidenze storico-archeologiche.

L'enorme numero di navigli che ha percorso le rotte costiere dei nostri mari e vi ha trovato cattiva fortuna, in un arco cronologico così ampio (compreso almeno dal volgere del III millennio a.C. a tutta l'età medievale compresa), ci induce ad affermare, con ottime probabilità di cogliere nel segno, quanto segue: se fino a 50 metri di profondità sono state segnalate

753 evidenze archeologiche subacquee, almeno altrettanti siti e scafi affondati sono sepolti dall'oblio indotto da quella batimetria che li ha resi finora inaccessibili all'uomo che operi con i modesti mezzi messi ad oggi a disposizione della ricerca archeologica subacquea. Ora questo limite può essere ragionevolmente

superato, offrendo la concreta possibilità a importanti, e finora impensabili, traguardi della ricerca.

Oggi con l'istituzione della Soprintendenza Nazionale per il Patrimonio Archeologico Subacqueo e la puntuale applicazione dei disposti del Codice degli Appalti (che prevede l'esecuzione di indagini ar-



cheologiche in lavori pubblici che impattano con i fondali marini nella possibilità che l'opera in progettazione possa interferire con stratigrafie sommerse di interesse culturale come la posa di cavidotti, condotte fognarie o condutture per il trasporto dei gas), le segnalazioni di relitti sommersi a grandi profondità

stanno sensibilmente aumentando, almeno nella fascia costiera di 12 miglia delle acque territoriali dello Stato Italiano. Le ricerche che stanno portando queste segnalazioni sono il risultato di indagini effettuate con strumenti come i R.O.V. (Remotely Operated Vehicle), una sorta di mini sommergibili dotati di telecamere e/o altra strumentazione tecnica come Side Scan Sonar, Sub Bottom Profile, bracci meccanici, che possono operare a profondità anche considerevoli, con un controllo diretto dell'uomo, effettuato dalla superficie e attraverso ombelicali che trasportano verso il fondo dalla superficie dell'energia necessaria al moto del R.O.V., dei comandi che la regia in superficie invia al mezzo per seguire le rotte scelte dall'operatore, delle immagini (dal fondo alla superficie) dei dati delle scansioni che vengono acquisite e riportate in tempo reale in superficie per le valutazioni conseguenti. Tuttavia questa tecnologia appare ancora molto onerosa dal punto di vista economico. Necessita di una nave appoggio di superficie e di equipaggio di navigazione e per il controllo del veicolo. Da qualche anno la ricerca e l'evoluzione tecnologica hanno reso possibile affiancare al lavoro dei R.O.V. gli A.U.V. (Autonomous Underwater Vehicle) veicoli sommergibili auto-

nomi, non vincolati alla superficie da cavi o ombelicali, capaci di interagire fra loro per gli obiettivi della missione: raccogliere dati dal fondo o sotto di esso.

Da circa 10 anni in Italia la ricerca sviluppata sugli A.U.V. per snellire e rendere economicamente interessanti queste ricerche (che non

sono pensate per l'archeologia o quanto meno non solo per l'archeologia ma per ambiti diversi come la ricerca di giacimenti naturali da sfruttare o ricerche oceanografiche, geologiche, ecc.) ha avuto un impulso importante. Nel 2013 l'I.S.T.I. Istituto di Scienze e Tecnologie dell'Informazione del Cnr di Pisa ha presentato Thesaurus, acronimo di "Tecniche per l'esplorazione sottomarina archeologica mediante l'utilizzo di robot autonomi in sciami", un progetto dedicato alla rilevazione, al censimento e al monitoraggio di siti archeologici sottomarini, di relitti e di reperti isolati sommersi, fino a trecento metri di profondità. Il progetto condotto in collaborazione con i dipartimenti di Ingegneria industriale e di Ingegneria dell'informazione dell'Università di Firenze, il Centro "Enrico Piaggio" dell'Università di Pisa e la Scuola Normale Superiore, si è occupato dell'acquisizione ed elaborazione delle immagini ottiche e sonore per la ricostruzione tridimensionale dei siti archeologici sommersi. Questo ha consentito agli archeologi la navigazione virtuale dei siti stessi e ha inoltre realizzato un database dei relitti e dei siti archeologici sommersi, uno dei più completi mai realizzati per le acque dell'Arcipelago Toscano. In campo tre A.U.V. leggeri, autonomi e a basso costo, capaci, dialogando fra loro, di localizzare elementi d'interesse archeologico e classificarli in maniera preliminare e autonoma, ma anche di integrare insieme per esplorare vaste aree, adattando di volta in volta la missione ai dati rilevati, analizzati in tempo reale dai software di bordo e comunicati all'intera squadra attraverso una rete acustica locale. Di questo lavoro è stato realizzato un documentario dal titolo: "Progetto Thesaurus, un robot a caccia di

relitti" che racconta la realizzazione, il collaudo e le rilevazioni fatte dalla flotta dei tre robot subacquei nelle acque toscane del Tirreno, seguendo le rotte di navigazione del mondo antico. Il documentario, realizzato nel 2014 a cura di Walter Daviddi, è stato premiato al Rome Docscient Festival.

A fine 2018 il Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Firenze con la spin-off MDM Team ha presentato Zeno, un drone acquatico autonomo realizzato



5. ROV controllato dalla superficie  
6. ROV prima della missione



dall'Ateneo fiorentino e sviluppato appositamente per ricerche di archeologia subacquea. Può lavorare fino a 100 metri di profondità ed è stato sviluppato nell'ambito del progetto europeo Archeosub (cofinanziato dal programma Blue Labs dell'Agenzia EASME).

Il primo gennaio 2019 ha preso avvio il primo progetto europeo dell'Istituto Centrale per l'Archeologia (ICA) dedicato alla ricerca archeologica subacquea e allo sviluppo di tecnologie innovative ad essa colle-

gate. Il progetto, denominato "DiveSafe: Integrated system for scientific and environmental underwater surveys, with advanced health & safety features", è stato finanziato dalla Comunità Europea con il bando EASME/EMFF/2017/1.2.1.12 – "Sustainable Blue Economy" Strand-1: Demonstration projects.

DiveSafe è stato coordinato dalla società greca Atlantis Consulting (Kalamakidis Grigorios, Managing Director) e ha visto, tra i partner, l'Istituto Centrale per l'Archeologia del Ministero della Cultura con la Dott.ssa Elena Calandra e con la Dott.ssa Barbara Davidde (dal 2021 alla direzione della Soprintendenza Nazionale per il Patrimonio Subacqueo).

Scopo principale di DiveSafe è stato quello di integrare le tecnologie più innovative presenti ora nel mercato per sviluppare e produrre un veicolo subacqueo multi accessorizzato che permette ai ricercatori subacquei (archeologi, biologi, geologi ecc.) di condurre prospezioni subacquee e recuperi, in basso fondale, realizzando contemporaneamente monitoraggi ambientali, campionamenti e immagini e video georiferiti. Il veicolo subacqueo di DiveSafe è capace di misurare i parametri ambientali; gestisce, affiancando l'archeologo subacqueo in immersione, tutti i dati raccolti dall'operatore nel

corso della prospezione (fotografie, video, rilievi) e le informazioni più strettamente legate all'immersione (profondità, livello dell'aria nelle bombole, parametri fisici del subacqueo ecc.); controlla la posizione di tutti gli operatori subacquei attraverso un sistema acustico che permette ad ognuno di essi di conoscere la sua posizione in riferimento a quella dei suoi compagni di immersione e di comunicare con questi e con la superficie; monitorizza alcuni parametri fisiologici de-



gli operatori durante l'immersione e immagazzina tutti i dati rilevati in un server remoto che ospita il cloud database con la documentazione raccolta dagli operatori nel corso dell'attività subacquea.

Nel 2021 è partito il progetto di ricerca LAHKE (LAke Heritage Knowledge and Exploration) curato da ENEA e altri partner nell'ambito dell'Avviso pubblico del Distretto Tecnologico per le Nuove Tecnologie Applicate ai Beni e alle Attività Culturali (DTC). ENEA partecipa al progetto della durata di 18 mesi con il Laboratorio di Robotica e Intelligenza Artificiale (RIA) della Divisione Smart Energy (TERIN-SEN), situato presso il Centro Ricerche di Casaccia, S. Maria di Galeria (RM). Il laboratorio RIA dell'Enea è coordinatore della rete dei laboratori del DTC R4 "Internet-of-things, robotica, intelligenza artificiale applicata alla cura e valorizzazione dei beni culturali". Il laboratorio è da molti anni impegnato in progetti di robotica applicata ai beni culturali che hanno ricadute anche in altri settori tecnologici. Il Progetto ha l'obiettivo di trasferire tecnologie avanzate di robotica e sensoristica alla ricerca archeologica in acque interne e marine per mezzo di strumenti di indagine normalmente usati su robot subacquei avanzati. Altro obiettivo è sviluppare una documentazione di tipo multimediale riguardante un sito archeologico di grande valore

storico noto con il nome di sito della Marmotta (Lago di Bracciano), ricco di testimonianze sulle popolazioni preistoriche che l'hanno abitato e solo parzialmente acquisite.

L'I.S.M.E (Interuniversity Center of Integrated Systems for the Marine Environment), Istituto diretto dal Prof. Giovanni Indiveri dell'Università di Genova, fondato nel 1999 con l'obiettivo di supportare le attività di ricerca nei settori delle tecnologie marine e dell'ingegneria oceanica, raggruppa i migliori ricercatori uni-



7. Sebastiano Tusa (1952 - 2019), prima di un'immersione in Cirenaica nel 2008, con l'amico e collega Claudio Mocchegiani Carpano (1942 - 2018) (Fonte: Forma Urbis, numero 2, febbraio 2019)

versitari che si occupano di ricerca sottomarina. Partner attuali sono le Università di Genova, Salento, Pisa, Politecnico delle Marche, Cassino e Lazio Meridionale, Bologna, Roma "Sapienza", Calabria, Firenze. I principali obiettivi si raggruppano sui seguenti temi: acustica subacquea, comunicazione e networking; energie rinnovabili; modellazione e simulazione. L'ISME è coinvolto nello sviluppo di dispositivi di comunicazione e localizzazione acustica subacquei. Negli ultimi anni lo sviluppo del

primo modem acustico a basso costo è avvenuto nel Dipartimento DIMES, dell'Università della Calabria, con l'obiettivo di offrire una piattaforma hardware/software aperta per lo sviluppo di applicazioni subacquee di controllo, comunicazione e localizzazione. La ricerca sta proseguendo ora su nuove e più concrete tecniche di modulazione, sull'aggiunta di ulteriori capacità di range e protocolli di rete. Uno dei progetti seguiti da I.S.M.E. è WiMUST (Widely scalable Mobile Underwater Sonar

Technology) che ha l'obiettivo di concepire, progettare e ingegnerizzare un sistema acustico subacqueo intelligente, gestibile, distribuito e riconfigurabile che potrebbe migliorare drasticamente l'efficacia delle metodologie utilizzate per eseguire indagini acustiche geofisiche e geotecniche in mare. La nuova caratteristica chiave del sistema WiMUST consiste nell'uso di un team di robot marini autonomi cooperativi, che agiscono come nodi intelligenti di rilevamento e comunicazione di

una rete acustica mobile riconfigurabile. Recenti sviluppi hanno dimostrato che esiste un vasto potenziale per gruppi di robot marini che agiscono in cooperazione per migliorare significativamente i metodi disponibili per l'esplorazione e lo sfruttamento degli oceani. Nel progetto il rilevamento della riflessione sismica viene eseguito da steamer di idrofoni trainati da unità di superficie (catamarani anch'essi autonomi) che acquisiscono segnali acustici riflessi generati da sorgenti acustiche (installate sui catamarani). In questo contesto, le indagini geotecniche per applicazioni civili e commerciali consentono la caratterizzazione dei fondali marini indagando anche per alcune migliaia di metri al di sotto di questi. La base dell'idea progettuale di WiMUST è quella di sviluppare sistemi avanzati di controllo/navigazione cooperativi e in rete per consentire a un gran numero (decine) di robot marini (sia in superficie che sommersi) di interagire fra loro in maniera autonoma condividendo le informazioni. I progetti di robotizzazione delle esplorazioni subacquee offrono numerosi vantaggi, quali la precisione delle misure, l'elevata velocità di esplorazione e costi ridotti rispetto a quello delle tecnologie tradizionali. Ma le nuove prospettive della ricerca archeologica subacquea non si fermano qui. Sempre più la comunità che si occupa

dello sviluppo ingegneristico della robotica – grazie allo sviluppo di software di intelligenza artificiale che coordinino, senza l'apporto umano, le azioni di ricerca sulla base di progetti definiti, l'acquisizione e il trattamento dei dati, le scelte operative e le conseguenti modalità di prosecuzione della ricerca, basate su dati acquisiti – ci pone la prospettiva della imminente possibilità che l'enorme patrimonio culturale sommerso e non ancora in-

dividuato possa essere rintracciato e conosciuto con campagne sostenibili dal punto di vista economico. Come negli anni del Secondo dopo Guerra, lo sviluppo della subacquea ricreativa è stato possibile mutuando le esperienze delle attività subacquee militari, rendendo possibile l'aumento considerevole dei rinvenimenti del nostro patrimonio culturale sommerso, così oggi la ricerca scientifica che sviluppa nuovi metodi di indagine subacquea, finalizzata ad

attività estrattive e di sfruttamento delle risorse celate dai fondali del mare, porterà presto alla determinazione (perché la possibilità esiste già) di mappare tutti i fondali del *Mare Nostrum* per avere finalmente il censimento completo di tutte le evidenze archeologiche e, con queste, la possibilità di approfondire la conoscenza sul nostro passato, che è essa stessa un patrimonio inalienabile dell'umanità.



Nota: un grazie particolare va riconosciuto alla disponibilità di Walter Daviddi per i preziosi consigli iniziali; Alessandro Ridolfi, ricercatore dell'Università di Firenze occupato nel progetto Arrow e Archeosub; ma

soprattutto a Giovanni Indiveri, docente dell'Università di Genova e coordinatore del DIBRIS Dipartimento di informatica, bioingegneria, robotica e sistemi ingegneristici, Direttore di I.S.M.E., per la sua dispo-

nibilità, simpatia e cortesia con le quali ha fornito le basi di conoscenza senza cui questo articolo non avrebbe avuto vita.

#### Bibliografia essenziale

- A.J. PARKER, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces*, Oxford (BAR International, Series 580) 1992  
A. CAMILLI, A. DE LAURENZI, E. SETARI (a cura di), *Pisa: un viaggio nel mare dell'antichità*, Milano 2006  
R. PETRIAGGI, B. DAVIDDE, *Archeologia sott'acqua: teoria e pratica*, Pisa-Siena 2007

- N. LAMBOGLIA, "Lo stato attuale dell'archeologia sottomarina in Italia", in *Atti del II Congresso Internazionale di Archeologia sottomarina* (Albenga 1958), Bordighera 1961  
N. LAMBOGLIA, "Ricerche e scoperte di archeologia sottomarina in Liguria dal 1959 al 1961", in *Atti del III Congresso Internazionale di Archeologia sottomarina* (Barcellona 1961), Bordighera 1971

#### Sitografia

- [www.archeosub.eu/index.php/it/](http://www.archeosub.eu/index.php/it/)  
[www.arrowsproject.eu/](http://www.arrowsproject.eu/)  
[www.wimust.eu/](http://www.wimust.eu/)  
[www.cordis.europa.eu](http://www.cordis.europa.eu)  
[www.eu-robust.eu/](http://www.eu-robust.eu/)  
[www.dexrov.eu/](http://www.dexrov.eu/)

8. Immagine d'archivio: archeologia subacquea. Il relitto di capo Mulini (Catania). Particolare (foto S. Tirnetta. Fonte: Forma Urbis, numero 2, febbraio 2019, p. 11)



# L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

## DA LEGGERE E VEDERE

A cura della Redazione

### **L'intelligenza artificiale nei libri**

Inizialmente è stata la fantascienza ad affrontare le tematiche delle intelligenze artificiali e del momento in cui il progresso tecnologico avrebbe superato le abilità di comprensione e previsione dell'essere umano. Ma è stato Samuel Butler con "Erewhon" (1872) ad anticipare un mondo molto simile a quello odierno trattando il tema delle macchine intelligenti. Da allora la letteratura – così come il cinema – si è cimentata nella trattazione della questione da numerosi punti di vista.

Ecco alcuni suggerimenti di lettura pensati per questa grande rivoluzione tecnologica in atto, che sta cambiando il mondo e, probabilmente, anche noi esseri umani.

#### **Erewhon**

di Samuel Butler

Pubblicato nel 1872, "Erewhon", anagramma di Nowhere, è una terra solo apparentemente utopica. La realtà, infatti, è che qui la malattia è considerata un crimine tanto che le persone malate vengono processate o rinchiuso in prigione. I criminali sono assistiti dai "raddrizzatori", sorta di medici a domicilio, e i giovani frequentano le scuole dell'Irragionevolezza in cui apprendono la lingua ipotetica.

Un romanzo sorprendente per la lungimiranza con cui l'autore descrive il futuro di una civiltà tecnologica che è divenuto per noi già attuale.

#### **Io, Robot**

di Isaac Asimov

La celebre antologia del 1950 raccoglie i racconti più significativi che

il famoso scrittore di fantascienza ha dedicato ai robot. È proprio in questo libro che Asimov detta le tre Leggi della robotica\* che regolano il comportamento delle "macchine pensanti" e che da allora in poi sono alla base di tutta la letteratura del genere. Le storie sono scritte in modo da essere ognuna indipendente dalle altre e hanno un tema che conduce all'interazione fra il genere umano, i robot e la morale, e combinati insieme forniscono un'ampia visione dell'opera di Asimov sulla robotica.

*\*Prima legge:* un robot non può recar danno a un essere umano né può permettere che, a causa del suo mancato intervento, un essere umano riceva danno.

*Seconda legge:* un robot deve obbedire agli ordini impartiti dagli esseri umani, purché tali ordini non vadano in contrasto alla Prima Legge.

*Terza legge:* un robot deve proteggere la propria esistenza, purché la salvaguardia di essa non contrasti con la Prima o con la Seconda Legge.

#### **Ma gli androidi sognano pecore elettriche?**

di Philip K. Dick

Celebre romanzo di fantascienza scritto da Philip Dick nel 1968.

Siamo a San Francisco, è il 1992. La Terra, devastata dalle guerre nucleari, è divenuta un luogo inospitale e la maggior parte degli esseri umani è emigrata nelle colonie esterne. Un gran numero di specie animali si è estinta e possedere un animale

domestico vivente è divenuto uno *status symbol* molto ambito. Così come tanti altri anche Rick Deckard, il cacciatore di taglie della polizia di San Francisco e protagonista del romanzo, non può permettersene uno vero ma solo un simulacro robotico: la pecora elettrica. L'umanità, infatti, vive affiancata da diversi modelli di robot e da androidi identici agli esseri umani, come i Nexus-6. Scopo di Rick è quello di individuare e



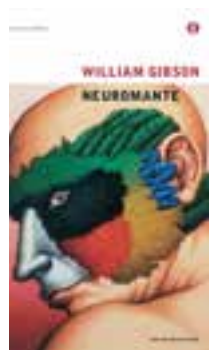
"congedare" sei esemplari di questi replicanti che sono scappati al controllo. Il protagonista avrà, dunque, modo di confrontarsi con loro e dovrà cercare di comprendere le ragioni che li hanno spinti a tale azione. Dal romanzo è stato tratto il celebre film "Blade Runner" di Ridley Scott (1982).

#### **Neuromante**

di William Gibson

Pubblicato nel 1984 e divenuto in breve un vero e proprio romanzo di culto, "Neuromante" è l'opera che più di ogni altra ha contribuito

a diffondere tra il pubblico internazionale il genere cyberpunk. Il protagonista è Case, un hacker che, essendosi messo contro l'organizzazione sbagliata, non è più in grado di connettersi con il cyberspazio perché per vendetta gli è stata sottratta questa capacità. Ma ecco che gli si profila davanti la possibilità di riconnettersi alla rete a patto che svolga un'ultima missione ai limiti del conosciuto. Un capolavoro che descrive tetti scenari e trame esasperate, natura devastata e tecnologia imperante.



### **Intelligenza artificiale. Guida al futuro prossimo**

di Jerry Kaplan

L'intelligenza artificiale avrà, a breve, un ruolo davvero impattante sulla nostra vita paragonabile a quello della rivoluzione industriale o della nascita del web. Jerry Kaplan, massimo esperto in materia, nel suo libro (2017) ci parla di macchine super-intelligenti che saranno in grado, in un futuro sempre più prossimo, di generare ricchezza e crescita, rischiando però di estromettere l'essere umano dal mercato del lavoro. Ma queste nuove

tecnologie non impatteranno solo a livello economico. In questo libro l'autore accompagna il lettore alla scoperta dei numerosi aspetti dell'intelligenza artificiale: quelli tecnologici, economici e sociali.

### **Intelligenza artificiale**

di Lorenzo Pinna

Il tema dell'intelligenza artificiale rappresenta oggi uno degli argomenti di maggiore attualità non solo nel mondo della tecnologia ma anche nel dibattito pubblico. Scopo di questo libro (2018) è quello di aiutare il lettore non esperto a orientarsi in un argomento tanto vasto quanto complesso.

Lorenzo Pinna accompagna il lettore in un percorso che narra la storia dell'intelligenza artificiale dai precursori ad oggi. Il tutto avviene parlando di big data, machine learning e avanzati progetti di ricerca che simulano intelligenze artificiali umane. Lo scopo è tentare di comprendere in che modo le nostre vite e i nostri lavori si modificheranno e come dobbiamo prepararci a tutto ciò, consci che, come tutte le rivoluzioni, anche questa porterà con sé profondi cambiamenti sociali.

### **Macchine che pensano. La nuova era dell'intelligenza artificiale**

a cura di Douglas Heaven

"Macchine che pensano" (2018) raccoglie riflessioni dei ricercatori della rivista "New Scientist" esperti di tecnologia, robotica e intelligenza artificiale. Il volume analizza i numerosi aspetti dell'intelligenza artificiale partendo dalle sue molteplici applicazioni fino ad arrivare al dibattito etico sul futuro della nostra società. E infine giunge alla questione cruciale: saranno le macchine a ereditare la Terra?

### **Vita 3.0. Essere umani nell'era dell'intelligenza artificiale**

di Max Tegmark

Tegmark, professore di Fisica al MIT e presidente del Future of Life Institute, in questo volume (2018) offre gli

spunti per riflettere sul tipo di futuro che vogliamo e che noi, come specie, potremmo creare. Nel fare ciò tocca anche i temi più controversi come la super-intelligenza e il significato dell'esistenza, senza tralasciare la coscienza e i limiti ultimi imposti dalla fisica alla vita nel cosmo.

### **Intelligenza artificiale: un approccio moderno**

di Stuart J. Russell e Peter Norvig

Arrivato alla quarta edizione (2021), "Intelligenza Artificiale. Un approccio moderno (vol.1)" è tra i migliori libri sull'intelligenza artificiale per chi voglia esplorare la tematica a partire dall'evoluzione e dalle principali teorie. Un testo adatto a tutti, sia a chi abbia interesse ad approfondire determinati concetti sia a chi si avvicina per la prima volta all'argomento.

### **Essere una macchina**

di Mark O'Connell

Tutto ciò che il giornalista irlandese, Mark O'Connell, racconta in questo libro (2018) non è – come invece potrebbe sembrare – frutto di una fantasia vagamente allucinata. L'autore ci porta in un mondo di sognatori, folli e visionari che ricercano ossessivamente l'immortalità.

Si scopre subito l'azienda americana che, nel capannone criogenico, ospita corpi che attendono di risvegliarsi per una nuova vita. O'Ray Kurzweil, scienziato di Google, che – convinto di poter vivere a tempo indeterminato – ogni giorno inghiotte circa 150 pillole.

O'Connell nelle sue peregrinazioni fra i transumanisti ci porta in luoghi che mai avremmo pensato di raggiungere, come ad esempio la setta di biohacker che tentano di trasformarsi in cyborg. Ma non solo... si interroga anche sulla destinazione dei proventi accumulati nella Silicon Valley.

C.L.

## Isaac Asimov, padre della robotica e della fantascienza



Isaac Asimov (1920-1992) nel 1965

*“Scrivo per lo stesso motivo per cui respiro – perché, se non lo facessi, morirei”*

Celebre scrittore, divulgatore scientifico e biochimico, Isaac Asimov è considerato uno dei massimi esponenti della letteratura fantascientifica, nonché uno dei padri del genere. Autore di numerosi romanzi e di racconti di fantascienza e di divulgazione scientifica, pubblica circa 500 opere

e diventa, grazie al suo fondamentale contributo, un riferimento anche per lo sviluppo stesso dell'intelligenza artificiale.

Asimov nasce a Petroviči, in Russia, il 2 gennaio 1920. Tre anni dopo la sua famiglia si trasferisce negli Stati Uniti, a New York – e più precisamente nel quartiere di Brooklyn – dove i genitori prendono in gestione un'attività di dolci e giornali. Grazie alle numerose riviste disponibili in negozio, Isaac

si appassiona alla fantascienza. Spiccano fin da subito le sue straordinarie doti: la passione per i libri e le parole lo spingono infatti a scrivere la sua prima storia a soli 11 anni, dopo aver imparato a leggere a soli cinque anni, in totale autonomia. Il suo percorso di studi si conclude con il conseguimento di due lauree, la prima in chimica nel 1939 e la seconda in filosofia nel 1941. Tra il 1949 e il 1958 insegna alla School of Medicine dell'Università di Boston e nel 1950 pubblica il suo primo romanzo *“Paria dei cieli”*. Successivamente inizia a dedicarsi alla stesura di numerosi scritti scientifici sulla chimica, sull'astronomia e sulla fisica, senza però trascurare i suoi romanzi di fantascienza. Dedicava gran parte della sua vita al lavoro, distinguendosi però anche nell'ambito politico come sostenitore del partito democratico e difensore dei diritti delle donne e degli omosessuali. Negli ultimi anni della sua vita si occupa principalmente di produzione scientifica, lavorando a numerosi articoli di divulgazione, prima di morire nell'aprile del 1992 in seguito a un infarto dovuto all'infezione da HIV che aveva contratto qualche anno prima e che aveva segretamente tenuta nascosta. La sua figura di scrittore è strettamente legata al mondo della fantascienza e, in particolare, a tre importantissimi cicli letterari: il ciclo delle Fondazioni, il ciclo dell'Im-

pero e il ciclo dei Robot. Il ciclo delle Fondazioni comprende tre volumi principali, seguiti da due sequel e due prequel, che narrano le vicende di un gruppo di scienziati guidati da Hari Seldon, inventore della psicostorografia, una nuova scienza che consente di predire il futuro del comportamento e della storia umana. Il ciclo dell'Impero, invece, è costituito da tre romanzi scritti nei primi anni Cinquanta e ambientati nello stesso periodo delle vicende del ciclo della fondazione. Infine il ciclo dei Robot, un complesso insieme di romanzi e racconti ambientati in un futuro prossimo: i racconti narrano dell'invenzione di robot positronici, simili all'uomo e in grado di sostituirlo, e i romanzi invece trattano del rapporto tra terrestri e spaziali e del ruolo dei robot nell'evoluzione dell'umanità. Alla base della stesura di questi scritti, ci sono le tre leggi della robotica (cfr. p. 42), leggi enunciate da Asimov che regolano il funzionamento del cervello dei robot: Asimov ha creato un codice etico per i robot protagonisti dei suoi racconti, la cui idea di base è che i robot sono al servizio dell'uomo. Le leggi della robotica hanno fortemente influenzato gli scrittori dell'epoca e hanno costituito un'importante base sia per la letteratura che per il cinema. Diverse sono le opere cinematografiche che hanno preso ispirazione dai testi di Asimov: tra gli adattamenti cine-

matografici più importanti sicuramente vanno citati "Robocop", film di Paul Verhoeven del 1987, "Nightfall" di Paul Mayerberg del 1988, "L'uomo bicentenario" (cfr. p. 46) di Chris Columbus del

1999, e "Io Robot" (cfr. p. 47) di Alex Proyas del 2004. In particolare lo Robot tratta la tematica dello sviluppo morale indipendente dei robot che non sottostanno più alle leggi della robotica

e si ribellano agli esseri umani. Il film ha però ricevuto molte critiche in seguito ad alcune scelte registiche: infatti secondo alcuni il regista ha rielaborato molto liberamente i principi di Asimov, a tratti

discostandosene eccessivamente. Tuttavia il film è stato un grande successo di pubblico ed è ritenuto un film cult dei nostri anni Duemila.

G.R.

#### Sitografia

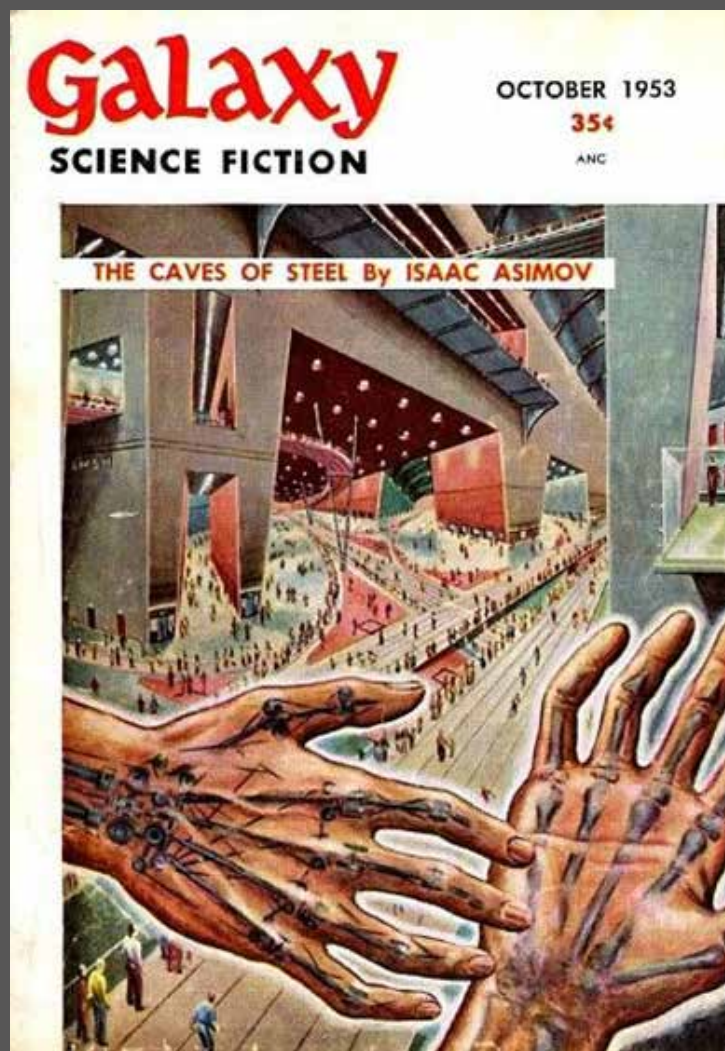
<https://www.wired.it/play/libri/2020/01/02/isaac-asimov-padri-fantascienza/>  
<https://www.britannica.com/biography/Isaac-Asimov>

<https://www.famousauthors.org/isaac-asimov>  
<http://www.mondi.it/almanacco/voce/60002>  
<https://www.notablebiographies.com/An-Ba/Asimov-Isaac.html>  
<https://www.mymovies.it/persona/>

[isaac-asimov/190155/filmografia/  
https://www.wired.it/play/cinema/2015/02/27/10-sfumature-asimov/](https://www.wired.it/play/cinema/2015/02/27/10-sfumature-asimov/)  
<https://www.imdb.com/name/nm0001920/>  
<https://www.thriftbooks.com/a/isaac-asimov/196770/>

#### Bibliografia

I. Asimov, "It's been a good life", Prometheus Books 2002



#### Fantascienza

La data di nascita della fantascienza è convenzionalmente fissata al 5 aprile 1926, quando uscì negli Stati Uniti la prima rivista di fantascienza,

"Amazing Stories", diretta da Hugo Gernback che coniò l'espressione inglese "Science fiction", la cui traduzione italiana "fantascienza", attraverso un calco linguistico, è attribuita al traduttore e

partigiano Giorgio Monicelli (fratello del regista cinematografico Mario) nel 1952.

Si tratta di un genere di narrativa popolare sviluppatosi nel Novecento (ma che ha numerosi

precedenti in libri come "Frankenstein" di Mary Shelley o nei romanzi di Jules Verne e H.G. Wells) con radici nel romanzo scientifico.

## L'Intelligenza artificiale nei film

Davvero molti ed eterogenei sono i film che trattano di intelligenza artificiale.

Possiamo dire che, fin dai suoi esordi, il cinema ha offerto numerose riflessioni sul tema uomo-macchina, sull'intelligenza artificiale e su una nostra vagheggiata interazione con mondi lontani e alieni.

Le paure che accompagnano la visione di questi film sono sempre le stesse e possono essere così riassunte: i robot, prima o poi, insinuandosi nelle nostre vite, ci sostituiscono togliendoci inesorabilmente lavoro e umanità, con il solo fine di conquistare e dominare il mondo. E infatti la maggior parte delle trame va dal distopico al catastrofico all'apocalittico, come si evince da questa classifica dei primi 10 film sull'intelligenza artificiale da vedere e rivedere assolutamente per cercare di approfondire il rapporto degli uomini con l'odierno mondo ipertecnologico.

La selezione è quella prodotta dallo Staff dell'Università telematica Niccolò Cusano di Brescia ([www.brescia.unicusano.it](http://www.brescia.unicusano.it))

### Metropolis

Il capostipite del genere è senz'altro Metropolis, un film muto che risale al 1927, opera del regista austriaco Fritz Lang (Vienna, 5 dicembre 1890 – Beverly Hills, 2 agosto 1976) sulla base del romanzo e della sceneggiatura dell'attrice e scrittrice Thea von Harbou (Tauperlitz, 27 dicembre 1888 – Berlino Ovest, 1° luglio 1954). Il film è ambientato in un futuro distopico, nel 2026 (esattamente 100 anni dopo rispetto a quando è stato scritto), in un'immaginaria megalopoli in cui la tecnologia ha contribuito ad allargare



enormemente il divario tra ricchi e poveri, non solo a livello socio-economico ma anche nella distribuzione degli spazi urbani: i benestanti vivono in alto, in futuristici grattacieli, mentre i poveri sopravvivono, sfruttati come operai/schiavi, nel sottosuolo. L'intelligenza artificiale – in questo film che ha ispirato fra gli altri Blade Runner e Guerre Stellari – la ritroviamo nella comparsa, per la prima volta nel cinema, degli androidi, robot dalle sembianze umane. Eblematico è il personaggio di Maria-robot, che sostituisce nelle sembianze il profetico personaggio in carne e ossa.

### 2001 Odissea nello spazio

Nel 1968 Stanley Kubrick (New York, 26 luglio 1928 – St Albans, 7 marzo 1999) ipotizzava un viaggio nello spazio ambientato nel 2001.

Cinque astronauti si trovano a bordo della Discovery One, un'astronave che viaggia con la supervisione di HAL9000, un computer dotato di intelligenza artificiale che interagisce con gli esseri umani e ne riproduce le attività della mente. Solo HAL9000 conosce la reale natura di questa missione nello spazio e l'essere costretto a ingannare gli astronauti sarà causa di un suo grande conflitto interiore.



### Blade Runner

Il capolavoro di Ridley Scott (South Shields, 30 novembre 1937) del 1982 è ispirato al romanzo di Philip K. Dick "Il cacciatore di androidi" e ambientato nel 2019, in una Los Angeles cupa e avvolta da una nebbia causata dall'inquinamento. Qui vengo-



no fabbricati replicanti, ovvero robot dalle sembianze umane, spediti su colonie extra terrestri per essere impiegati come schiavi e lavorare al posto degli umani. A volte i replicanti si ribellano e cercano di tornare illegalmente sulla terra, dove trovano i Blade Runner, poliziotti speciali che danno loro la caccia per distruggerli.

L'intelligenza artificiale è nelle figure dei replicanti, androidi di alta ingegneria, progettati per essere più umani degli stessi umani.

### Terminator

Pietra miliare diretta da James Cameron (Kapuskasing, 16 agosto 1954) che racconta di un sistema, Sky-net, progettato per diventare la rete di difesa più potente al mondo e che, dopo essere andato online il 4 agosto 1997, comincia ad assimilare nozioni a un ritmo esponenziale, divenendo autocosciente.

Il ciclo di film di fantascienza Terminator è composto da sei pellicole, prodotte tra il 1984 e il 2019. Nella saga i Terminator sono cyborg assassini o semplici robot, ideati da intelligenze artificiali e supercomputer divenuti autocoscienti e inviati nel passato per distruggere la resistenza umana.



### L'uomo bicentenario

Film diretto nel 1999 da Chris Columbus (Spangler, 10 settembre 1958) e tratto dall'omonimo romanzo di Isaac Asimov (Petrovič, 2 gennaio 1920 – New York, 6 aprile 1992). Siamo nel 2005 quando Richard Martin porta a casa un robot – chia-





mato poi Andrew dalla piccola di casa Amanda – con l'idea di utilizzarlo per le mansioni domestiche.

L'affetto della famiglia verso il robot porterà Andrew a non considerarsi più solamente un elettrodomestico, anzi egli cercherà la sua libertà e inizierà a volersi sentire proprio come un essere umano, tanto da lavorare come fabbricante di orologi e innamorarsi della giovane Portia.

L'aspetto sorprendente del film è il processo di umanizzazione di Andrew che, attraverso la sua intelligenza artificiale, riesce a elaborare processi cognitivi e di apprendimento simili a quelli umani.

## Matrix

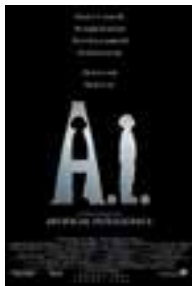
Una delle trilogie più dirompenti del cinema è Matrix dei fratelli Andy (Chicago, 29 dicembre 1967) e Larry (Chicago, 21 giugno 1965) Wachowski, in seguito noti come Lilly e Lana Wachowski. Dal 1999 al 2003, i tre film si sviluppano attorno a un continuo intreccio tra mondo reale e mondo virtuale che è una sorta di cyberspazio creato da un programma informatico – detto appunto Matrix (un insieme di righe di codice) – il cui compito è quello di controllare gli esseri umani che, sconfitti dalle macchine, costituiscono l'energia che alimenta l'intelligenza artificiale. Protagonista della saga è Neo, un programmatore di software che di notte agisce come hacker.



## AI Intelligenza artificiale

Nel 2001 esce al cinema AI Intelligenza artificiale, film basato su un progetto di Stanley Kubrick e diretto da Steven Spielberg (Cincinnati, 18 dicembre 1946). Un racconto commovente che intreccia la robotica con i sentimenti. Il film è ambientato nel 2125, anno in cui la tecnologia si è così evoluta da aver dato origine ai Mecha, robot del tutto simili agli esseri umani.

Tra di loro c'è David, un robot bambino che, prima di essere messo in commercio, viene affidato a una coppia dipendente della società di produzione dei Mecha, il cui figlio malato Martin è tenuto in una capsula di ibernazione. David è un androide capace di provare sentimenti, come l'amore e il senso di abbandono quando Martin torna a casa.



## Io, Robot

Il titolo è ispirato all'antologia "Io, robot" di Isaac Asimov, in cui vengono descritte le Tre leggi della robotica (cfr. p. 42), che nel film regolano il rapporto tra uomini e robot. Tuttavia, ogni altro aspetto della concezione robotica di Asimov è stato liberamente reinterpretato.

Il film diretto nel 2004 da Alex Proyas (Il Cairo, 23 settembre 1963) è ambientato in una Chicago del 2035 in cui robot positronici convivono con gli esseri umani. Con l'arrivo della nuova generazione di robot NS-5 qualcosa non va.

Emblema dell'intelligenza artificiale del film sono Sonny – robot NS-5 (tanto evoluto da provare sentimenti umani) che viveva con il dottor Lanning, fondatore della U.S. Robotics, morto misteriosamente – e VIKI un cervello positronico centrale (evoluzione massima dell'intelligenza artificiale) che controlla gli NS-5.

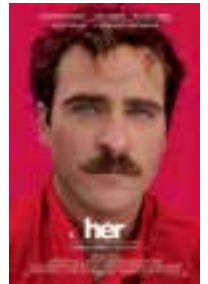


## Lei

Her (titolo originario) è un film del 2013 scritto e diretto da Spike Jonze (Rockville, 22 ottobre 1969).

Il film descrive un futuro non troppo lontano, in cui i computer hanno un ruolo fondamentale nella vita delle persone. L'arrivo sul mercato di un nuovo sistema operativo dotato di intelligenza artificiale, addirittura in grado di elaborare emozioni, rivoluziona il rapporto con la tecnologia.

La trama si sviluppa attorno a una storia d'amore: il protagonista Theodore si innamora, infatti, della voce di Samantha, sistema operativo con una personalità in evoluzione.



## Trascendenza

Il film, diretto da Wally Pfister (Chicago, 8 luglio 1961), esce nel 2014 e racconta i temi della tecnologia e dell'intelligenza artificiale mettendo in scena il potere della scienza e delle macchine sulla mente umana, grazie alla connessione del cervello umano a internet.

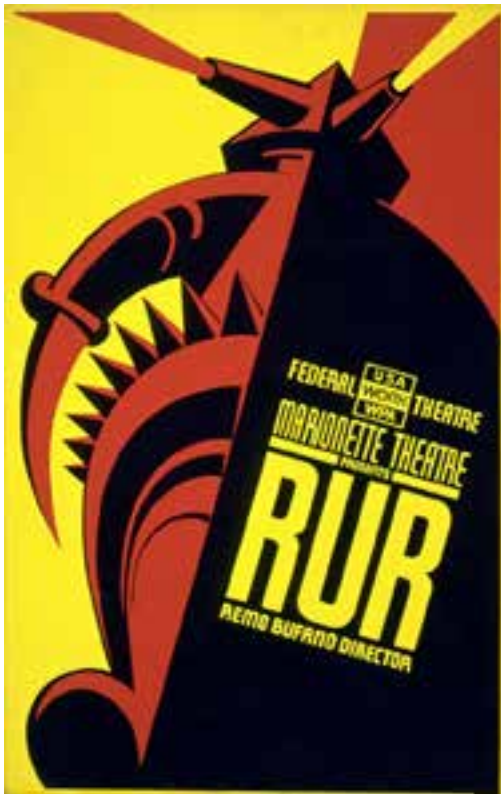
Qui si rappresenta l'impiego di nanotecnologie per guarire i tessuti umani e l'intelligenza artificiale diventa così pervasiva da risultare incontrollabile.

S.S.



## L'Intelligenza artificiale a teatro

R.U.R. (ossia Rossumovi univerzální roboti, traducibile come "I robot universali di Rossum") è un dramma di-



Locandina di R.U.R. per una rappresentazione del dramma negli Stati Uniti alla fine degli anni Trenta (da [www.commons.wikimedia.org](http://www.commons.wikimedia.org))

stopico fantascientifico in un prologo e tre atti dello scrittore ceco Karel Čapek (1890-1938), pubblicato nel 1920 e messo in scena al Teatro nazionale di Praga il 25 gennaio 1921.

In quest'opera per la prima volta compare il termine robot, utilizzato dal fratello dello scrittore ceco, Josef Čapek, per designare l'operaio artificiale sulla base della parola ceca *robota* ("servitù"), trasformata da femminile a maschile. In seguito, il fortunatissimo termine *robot* prese a indicare soprattutto organismi meccanici, mentre i robot di Čapek sono in realtà "replicanti" che ricordano i protagonisti di *Blade Runner*, cioè umanoidi organici prodotti da quella che in seguito si sarebbe definita ingegneria genetica.

Il grande successo dell'opera è testimoniato dall'immediata traduzione in tedesco e poi in molte altre lingue e dalle messe in scena a New York (1922), Berlino e Vienna (1923), Londra e Parigi (1924), che hanno favorito l'introduzione della parola *robot* in quasi tutte le lingue del mondo.

I robot, costituiti interamente da materia organica e simili agli esseri umani, vengono costruiti nella fabbrica fondata dal dottor Rossum (rozum in ceco sta per "intelletto/ragione"), ubicata su un'isola sperduta in mezzo all'oceano.

Nella contrapposizione tra il "vecchio Rossum" e il "giovane Rossum", Čapek ha rappresentato il passaggio al lavoro meccanizzato e la riduzione dell'uomo a mera funzione lavorativa caratteristica

dell'età industriale. L'utopia di Domin, l'incauto demiurgo della Rossum, è quella di liberare l'umanità dalla schiavitù della fatica fisica. Ma gli effetti sono catastrofici, l'umanità non ne trae alcun giovamento, affonda nel vizio e nell'indolenza, e le nascite iniziano a calare in modo preoccupante.

I robot, ormai diffusi in tutto il mondo, iniziano a ribellarsi ai loro creatori e a sterminarli. Quando la moglie di Domin, con intuito e determinazione femminili, distrugge i manoscritti che contengono le istruzioni per la fabbricazione degli androidi, è ormai tardi: i robot hanno definitivamente conquistato la Terra. Dopo la drammatica uccisione degli ultimi uomini sopravvissuti nella fabbrica e i fallimentari tentativi dell'ultimo erede del genere umano di riscoprire la formula della loro fabbricazione, due robot iniziano a manifestare sentimenti umani e sembrano così riportare la vita sulla terra.

L'opera di Čapek ha chiaramente influenzato il film *Metropolis* di Fritz Lang (1927; cfr. p. 46).

Qualche anno dopo è stata mandata in onda sul piccolo schermo, R.U.R., una messa in scena dal vivo (35 min.) in bianco e nero per la televisione britannica BBC del 1938, tra i primissimi esempi di fantascienza in televisione.

Fonte: *R.U.R. Rossum's Universal Robots*, Edizioni Scudo, 2011 (ebook); [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

La FONDAZIONE DIA' CULTURA presenta:



**Antropologia e Archeologia dell'Amore  
IV Incontro di Studi**

**Antropologia e Archeologia a confronto**

a cura di Valentino Nizzo

Tomo I + Tomo II

ISBN 978-88-946182-1-1



**Archeofest® 2018**

**Transumanza**

**Popoli, vie e culture del pascolo**

a cura di Francesca Alhaique

Paolo Boccuccia

Francesca Romana Del Fattore

Rosa Anna Di Lella

Romina Laurito

Massimo Massussi

Italo Maria Muntoni

Sonia Tucci

ISBN 978-88-946182-3-5



**museum.dià**

**Reti creative. Paradigmi  
museali di produzione,  
gestione, comunicazione  
nell'era dell'iperconnettività**

a cura di Francesco Pignataro

Simona Sanchirico

Christopher Smith

ISBN 978-88-946182-0-4

**LANDSCAPES  
PAESAGGI CULTURALI  
Atti della Giornata di Studi**

a cura di Franco Cambi

Davide Mastroianni

Valentino Nizzo

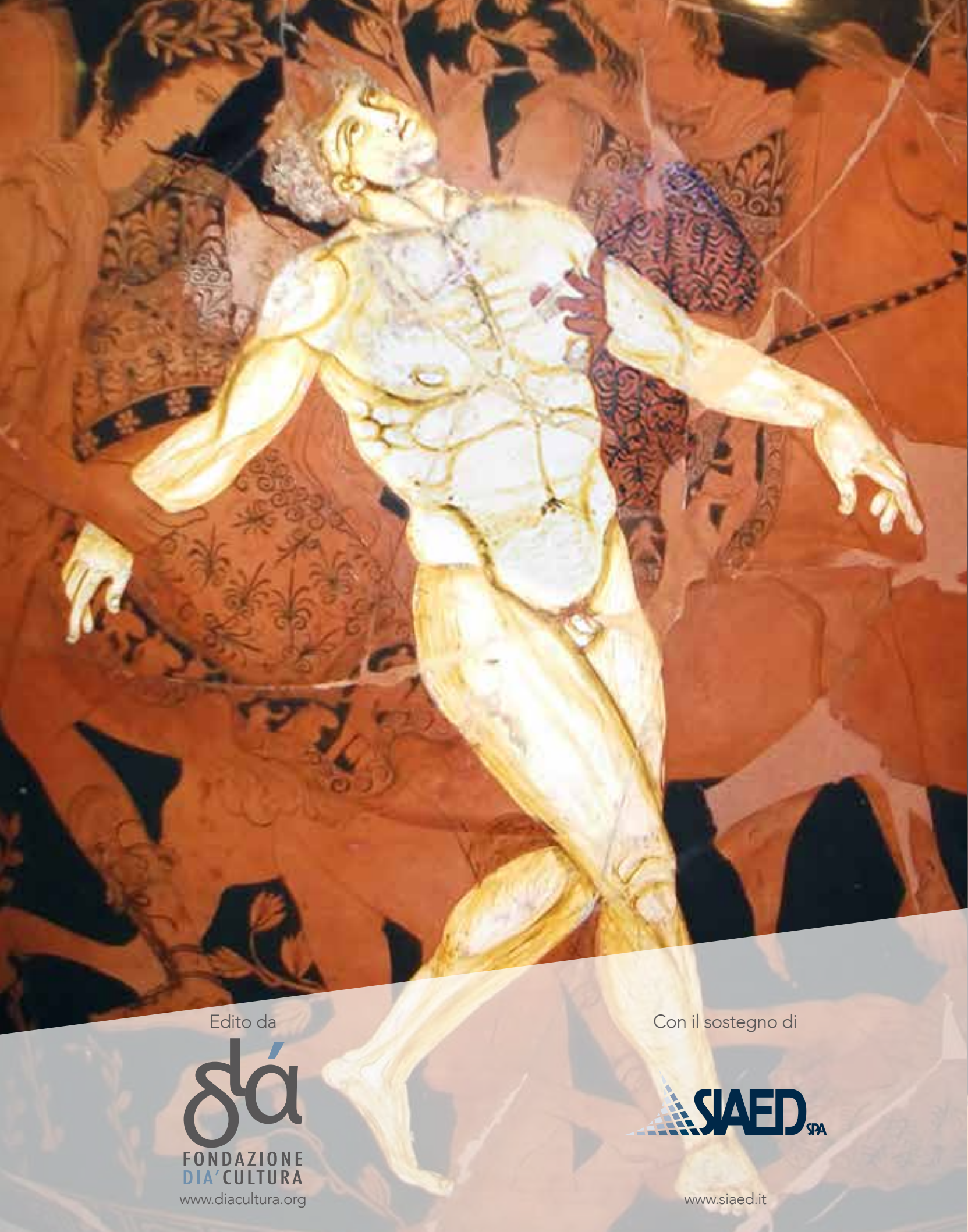
Francesco Pignataro

Simona Sanchirico

ISBN 978-88-946182-2-8



Per informazioni sull'acquisto scrivere a: [info@diacultura.org](mailto:info@diacultura.org)



Edito da

**diá**

FONDAZIONE  
DIA' CULTURA

[www.diacultura.org](http://www.diacultura.org)

Con il sostegno di

**SIAED** SPA

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