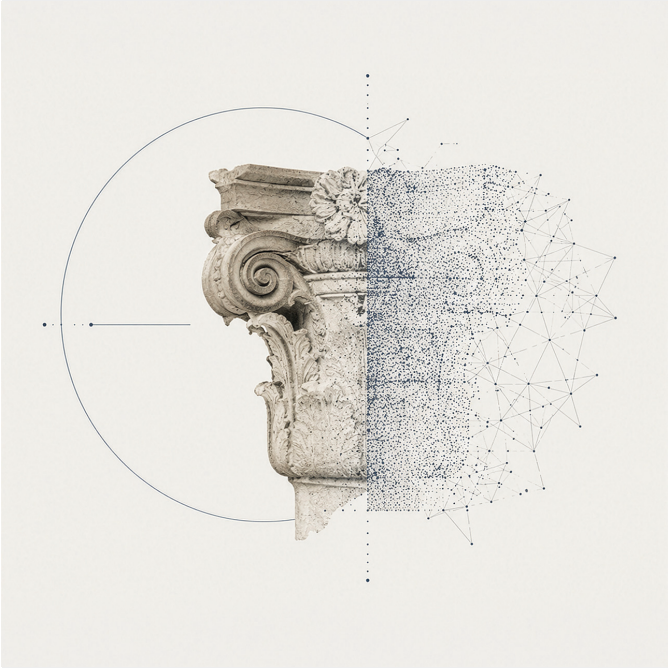
Studi e Ricerche
Media and heritage

Patrimonio culturale e intelligenza artificiale

Approcci, prospettive e applicazioni

a cura di Paola Panarese e Vittoria Azzarita



University Press

SAPIENZA
UNIVERSITÀ EDITRICE

Collana Studi e Ricerche 206

Media and heritage

Patrimonio culturale e intelligenza artificiale

Approcci, prospettive e applicazioni

a cura di Paola Panarese e Vittoria Azzarita

SAPIENZA
UNIVERSITÀ EDITRICE

2026

La presente pubblicazione è stata finanziata dall'Unione europea - Next Generation EU, Missione 4 ("Istruzione e ricerca"), Componente 2 ("Dalla ricerca all'impresa"), Investimento 1.1 ("Fondo per il Programma Nazionale di Ricerca e Progetti di Rilevante Interesse Nazionale - PRIN"), CUP B53D23029990001



Copyright © 2026

Sapienza Università Editrice
Piazzale Aldo Moro 5 – 00185 Roma

www.editricesapienza.it
editrice.sapienza@uniroma1.it

Iscrizione Registro Operatori Comunicazione n. 11420
Registry of Communication Workers registration n. 11420

ISBN 978-88-9377-476-5

DOI 10.13133/9788893774765

Pubblicato nel mese di ottobre 2026 | *Published in October 2026*



Opera diffusa in modalità *open access* e distribuita con licenza Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 4.0 Internazionale (CC BY-NC-ND 4.0)

Work published in open access form and licensed under Creative Commons Attribution – NonCommercial – NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

In copertina | *Cover image*: Immagine generata con ChatGPT/OpenAI a partire da un prompt elaborato da Paola Panarese

Indice

Prefazione di Paola Panarese e Vittoria Azzarita 7

SEZIONE I - APPROCCI E PROSPETTIVE

1. Intelligenza artificiale e processi di *machine learning* applicati ai beni culturali, territoriali e museali 17
   Saverio G. Malatesta

2. Arte e IA. Ambiti d'indagine e prospettive prevalenti in letteratura 53
   Paola Panarese e Vittoria Azzarita

3. Intelligenza artificiale etica, profili linguistici e bias nel trattamento del patrimonio culturale 75
   Isabella Chiari

SEZIONE II - APPLICAZIONI PRATICHE

4. Archivi, reti neurali e istituzioni culturali: cinque casi di studio internazionali 97
   Antonella Sbrilli e Paolo De Gasperis

5. Esplorazioni creative nell'era dell'intelligenza artificiale. Voci e visioni dal panorama artistico italiano 117
   Paola Panarese, Vittoria Azzarita e Maddalena Carbonari

6. Un'analisi delle traiettorie di visita nei musei basata su tecniche di IA: i comportamenti più rilevanti 145
   Angelo Oddi, Gianmauro Romagna, Riccardo Rasconi, Sofia Ceccarelli, Saverio G. Malatesta, Laura Leopardi, Augusto Palombini e Marco Schaerf

7. Moda e innovazione museale: l'utilizzo dell'intelligenza artificiale nel progetto *CHANGES - Cultural Heritage Active Innovation for Next-Gen Sustainable Society* 175
Romana Andò, Samuele Briatore e Juliana Bez Kroeger

8. Turismo culturale e *anima loci* elettronica: la riscoperta della qualità dei luoghi attraverso l'intelligenza artificiale 205
Vittoria Azzarita e Cosimo Miraglia

Autrici e autori 235

Prefazione

Paola Panarese e Vittoria Azzarita

Negli ultimi anni, l'intelligenza artificiale (IA) ha progressivamente smesso di essere percepita come una tecnologia specialistica o settoriale, per affermarsi come un'*infrastruttura cognitiva e culturale* che attraversa pratiche sociali, assetti istituzionali e forme di produzione del sapere. Più che un insieme di strumenti, l'IA si configura oggi come un *dispositivo socio-tecnico* pervasivo, capace di intervenire nella selezione, organizzazione, accessibilità e interpretazione dell'informazione, incidendo sui modi in cui la realtà viene descritta, resa visibile e dotata di valore simbolico (Airoldi, 2024). Proprio in quanto infrastruttura, il suo impatto non appare circoscritto né transitorio, ma tende a intensificarsi nel tempo, ridefinendo il rapporto tra conoscenza, potere e mediazione tecnologica.

All'interno di questo quadro, i settori culturali e creativi occupano una posizione particolarmente significativa. L'adozione di sistemi algoritmici alla base dell'intelligenza artificiale incide infatti in modo diretto sulle modalità di conservazione, gestione, interpretazione e fruizione del patrimonio culturale materiale e immateriale. Da un lato, tali trasformazioni aprono a nuove forme di apprendimento, partecipazione ed espressione; dall'altro, rendono visibili tensioni strutturali tra automazione e mediazione umana, ampliamento dell'accessibilità e rischio di semplificazione, spinta all'innovazione tecnologica e responsabilità culturale di enti e organizzazioni (UNESCO, 2025).

Ciò che rende il patrimonio culturale un ambito analiticamente privilegiato non è soltanto la sua esposizione all'innovazione tecnologica, ma il fatto che queste tensioni si traducono in pratiche istituzionalizzate di classificazione, descrizione, conservazione e valorizzazione. È attraverso tali pratiche che l'azione dell'intelligenza artificiale diventa

osservabile nei suoi effetti concreti. In esse, infatti, l'IA interviene direttamente nella costruzione della memoria collettiva, nei processi di legittimazione simbolica e nelle scelte che determinano ciò che viene preservato, narrato e trasmesso alle generazioni future. In questo senso, il patrimonio culturale non rappresenta semplicemente un ambito di applicazione dell'IA, ma un luogo in cui le sue implicazioni epistemiche, politiche e simboliche emergono con particolare chiarezza.

L'uso dell'intelligenza artificiale nel patrimonio culturale viene spesso descritto, anche nei documenti di policy, in termini di opportunità (European Commission, 2022). Tali opportunità si articolano lungo alcune direttrici ormai consolidate: l'impiego di sistemi computazionali per la gestione e l'analisi di grandi collezioni digitalizzate (Natale, 2023); l'uso dell'IA come strumento di mediazione e coinvolgimento dei pubblici, attraverso esperienze personalizzate e interattive (Derda e Predescu, 2025); la raccolta e l'interpretazione dei dati prodotti dalle pratiche di fruizione (Ceccarelli et al., 2024); l'emergere di tecnologie generative che intervengono nei processi di produzione culturale e creativa (Caramiaux e Fdili Alaoui, 2022).

Tali sviluppi non possono essere letti, tuttavia, in modo univocamente positivo. Le stesse infrastrutture algoritmiche che promettono maggiore accessibilità e valorizzazione rischiano di consolidare asimmetrie esistenti, riprodurre narrazioni dominanti e rendere opachi i criteri attraverso cui il patrimonio viene selezionato e rappresentato (Foka e Griffin, 2024). Nei contesti culturali, queste dinamiche assumono una rilevanza specifica, poiché incidono direttamente sulla visibilità delle differenze culturali, sulla rappresentazione delle minoranze e sulla possibilità di riconoscere e tutelare patrimoni, saperi e memorie meno istituzionalizzate.

La letteratura critica sull'intelligenza artificiale ha mostrato con chiarezza, infatti, come possa incorporare e amplificare pregiudizi strutturali, producendo effetti discriminatori che si riflettono anche nei processi culturali (O'Neil, 2016; Benjamin, 2019; Crawford, 2021). Dataset sbilanciati, tassonomie fondate su canoni eurocentrici, modelli linguistici che privilegiano alcune tradizioni a scapito di altre e pratiche di automazione che tendono a semplificare la complessità storica e simbolica dei contesti di origine rappresentano alcune delle modalità attraverso cui l'IA può incidere sulla costruzione del sapere (UNESCO, 2025). Così, la questione dell'equità algoritmica si intreccia in modo indissolubile con quella dei diritti culturali e della salvaguardia della diversità nell'era digitale.

Non sorprende, dunque, che il rapporto tra intelligenza artificiale e cultura sia stato posto al centro del dibattito internazionale sulle politiche culturali. Come evidenziato dal gruppo di esperti dell'UNESCO in occasione della conferenza MONDIACULT 2025, tale relazione solleva almeno tre sfide convergenti: la rapidità con cui l'IA sta trasformando gli ecosistemi culturali; il persistere di profondi divari digitali tra regioni, istituzioni e comunità; l'intensificarsi dei rischi etici, dalla manipolazione dei contenuti alla riproduzione di pregiudizi sistemici (Ibid.).

In tale scenario, le istituzioni culturali sono chiamate a svolgere un ruolo centrale non soltanto come luoghi di applicazione delle tecnologie, ma come soggetti dotati di competenze storiche, critiche e curatoriali in grado di interrogare il senso e le conseguenze delle trasformazioni in atto. Musei, archivi e istituzioni della memoria possono così diventare spazi di sperimentazione responsabile, capaci di rendere visibili i processi di mediazione algoritmica, promuovere trasparenza e partecipazione, e integrare saperi tecnologici, storici e sociali (Neudecker, 2022).

È a partire da questa consapevolezza che prende forma il progetto PRIN PNRR IMAGES – *Inclusive Machine learning system using Art and culture for tackling Gender and Ethnicity Stereotypes*, promosso da Sapienza Università di Roma e dall'ISTC-CNR[1]. Il progetto si propone di indagare l'equità dei sistemi di intelligenza artificiale, con particolare attenzione a quelli basati sul *machine learning*, rispetto ai pregiudizi di genere ed etnici e, al tempo stesso, di utilizzare un ampio corpus di opere d'arte per analizzare come gli algoritmi elaborino e rappresentino la diversità estetica e culturale e come l'arte possa contribuire a promuovere sensibilità sociale e pluralismo.

Il volume nasce su queste basi e si configura come una raccolta di prospettive che analizzano, da angolazioni differenti ma convergenti, il rapporto tra intelligenza artificiale e patrimonio culturale. L'intento è duplice: da un lato, offrire alla comunità accademica, alle persone che operano nei settori culturali e a un pubblico più ampio un aggiornamento critico e accessibile sullo stato del dibattito; dall'altro, proporre un insieme articolato di casi di studio, riflessioni teoriche, approcci metodologici e sperimentazioni applicative capaci di restituire l'eterogeneità e la vitalità di un campo di ricerca in rapida evoluzione.

---

[1] Il progetto PRIN 2022 PNRR IMAGES è stato finanziato dall'Unione europea-Next Generation EU, Missione 4, Componente 2 - CUP B53D23029990001.

La prima parte del volume è dedicata a un inquadramento teorico e speculativo e si apre con un contributo di Saverio G. Malatesta, che analizza l'integrazione dell'intelligenza artificiale nel settore dei beni culturali, mostrando come tali tecnologie stiano trasformando le pratiche di tutela, gestione e valorizzazione del patrimonio in relazione ai contesti territoriali e sociali. Il capitolo approfondisce tre ambiti principali: la conservazione preventiva supportata da sistemi di visione artificiale; la gestione dei flussi di visita attraverso modelli di analisi predittiva; la personalizzazione dell'esperienza museale mediante tecnologie immersive e algoritmi di raccomandazione. Attraverso l'esame di casi di studio significativi, il contributo evidenzia come questi strumenti possano incidere positivamente non solo sull'efficacia delle pratiche culturali, ma anche sulla partecipazione e sull'accessibilità, mettendo al tempo stesso in luce le sfide etiche e operative che rendono necessario un approccio responsabile, capace di coniugare innovazione tecnologica e rispetto dei valori storici, culturali ed economici del patrimonio.

La riflessione prosegue con un contributo di Paola Panarese e Vittoria Azzarita, che presenta una *scoping review* dedicata alla relazione tra arte visiva, immagini e sistemi algoritmici. La mappatura della letteratura restituisce un quadro dinamico e articolato, attraversato da tensioni epistemologiche e interrogativi ancora aperti. Le tecnologie computazionali emergono non soltanto come strumenti a supporto della creatività, ma come attori che partecipano attivamente alla definizione delle estetiche, delle pratiche e delle logiche istituzionali della produzione artistica contemporanea. Ne derivano implicazioni etiche, simboliche e politiche rilevanti, che richiedono un approccio socio-tecnico e critico per essere comprese nella loro complessità.

In continuità con questa prospettiva, la prima parte si chiude con il contributo di Isabella Chiari, che propone una riflessione articolata e multidisciplinare sull'impiego dell'intelligenza artificiale generativa nel patrimonio culturale, ponendo al centro il nesso tra linguaggio, tecnologia e rappresentazione culturale. Il capitolo mostra come i modelli di IA, sempre più diffusi nei processi di catalogazione, descrizione e divulgazione, operino attraverso strutture linguistiche e scelte progettuali tutt'altro che neutre. In ambito patrimoniale, tali dinamiche possono contribuire a riprodurre narrazioni eurocentriche, marginalizzare lingue e comunità poco rappresentate e generare metadati che semplificano o distorcono la complessità dei contesti di origine. Il contributo indica poi strumenti e pratiche per una governance responsabile dell'IA,

fondata su una consapevolezza linguistica ed etica capace di valorizzare la pluralità delle memorie culturali e delle forme del sapere.

La seconda parte del volume si concentra su applicazioni pratiche e casi di studio, offrendo una panoramica ampia e diversificata di esperienze in cui l'intelligenza artificiale viene impiegata per arricchire la conoscenza, la fruizione e la gestione del patrimonio culturale.

Il capitolo di Antonella Sbrilli e Paolo De Gasperis ricostruisce l'evoluzione del rapporto tra archivi digitali, reti neurali e istituzioni culturali, mostrando come la diffusione delle politiche open access abbia reso possibile una nuova stagione di sperimentazioni nell'uso dell'intelligenza artificiale sulle collezioni museali. Attraverso l'analisi di casi internazionali, dal Rijksmuseum al Nasjonalmuseet di Oslo, dallo SMK di Copenaghen al Cleveland Museum of Art, fino allo Smithsonian Institution, il contributo illustra come differenti tecniche di apprendimento automatico e riconoscimento visivo siano state impiegate per classificare, arricchire ed esplorare le collezioni, sperimentando nuove modalità di ricerca e di coinvolgimento dei pubblici. Al tempo stesso, il capitolo sottolinea un punto cruciale: l'apertura delle collezioni e condizioni di riutilizzo chiare hanno favorito queste sperimentazioni e la collaborazione fra istituzioni culturali e comunità di ricerca. Tuttavia, pur ampliando le possibilità di analisi e lettura, i sistemi automatici mostrano limiti strutturali nella gestione della polisemia artistica e delle specificità culturali, rendendo evidente la necessità di una collaborazione continua tra istituzioni, comunità di ricerca, pubblico e sistemi di IA, con particolare attenzione alla qualità dei dati e alla responsabilità culturale.

Il capitolo successivo, a cura di Paola Panarese, Vittoria Azzarita e Maddalena Carbonari, presenta i risultati di uno studio esplorativo sull'uso dei sistemi algoritmici in ambito artistico, realizzato nel contesto del progetto IMAGES. Attraverso trentacinque interviste in profondità ad artiste e artisti italiani che integrano l'IA nelle proprie pratiche creative, il contributo restituisce un quadro articolato del dibattito sulla trasformazione della creatività nell'era algoritmica, sulle ricadute di tali tecnologie sul futuro dell'arte e sulle criticità legate a bias sistemici, asimmetrie di potere e nuove forme di esclusione. Nel contesto italiano, alcune pratiche artistiche mostrano un orientamento esplicitamente critico, volto a rendere visibili le opacità e le contraddizioni insite nei sistemi di rappresentazione algoritmica, come dimostrano, ad esempio, i lavori di Mara "Oscar" Cassiani, Domenico Barra, Fabrizio Intonti e

Oriana Persico. In questi casi, l'arte diventa uno strumento di interrogazione e svelamento dei bias, capace di sovvertire immaginari dominanti e riattivare una riflessione sui rapporti tra persone e tecnologie.

L'esplorazione delle applicazioni pratiche prosegue con un contributo dedicato al progetto ARTEMISIA, che utilizza sensori di nuova generazione e tecniche di intelligenza artificiale per analizzare le traiettorie e i comportamenti delle persone in visita al Museo di Roma a Palazzo Braschi. Attraverso l'impiego della *Principal Component Analysis*, il capitolo di Angelo Oddi, Gianmauro Romagna, Riccardo Rasconi, Sofia Ceccarelli, Saverio G. Malatesta, Laura Leopardi, Augusto Palombini e Marco Schaerf individua schemi ricorrenti nelle modalità di osservazione e di sosta, differenziati in base alla durata dell'esperienza di visita. I risultati individuano ricorrenze nelle traiettorie e nei tempi di osservazione e di sosta, offrendo elementi utili per approfondire le modalità di fruizione degli spazi museali e orientare successive riflessioni sugli allestimenti e sull'esperienza di visita.

Il contesto museale è al centro anche del capitolo di Romana Andò, Samuele Briatore e Juliana Bez Kroeger dedicato al patrimonio culturale della moda, che analizza l'integrazione dell'intelligenza artificiale attraverso il progetto CHANGES. Il contributo mette in luce come la digitalizzazione stia trasformando funzioni, pratiche e competenze museali, approfondendo in particolare il rapporto tra moda e innovazione tecnologica. Al centro dell'analisi vi è Zooming Fashion, un prototipo sviluppato secondo un approccio di co-design per arricchire la fruizione degli abiti d'archivio attraverso contenuti digitali e modalità interattive di esplorazione. La prima prova d'uso, condotta presso Maker Faire Rome 2024, ha permesso di raccogliere valutazioni preliminari sull'interesse per l'esperienza proposta e sulla facilità di utilizzo, facendo emergere anche alcune criticità.

Il volume si chiude con un contributo di Vittoria Azzarita e Cosimo Miraglia dedicato al turismo culturale, che esplora il ruolo dell'intelligenza artificiale nell'interpretazione dei dati eterogenei prodotti dalle persone in visita – recensioni, immagini, emozioni, conversazioni online – al fine di comprendere percezioni, aspettative e vissuti legati ai luoghi. Attraverso tecniche di *data mining*, *natural language processing*, *sentiment analysis* e *computer vision*, il capitolo – relativo al progetto STEP – propone il concetto di *anima loci elettronica*, intesa come una rappresentazione dinamica delle percezioni e delle narrazioni associate a un luogo che emergono dall'analisi dei contenuti digitali, distin-

ta dal tradizionale *genius loci* e necessariamente parziale rispetto alla complessità dell'esperienza territoriale. Accanto alle potenzialità, vengono messi in evidenza i rischi di semplificazione culturale, i bias algoritmici e le implicazioni etiche per l'autenticità e la governance delle destinazioni, mostrando come l'IA possa essere orientata verso forme di fruizione più consapevoli e rispettose delle identità locali.

Nel suo insieme, il volume offre una ricognizione ampia e aggiornata del rapporto tra intelligenza artificiale e patrimonio culturale, riuscendo a coniugare prospettiva critica e attenzione alle pratiche. La pluralità dei contributi restituisce la complessità di un campo in trasformazione e delinea un ecosistema in cui l'IA non è intesa esclusivamente come tecnologia, ma come lente socio-tecnica attraverso cui interrogare creatività, memoria, inclusione e futuro delle istituzioni culturali. Il risultato è un testo che non si limita a fotografare lo stato necessariamente parziale e situato del dibattito, ma propone chiavi interpretative e indicazioni operative per comprendere e governare le trasformazioni in corso, valorizzando pluralità culturale e responsabilità sociale nell'epoca degli algoritmi.

In un momento in cui l'intelligenza artificiale ridefinisce possibilità e responsabilità, questo volume ha l'ambizione di proporsi, dunque, come una bussola critica e un invito al dialogo e alla collaborazione tra discipline, competenze e istituzioni.

Riferimenti bibliografici

AIROLDI, M. (2024), *Machine Habitus. Sociologia degli algoritmi*, Luiss University Press, Roma.

BENJAMIN, R. (2019), *Race after technology: abolitionist tools for the New Jim Code*, Polity, Cambridge.

CARAMIAUX, B., FDILI ALAOUI, S. (2022), *"Explorers of Unknown Planets": Practices and Politics of Artificial Intelligence in Visual Arts*, in "Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction", 6, CSCW2, articolo 477, pp. 1–24.

CECCARELLI, S., et al. (2024), *Evaluating visitors' experience in museum: comparing artificial intelligence and multi-partitioned analysis*, in "Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage", 33, e00340.

CRAWFORD, K. (2021), *Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*, Yale University Press, New Haven/London.

DERDA, I., PREDESCU, D. (2025), *Towards human-centric AI in museums: practitioners' perspectives and technology acceptance of visitor-centered AI for value*

(co-)creation, in "Museum Management and Curatorship", 40, 4, pp. 532–554.

EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE-GENERAL FOR COMMUNICATIONS NETWORKS, CONTENT AND TECHNOLOGY (2022), *Opportunities and challenges of artificial intelligence technologies for the cultural and creative sectors*, Publications Office of the European Union.

FOKA, A., GRIFFIN, G. (2024), *AI, Cultural Heritage, and Bias: Some Key Queries That Arise from the Use of GenAI*, in "Heritage", 7, pp. 6125–6136.

NATALE, M. T. (2023), *Istituzioni culturali e riuso del patrimonio culturale digitale: buone pratiche a livello internazionale*, in "DigItalia", 18, 2, pp. 155-161.

NEUDECKER, C. (2022), *Cultural Heritage as Data: Digital Curation and Artificial Intelligence in Libraries*, in "CEUR Workshop Proceedings", vol. 3234.

O'NEIL, C. (2016), *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*, Crown, New York.

UNESCO, CULTAI (2025), *Report of the Independent Expert Group on Artificial Intelligence and Culture*, available at: <https://mondiacult2025.com/wp-content/uploads/2025/09/CULTAI_Report-of-the-Independent-Expert-Group-on-Artificial-Intelligence-and-Culture.pdf> (last accessed 15 December 2025).

SEZIONE I

Approcci e prospettive

1. Intelligenza artificiale e processi di *machine learning* applicati ai beni culturali, territoriali e museali

Saverio G. Malatesta

1. Un nuovo paradigma

L'incontro tra intelligenza artificiale (IA) e patrimonio culturale non rappresenta una semplice evoluzione tecnologica, ma una svolta paradigmatica destinata a ridefinire il concetto stesso di bene culturale, la sua fruizione e la sua tutela. L'integrazione delle tecnologie digitali intelligenti nei processi culturali sta infatti generando uno slittamento concettuale: da una visione del patrimonio come un elemento granitico, agilmente individuabile e pertanto facilmente ascrivibile ai fini della tutela, a una visione dinamica, relazionale, capace di evolversi e dialogare con le comunità e i contesti attraverso dati, reti e algoritmi. Poiché l'IA è in grado di elaborare grandi moli di informazioni visive, testuali e ambientali, rilevando *pattern*, anticipando fenomeni, suggerendo connessioni, generando contenuti, può essere letta come un'infrastruttura cognitiva, conoscitiva e politico-etica che ridefinisce i confini stessi della produzione e della fruizione del sapere culturale.

Una decina di anni fa, nel pieno dell'entusiasmo verso operazioni di digitalizzazione, Edmondson (2016) esplorava il vero significato della trasformazione digitale della memoria culturale. La conservazione digitale non è una restituzione acritica della realtà documentale, ma è parte di un processo di costruzione attivo e selettivo della memoria, in cui le decisioni tecnologiche e istituzionali determinano cosa viene salvato, come viene rappresentato e in quale forma viene tramandato: *in nuce*, racchiude già molte delle problematiche derivanti dall'adozione dell'IA nei contesti archivistici e museali, dove la mediazione algoritmica assume un ruolo sempre più incisivo nella definizione del valore e della persistenza dei contenuti. Tale selezione – della quale

non sempre si conosce la *ratio* oggettiva – va a interferire con il contesto quotidiano e la soggettività dell'attore umano: come già evidenziato in Cameron e Kenderdine (2007), in ambito culturale le interfacce digitali e le tecnologie interattive ridefiniscono il rapporto tra oggetto, contesto e pubblico. Diventano una vera e propria interfaccia curatoriale, un ambiente relazionale capace di riconfigurare la fruizione estetica e partecipativa del patrimonio. Da questa prospettiva si comprende meglio come gli attuali sistemi intelligenti di raccomandazione, visualizzazione e narrazione adattiva estendano e radicalizzino le logiche della mediazione curatoriale: l'utente non è più destinatario passivo, ma coautore spesso inconsapevole di esperienze interpretative dinamiche, dal momento che l'algoritmo tiene conto non del significato ultimo, ma delle preferenze del fruitore stesso. L'intelligenza artificiale assume, così, una funzione ermeneutica, mediando tra dati, narrazione e comprensione, non in termini assoluti ma relativi.

Ne consegue uno scenario non più strettamente tecnologico, ma un paradigma etico e ontologico dell'era informazionale: Floridi (2014, 2022) aggiorna il concetto di *infosfera* – un ambiente costitutivamente digitale in cui ogni entità, umana o artificiale, partecipa a processi di scambio, produzione e trasformazione di informazione – introducendo la variabile dell'IA come agente morale, che contribuisce alla ridefinizione delle relazioni fra conoscenza, potere e responsabilità. Il crescente ruolo dell'intelligenza artificiale nella quotidianità dell'infosfera rende necessario considerare costantemente tre fattori: l'*accountability* algoritmica, ossia la necessità di rendere tracciabili e comprensibili i processi decisionali delle macchine; la governance etica dei dati, che implica un equilibrio tra innovazione e tutela dei diritti fondamentali; la sostenibilità ontologica dell'infosfera, intesa come impegno a preservare la qualità informazionale e semantica dell'ambiente digitale in cui si sviluppano conoscenza e cultura, al fine di garantire rappresentazione, accesso e valorizzazione delle *humanities*.

Applicate ai beni culturali, queste prospettive delineano un quadro affascinante e al contempo complesso: dalla semplice conservazione preventiva alla digitalizzazione, dalle tecnologie basate su sensori e visione artificiale alla gestione predittiva dei flussi di visitatori, fino alla creazione di esperienze personalizzate e dinamiche, modellate in tempo reale sul comportamento, sugli interessi e persino sulle emozioni del pubblico. Tutte queste sfaccettature di creazione e fruizione comportano implicazioni tanto operative quanto concettuali: le tecnologie

intelligenti non sono neutre, bensì mediano, selezionano, plasmano l'accesso al reale, e come questo avvenga – in base a quale modello di apprendimento e collegamento di informazioni – non è conoscibile[1]. Pertanto, quando un algoritmo filtra, interpreta o ripresenta un oggetto culturale, interviene nella costruzione stessa del significato e della memoria: da qui deriva l'urgenza di sviluppare modelli critici, etici e responsabili di IA culturale, capaci di valorizzare il patrimonio senza tradirne la complessità storica e simbolica.

2. L'IA nel settore culturale

A livello teorico, si possono individuare tre filoni principali attraverso cui l'intelligenza artificiale viene interpretata e applicata specificamente nell'ambito della cultura: gli approcci computazionale-umanistico, conservativo-operativo ed esperienziale-interattivo[2].

Il primo si sviluppa all'interno delle *Digital Humanities*, quel campo interdisciplinare che unisce le scienze umane e le tecnologie informatiche: l'IA viene utilizzata per elaborare grandi *corpora* testuali (come manoscritti medievali, epigrafi, archivi storici) attraverso tecniche di *Natural Language Processing* (NLP)[3], *entity recognition*[4], *topic modeling*[5] e traduzione automatica. Esempio emblematico in tal senso è il progetto READ (*Recognition and Enrichment of Archival Documents*), finanziato dall'Unione Europea, che utilizza l'IA per il riconoscimento automatico della scrittura a mano nei documenti storici, con applicazioni in

---

1 Sebbene, dati i tempi tumultuosi dello sviluppo informatico, possa risultare datato, rimane illuminante l'articolo a firma di Noam Chomsky, Ian Roberts e Jeffrey Watumull "The False Promise of ChatGPT", apparso sul New York Times nel "lontano" 2023: https://www.nytimes.com/2023/03/08/opinion/noam-chomsky-chatgpt-ai.html

2 Si veda, ad esempio, "Artificial intelligence in the context of cultural heritage and museums. Complex challenges and new opportunities", Commissione Europea, https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747120/EPRS_BRI%282023%29747120_EN.pdf

3 L'*Elaborazione del Linguaggio Naturale* è un ramo dell'intelligenza artificiale che si occupa di far comprendere, interpretare, generare e manipolare il linguaggio umano da parte dei computer.

4 Il *Riconoscimento delle Entità* (chiamato anche *Named Entity Recognition* – NER) è una tecnica dell'NLP che serve per identificare e classificare automaticamente le entità (persone, luoghi, organizzazioni, date ecc.) all'interno di un testo.

5 Si tratta di una tecnica dell'NLP che serve per scoprire automaticamente gli argomenti principali (in inglese, *topics*) all'interno di un insieme di testi – senza sapere in anticipo di cosa parlano.

oltre sessanta archivi europei: dall'esperienza deriva lo strumento "Transkribus", oggi riferimento internazionale nella digitalizzazione paleografica[6].

Nell'approccio conservativo-operativo, invece, l'IA è impiegata nella conservazione preventiva e nella diagnostica. Sistemi di visione artificiale e *machine learning* vengono addestrati su *dataset* fotografici e ambientali per procedere a restauri integrativi, individuare micro-danneggiamenti o attacchi biologici, oppure accelerare e rendere più precise analisi non invasive. Al primo caso si ascrivono esperimenti come quelli condotti da Song e Wang (2021), i quali hanno realizzato una struttura di rete generativa migliorata per risolvere le carenze della struttura di rete esistente nel restauro di difetti murali; al secondo, invece, ricerche come quella condotta dall'Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR ISPC) di Catania, che ha messo a punto uno strumento in grado di migliorare l'analisi dei materiali artistici sfruttando una rete neurale per l'apprendimento profondo, capace di analizzare grandi quantità di dati spettrali ottenuti tramite fluorescenza a raggi X, una tecnica comunemente usata per studiare i pigmenti dei dipinti.

Con il filone esperienziale-interattivo, infine, si scende nel campo della mediazione culturale: l'obiettivo non è solo comprendere o conservare il patrimonio, ma costruire esperienze personalizzate per i visitatori, aumentando l'accessibilità, l'inclusione e il coinvolgimento. Si segnala in tal senso il progetto ARTEMISIA (*Analisi delle Reazioni e delle Traiettorie dell'Esperienza Museale Individuale con Strumenti di Intelligenza Artificiale*): coordinato dal CNR ISPC in collaborazione con il CNR ISTC, il Centro interdipartimentale di ricerca DigiLab di Sapienza Università di Roma e l'azienda iComfort, si focalizza sull'analisi delle traiettorie e delle reazioni emotive dei visitatori all'interno del Museo di Roma a Palazzo Braschi[7]. Utilizzando sensori avanzati e algoritmi di intelligenza artificiale, il progetto ha inteso comprendere come fattori architettonici, organizzativi e didattici influenzino l'esperienza museale, al fine di ottimizzare i percorsi espositivi e migliorare la soddisfazione del pubblico (cfr. Cap. 6).

La trasformazione in atto è sostenuta anche da un'ampia gamma di politiche pubbliche – che saranno approfondite in seguito soprat-

[6] https://read.transkribus.eu

[7] https://artemisiaproject.it

tutto per quanto riguarda la proprietà e l'utilizzo dei dati – e progettualità internazionali. Nelle raccomandazioni del "Global AI Ethics and Governance Observatory"[8], l'UNESCO sostiene che l'IA applicata alla cultura debba essere progettata secondo i principi di inclusività, trasparenza, sostenibilità ambientale e rispetto dei diritti culturali. Sono istanze fortemente sentite a livello internazionale, cui anche la Commissione Europea ha risposto, definendo l'IA culturale come un sistema tecnico capace di assistere o sostituire l'attività umana nella creazione, gestione e fruizione di contenuti culturali, rispettando normative sul diritto d'autore, protezione dei dati e accesso aperto[9]. Confermandosi all'avanguardia nel trattamento delle problematiche e delle potenzialità dell'intelligenza artificiale, l'UE ha preposto un ufficio apposito a supporto dello sviluppo dell'IA al servizio di diversi operatori[10], finanziando al contempo numerosi progetti, tra i quali "Time Machine"[11], una macchina del tempo digitale basata su *big data* storici.

L'Italia ha intrapreso, negli ultimi anni, un percorso sistematico e istituzionale volto a promuovere lo sviluppo, l'adozione e la regolamentazione dell'intelligenza artificiale, riconoscendone la rilevanza strategica per la modernizzazione del Paese. La "Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024–2026"[12], redatta da AgID e dal Dipartimento per la Trasformazione Digitale, costituisce l'attuale quadro di riferimento per il triennio in corso. Il documento individua quattro assi prioritari di intervento – ricerca, pubblica amministrazione, imprese e formazione – e introduce un sistema strutturato di monitoraggio e valutazione delle politiche pubbliche per l'IA. Tale documento aggiorna e prosegue le linee d'indirizzo della "Strategia Nazionale per l'Intelligenza Artificiale 2020", promossa dal Ministero dello Sviluppo Economico, che già poneva l'accento sull'importanza dell'IA in ambiti come la conservazione, digitalizzazione e valorizzazione del patrimonio culturale e paesaggistico, anche attraverso l'integrazione con le industrie culturali e creative[13]. Sempre l'AgID, dal punto di vista normativo e

---

8 https://www.unesco.org/en/artificial-intelligence/recommendation-ethics

9 https://digital-strategy.ec.europa.eu/en

10 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_383

11 https://www.timemachine.eu/

12 https://www.agid.gov.it/sites/agid/files/2024-07/Strategia_italiana_per_l_Intelligenza_artificiale_2024-2026.pdf

13 https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/Strategia_Nazionale_AI_2020.pdf

amministrativo, ha elaborato un "Decalogo per l'adozione dell'IA nella Pubblica Amministrazione", volto a promuovere l'adozione responsabile e trasparente delle tecnologie IA. Il documento fornisce indicazioni operative in merito a interoperabilità, tracciabilità, sicurezza, sostenibilità, neutralità tecnologica e valorizzazione delle competenze interne alla PA[14].

In riferimento specifico all'ambito culturale, un ruolo centrale è ricoperto dal "Piano Nazionale di Digitalizzazione del Patrimonio Culturale (PND) 2022-2023", predisposto dal Ministero della Cultura. Il PND stabilisce obiettivi, metodologie e criteri per la digitalizzazione e la gestione dei beni culturali digitali, ponendo un'enfasi crescente sull'interoperabilità, sull'accessibilità semantica dei dati e sulla valorizzazione attraverso strumenti tecnologici avanzati, inclusi modelli basati sull'intelligenza artificiale[15]. In parallelo, il Ministero ha avviato il progetto "I.PaC – Infrastruttura e Servizi Digitali per il Patrimonio Culturale", con l'obiettivo di costruire un ecosistema digitale integrato e collaborativo per la gestione e la valorizzazione del patrimonio culturale nazionale. I.PaC rappresenta il quadro operativo per la cooperazione interistituzionale nella digitalizzazione, nonché una piattaforma di raccordo tra soggetti pubblici e privati nel contesto dell'ecosistema europeo dei dati[16]. Tra le applicazioni a livello centralizzato, si segnala il progetto "Cat-IA", promosso dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD): l'intelligenza artificiale viene utilizzata per supportare la classificazione, il riconoscimento automatico e la descrizione dei beni culturali presenti nel Catalogo Generale, migliorandone l'accessibilità e la fruizione per operatori, ricercatori e pubblico generico[17]. Tuttavia, a fronte di tali progressi, il sistema italiano evidenzia ancora alcune criticità operative di natura strutturale e organizzativa. Permangono infatti la frammentazione dei dataset, la disomogeneità degli standard descrittivi, la distribuzione diseguale delle competenze digitali all'interno delle istituzioni e una marcata

---

[14] https://www.agid.gov.it/sites/agid/files/2024-06/Degalogo%20AgID%20IA%20nella%20PA.pdf

[15] https://digitallibrary.cultura.gov.it/wp-content/uploads/2023/10/PND_V1_1_2023-1.pdf

[16] https://ipac.cultura.gov.it/wp-content/uploads/2024/08/Allegato-3-Executive-Summary_Linee-guida-di-cooperazione-con-I.PaC_202408.pdf

[17] https://www.iccd.beniculturali.it/it/150/archivio-news/5436/cat-ia-l-intelligenza-artificiale-al-servizio-del-catalogo-generale-dei-beni-culturali

dipendenza da fornitori esterni per infrastrutture cloud e modelli linguistici di grandi dimensioni. Queste condizioni generano un divario tra istituzioni di grandi dimensioni e realtà locali, riducendo la capacità del sistema nel suo complesso di sviluppare una reale sovranità digitale e di garantire la sostenibilità a lungo termine delle infrastrutture culturali nazionali. Una prospettiva più matura sull'IA in ambito culturale dovrebbe dunque coniugare innovazione tecnologica, autonomia operativa e responsabilità etico-istituzionale, promuovendo un equilibrio tra apertura, sicurezza e tutela del valore pubblico del patrimonio.

Mentre il quadro normativo e amministrativo è in continuo aggiornamento, emergono costantemente nuovi attori della filiera culturale: startup, imprese tecnologiche, centri di ricerca interdisciplinari e collettivi creativi che operano a cavallo tra scienza dei dati, storytelling digitale e intelligenza artificiale. In questo scenario, le istituzioni culturali sono chiamate a ripensare il proprio ruolo non più solo come custodi del passato, ma come *hub* di innovazione culturale in grado di coniugare memoria e futuro, radicamento territoriale e rete globale, conoscenza umanistica e potenzialità computazionali.

Sulla base di tali premesse, di seguito si esaminano i principali *cluster* di applicazione dell'IA nell'ambito culturale: i casi studio riportati, che non hanno la pretesa di completezza e sono stati schematizzati per esigenze di spazio in tre tabelle esplicative, rispondono alla necessità di costruire un quadro comparativo e sistematico delle principali applicazioni contemporanee dell'intelligenza artificiale nel settore dei beni culturali, articolando le esperienze osservate secondo tre macro-ambiti operativi: la conservazione preventiva e le tecnologie predittive (Tabella 1), l'ottimizzazione dei flussi e la gestione adattiva delle risorse (Tabella 2), e infine la personalizzazione e l'accessibilità aumentata dell'esperienza culturale (Tabella 3). Questa tripartizione non è puramente descrittiva, ma riflette una progressione funzionale e concettuale: dall'impiego dell'IA come strumento tecnico e diagnostico alla sua integrazione nei processi decisionali e comunicativi, fino alla piena dimensione esperienziale ed etico-sociale.

La selezione dei casi studio è avvenuta attraverso una metodologia qualitativa comparativa, basata su un'analisi incrociata di fonti scientifiche, rapporti istituzionali e documentazione progettuale disponibile in *open access*; i casi sono stati scelti per la loro capacità di rappresentare la varietà e la maturità delle sperimentazioni in corso,

nonché la diversità dei contesti geografici, istituzionali e disciplinari. I criteri adottati hanno privilegiato innanzitutto l'innovatività tecnologica, intesa come capacità di introdurre soluzioni originali nell'ambito della digitalizzazione, della curatela algoritmica o della mediazione culturale; quindi, l'impatto operativo e sociale, valutato in termini di trasferibilità dei risultati, partecipazione del pubblico e benefici concreti per la conservazione o l'accessibilità dei beni. A questi si aggiunge la rappresentatività geografica e istituzionale, per assicurare un equilibrio tra esperienze europee ed extraeuropee, tra musei nazionali, enti di ricerca, startup tecnologiche e iniziative civiche. Sono stati inoltre considerati criteri di interdisciplinarità metodologica e di integrazione dei dati, privilegiando i progetti capaci di connettere intelligenza artificiale, scienze del patrimonio, *interaction design* e scienze sociali digitali; e anche la disponibilità e verificabilità delle fonti, requisito essenziale per garantire la trasparenza del processo di analisi e la replicabilità delle valutazioni. In prospettiva più ampia, la costruzione delle tre tabelle ha perseguito un duplice obiettivo: da un lato, delineare un repertorio aggiornato delle pratiche emergenti nel rapporto tra IA e patrimonio culturale; dall'altro, fornire una base empirica per una riflessione teorica sulle trasformazioni epistemiche e istituzionali che l'intelligenza artificiale sta introducendo nei processi di conoscenza, conservazione e fruizione culturale.

3. Conservazione preventiva e tecnologie predittive

Tra le applicazioni più rilevanti e strategiche dell'intelligenza artificiale nell'ambito dei beni culturali, la conservazione preventiva occupa un ruolo di primo piano. Si configura come un insieme articolato di pratiche e strategie volte a mitigare i fattori di rischio e a prevenire processi di degrado materiale e funzionale che interessano opere d'arte, manufatti archeologici, edifici storici e ambienti culturali complessi, prima che tali alterazioni diventino irreversibili.

L'introduzione dell'IA consente di superare l'approccio tradizionalmente reattivo della conservazione, in favore di una logica predittiva e proattiva: grazie all'impiego di tecnologie, quali il *machine learning*, la *computer vision* e l'analisi ambientale avanzata (basata su dati climatici, sensoriali e storici), è oggi possibile rilevare in tempo reale micro-alterazioni o anomalie non percepibili a occhio nudo; modellizzare scenari

di rischio, simulando l'evoluzione di fattori di stress ambientale, strutturale o antropico; supportare la pianificazione di interventi conservativi mirati, reversibili e a basso impatto. Tali capacità, fondate su basi scientifiche e computazionali solide, non solo incrementano l'efficacia delle azioni preventive, ma favoriscono una gestione sostenibile, integrata e intelligente del patrimonio culturale, in linea con le direttive internazionali e le agende digitali europee.

3.1. Visione artificiale e *image processing*

I sistemi avanzati di visione artificiale applicati al patrimonio culturale rappresentano una frontiera innovativa nella conservazione preventiva. Queste tecnologie permettono l'analisi automatizzata di immagini ad alta risoluzione di superfici artistiche complesse, come affreschi, dipinti, mosaici e arazzi, confrontando ogni pixel con modelli di riferimento storici o elaborati tramite algoritmi di apprendimento automatico. Attraverso questa comparazione, variazioni cromatiche, microfratture, rigonfiamenti o abrasioni possono essere interpretate come indicatori precoci di potenziali processi di degrado, spesso non rilevabili all'occhio umano.

A cavallo tra analisi e valorizzazione si pone "RePAIR" (*Reconstructing the Past: Artificial Intelligence and Robotics meet Cultural Heritage*), finanziato dal programma Horizon 2020 dell'Unione Europea. Questo progetto mira a sviluppare una tecnologia innovativa per eliminare virtualmente una delle fasi più laboriose nella ricerca archeologica: la ricostruzione fisica delle opere d'arte in frantumi. Utilizzando intelligenza artificiale e robotica, RePAIR consente di analizzare e assemblare automaticamente frammenti di manufatti, come vasi e affreschi, migliorando l'efficienza e la precisione del processo di restauro[18].

In direzione della salvaguardia dei beni culturali, infine, è indicativo il progetto "S.W.O.A.D.S." (*Stolen Works Of Art Detection System*), sviluppato dal Comando Carabinieri per la Tutela del Patrimonio Culturale: utilizza tecnologie avanzate, come il *machine learning* e l'analisi di *big data*, per la ricerca e l'individuazione delle opere d'arte trafugate. S.W.O.A.D.S. rappresenta un'evoluzione delle soluzioni precedentemente in dotazione al Comando, integrando la raccolta automatica di dati da fonti web, *deep web* e *social media*, e costituendo

[18] https://www.repairproject.eu/

una base per progetti internazionali di contrasto ai reati contro il patrimonio culturale.

3.2. *Image recognition* da satellite

L'integrazione tra intelligenza artificiale e telerilevamento satellitare ha aperto nuove frontiere nella ricerca archeologica, rendendo possibile l'identificazione di siti antichi in aree estese, spesso inaccessibili o non ancora esplorate sistematicamente. I modelli di apprendimento automatico, associati a dati telerilevati multispettrali o ottici, offrono oggi la possibilità di rilevare *pattern* topografici e segnali visivi minimi, indicativi della presenza di insediamenti umani, strutture sepolte o tracce antropiche residuali.

Un caso emblematico è rappresentato dal progetto IA per il rilevamento automatico di siti archeologici nella pianura mesopotamica: attraverso l'impiego di reti neurali convoluzionali (CNN) addestrate su immagini satellitari ad alta risoluzione, il modello ha raggiunto un'accuratezza prossima all'80%, producendo mappe di calore georeferenziate utili per la pianificazione di indagini sul campo (Casini et al., 2023). Un secondo caso simile proviene dalla regione andina, dove sono state applicate tecniche di apprendimento contrastivo semi-supervisionato per l'identificazione di strutture urbane precolombiane. Utilizzando dati satellitari e un dataset scarsamente etichettato, il modello ha raggiunto un'accuratezza bilanciata del 79%, superando limiti legati alla scarsità di *ground-truth* archeologici, dimostrando la versatilità delle architetture IA nell'analisi di contesti geomorfologicamente complessi (Xu et al., 2023).

In Italia, un'applicazione di particolare interesse è rappresentata da "NuragAI", coordinato dal CNR ISPC e dal Centro interdipartimentale di ricerca DigiLab - Sapienza Università di Roma. L'iniziativa si propone di mappare, riconoscere e classificare i nuraghi della Sardegna attraverso l'uso combinato di intelligenza artificiale e immagini satellitari. Il progetto ha previsto la creazione di un dataset supervisionato di strutture nuragiche, integrando fotografie aeree, rilievi topografici e mappe storiche. Mediante l'addestramento di modelli di *deep learning*, è stato possibile individuare nuove strutture nuragiche non ancora censite, contribuendo alla valorizzazione di uno dei più vasti patrimoni archeologici preistorici d'Europa (Palombini et al., 2023).

3.3. Analisi predittiva ambientale

Altro campo in rapida evoluzione è quello della modellazione predittiva basata su sensori ambientali. Temperature e umidità, esposizione alla luce, vibrazioni e qualità dell'aria vengono monitorate in tempo reale attraverso reti di sensori; i dati vengono elaborati da algoritmi di apprendimento automatico supervisionato, che correlano condizioni ambientali e velocità di deterioramento.

Antesignano è stato "Smart@POMPEI", sviluppato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) in collaborazione con il Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo (MiBACT), nel 2017. Questo progetto ha integrato tecnologie innovative, come l'*Internet of Things* (IoT), sensori ambientali e sistemi di monitoraggio avanzati, per creare un modello tecnologico integrato finalizzato alla gestione intelligente e sostenibile della sicurezza del Parco Archeologico di Pompei. Il sistema consentiva il monitoraggio in tempo reale di movimenti e deformazioni del terreno e delle strutture, rilevando anomalie di origine antropica o ambientale e avviando allarmi in caso di superamento di soglie critiche. Tutte le attività progettuali e tecnologiche erano gestite da una cabina di regia, garantendo una governance efficace e inclusiva del parco archeologico[19].

Il Louvre Abu Dhabi ha implementato un avanzato sistema di controllo del microclima all'interno delle sue gallerie espositive: sensori ambientali interconnessi consentono un monitoraggio in tempo reale delle condizioni climatiche. I dati raccolti vengono analizzati da un software dedicato, sviluppato in collaborazione con specialisti, che consente di catalogare e analizzare le informazioni ambientali storiche per garantire condizioni ottimali di conservazione delle opere d'arte. Questo approccio ha permesso di mantenere un microclima stabile, fondamentale per la preservazione di manufatti sensibili alle variazioni climatiche[20].

Una rassegna più articolata è offerta dalla Tabella 1, che riporta venti esempi, provenienti da contesti istituzionali e geografici eterogenei, con una panoramica significativa delle modalità attraverso cui l'IA sta ridefinendo le pratiche di tutela, spostando l'attenzione dal paradigma

---

[19] https://www.cnr.it/it/news/7726/presentato-al-tfa2017-il-primo-smart-archeological-park-smart-pompei

[20] https://prod-cm.louvreabudhabi.ae/-/media/documents-2024/annual-report-2020.pdf

reattivo dell'intervento al paradigma proattivo della previsione e della gestione dei rischi. I progetti raccolti si articolano attorno alle tre principali linee operative delineate in precedenza. La prima riguarda l'impiego di modelli di apprendimento automatico e reti neurali convoluzionali per la diagnostica avanzata dei materiali e il riconoscimento di anomalie, con risultati di grande rilievo in ambito pittorico, archeologico e architettonico — si pensi alle applicazioni di *deep learning* per superfici lapidee in Cina (voce 6); la seconda linea concerne l'uso dell'IA per la modellazione predittiva del rischio e la manutenzione preventiva, che trova espressione in iniziative europee come ART-RISK e 4CH Project, ma anche in programmi di scala locale come RePAIR o il "Predictive Maintenance of an Archaeological Park". Infine, una terza area di sviluppo riguarda l'integrazione dell'IA con tecnologie IoT e sistemi informativi territoriali (GIS), per il monitoraggio ambientale e strutturale di siti complessi, come nel caso del progetto peruviano HUACAS o dell'esperienza vaticana del Digital Twin di San Pietro. Ne emerge un quadro rappresentativo dell'evoluzione interdisciplinare che caratterizza la conservazione digitale: l'incontro tra *heritage science*, scienze computazionali e analisi dei dati genera infatti un nuovo ecosistema operativo fondato sull'intelligenza distribuita. L'IA diventa così un agente cognitivo capace di correlare dati eterogenei — ambientali, materici, strutturali — e di trasformarli in strumenti decisionali per la gestione del rischio, la pianificazione degli interventi e la sostenibilità dei processi conservativi, anche nel caso del patrimonio immateriale (voce 9).

Tab. 1. Casi studio: IA per la conservazione preventiva e tecnologie predittive

	Progetto	Paese	Tecnologia	Descrizione	Anno	Fonte/Link	Tema
1	ART-RISK	Spagna	IA per analisi del rischio	Modello predittivo per la conservazione preventiva di edifici storici.	2021	www.upo.es/investiga/art-risk-service/art-risk3/index_en.html	Uso innovativo dell'IA per la conservazione del patrimonio.
2	4CH Project	Europa	IA, tecnologia 3D	Conservazione del patrimonio culturale attraverso la tecnologia 3D e l'intelligenza artificiale.	2021	www.4ch-project.eu	Iniziativa europea per la digitalizzazione e conservazione del patrimonio.
3	RePAIR	Italia	IA e robotica	Uso dell'IA per la ricostruzione fisica delle opere d'arte in frantumi.	2021	www.repairproject.eu	Uso innovativo dell'IA per la tutela di siti archeologici.

4	Saint George on a Bike	Spagna	IA, archiviazione digitale	Progetto per la tutela dell'eredità artistica europea attraverso l'archiviazione digitale che sfrutta tecniche IA.	2021	saintgeorgeonabike.eu	Esempio di IA applicata alla conservazione dell'arte.
5	Vasari's The Lives of The Artists	Germania	Reti neurali, NLP	Recupero e analisi predittiva di testi storici per la conservazione della memoria culturale.	2022	https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000150720	Applicazione interdisciplinare di NLP per la valorizzazione e conservazione del patrimonio documentale.
6	Deep Learning per Stele Antiche	Cina	Autoencoder e GAN	Rilevamento automatico di anomalie su superfici di stele antiche.	2023	arxiv.org/abs/2308.04426	Applicazione dell'apprendimento profondo per la conservazione preventiva.
7	Identificazione di Edifici Storici in Iran	Iran	CNN e Grad-CAM	Classificazione e localizzazione di difetti in edifici storici tramite deep learning.	2023	arxiv.org/abs/2302.14354	Uso di tecniche avanzate di IA per la conservazione architettonica.
8	Restauro Artistico con DDCNN	India	Reti neurali convoluzionali	Restauro di opere d'arte deteriorate utilizzando una rete neurale convoluzionale distribuita.	2023	arxiv.org/abs/2310.05270	Innovazione nell'uso dell'IA per il restauro artistico.
9	Protezione della Cultura Batik Miao	Cina	Grafi di conoscenza e DL	Utilizzo di grafi di conoscenza e deep learning per la protezione della cultura Batik Miao.	2024	arxiv.org/abs/2404.06168	Integrazione di IA per la conservazione del patrimonio culturale immateriale.
10	AI4Culture	Europa	Piattaforma IA per il patrimonio culturale	Piattaforma che fornisce strumenti IA per la conservazione e gestione del patrimonio culturale.	2024	ai4culture.eu/	Iniziativa europea per integrare l'IA nella conservazione del patrimonio culturale.
11	Digital Twin di San Pietro	Vaticano	IA e fotogrammetria	Creazione di un gemello digitale della Basilica di San Pietro per monitoraggio e conservazione.	2024	press.vatican.va/content/dam/salastampa/it/fuori-bollettino/pdf/CS%20Fabbrica%20San%20Pietro.pdf	Collaborazione tra Vaticano e Microsoft per la conservazione digitale.
12	Engineering Historical Memory	Internazionale	IA, database e motore di ricerca	Strumento di ricerca digitale per fonti storiche primarie.	2024	engineeringhistoricalmemory.com/	Iniziativa per la digitalizzazione e accessibilità del patrimonio storico.

13	Predictive Maintenance of an Archaeological Park	Italia	IA, IoT, manutenzione predittiva	Sviluppo di una metodologia basata su machine learning per il monitoraggio e la manutenzione predittiva di strutture in parchi archeologici.	2024	https://doi.org/10.1007/978-3-031-60611-3_23	Applicazione pratica dell'IA per la conservazione preventiva del patrimonio archeologico.
14	Revolutionizing Cultural Heritage Preservation	Internazionale	IA, IoT, manutenzione predittiva	Introduzione di un sistema basato su IoT che combina monitoraggio, manutenzione predittiva e supporto decisionale	2024	link.springer.com/article/10.1007/s12065-024-00959-y	Integrazione di IA e IoT per la gestione proattiva della conservazione del patrimonio.
15	AID HCH	Slovenia	Modelli predittivi IA	Sviluppo di modelli predittivi per la manutenzione preventiva del patrimonio culturale.	2025	hslab.fkkt.uni-lj.si/2025/04/01/aid-hch-advancing-humanities-and-cultural-heritage-with-artificial-intelligence/	Progetto di ricerca focalizzato sulla previsione della manutenzione preventiva.
16	HeritageWatch.AI	Internazionale	IA e immagini satellitari	Sistema che utilizza IA per analizzare immagini satellitari e proteggere siti culturali.	2025	heritagewatch.ai/	Uso innovativo dell'IA per la protezione del patrimonio in contesti di crisi.
17	Progetto HUACAS	Perù	IA, telerilevamento, modellazione climatica	Utilizzo di IA e tecnologie di telerilevamento per la salvaguardia del patrimonio archeologico peruviano.	2025	www.mdpi.com/2072-4292/17/1/67	Approccio multidisciplinare per la tutela del patrimonio culturale.
18	AI-assisted 3D Preservation and Reconstruction of Temple Arts	Taiwan	IA, modellazione 3D	Ricostruzione 3D assistita da IA delle arti templari, utilizzando dati fotografici storici.	2025	arxiv.org/abs/2503.10031	Applicazione dell'IA per la preservazione e ricostruzione di artefatti culturali.
19	Time Travel Benchmark	Internazionale	Modelli multimodali IA	Capacità dei modelli IA nell'analisi di artefatti storici e culturali.	2025	arxiv.org/abs/2502.14865	Strumento per migliorare l'applicazione dell'IA nella conservazione del patrimonio culturale.
20	AI Scanning for Flapper Skate Conservation	Scozia	IA, riconoscimento immagini	Utilizzo di IA per analizzare immagini fotografiche di razze marine.	2025	www.theguardian.com/environment/2025/apr/05/scotland-conservation-project-flapper-skate-ai-database	Esempio di IA applicata alla conservazione della biodiversità marina, con potenziali applicazioni nel monitoraggio del patrimonio naturale.

4. Ottimizzazione dei flussi museali e dei dati dei visitatori

Nel contesto contemporaneo, caratterizzato da un progressivo incremento della pressione turistica e da una crescente eterogeneità del pubblico, i musei e le istituzioni culturali si trovano a dover affrontare la sfida della gestione sostenibile, inclusiva ed efficiente dell'esperienza di visita. In tale scenario, l'adozione di sistemi basati su IA si configura come una leva strategica per la modellazione e l'ottimizzazione dei flussi di visitatori, nonché per l'analisi predittiva dei comportamenti e delle preferenze dell'utenza: consente di integrare e processare, in modalità automatica e in tempo reale, grandi volumi di dati eterogenei provenienti da fonti quali sensori ambientali, sistemi di videosorveglianza, biglietterie elettroniche, dispositivi di localizzazione *indoor*, app mobili e piattaforme digitali. L'analisi di questi dati, supportata da tecniche di *machine learning*, *clustering* comportamentale e modellazione predittiva, permette di tracciare i *pattern* di movimento e permanenza dei visitatori all'interno degli spazi espositivi; di simulare scenari alternativi di fruizione in base alla densità o alla stagionalità; di anticipare situazioni di sovraffollamento o congestione; di suggerire itinerari di visita personalizzati; di erogare contenuti e servizi mirati in funzione del profilo e delle interazioni dell'utente.

L'integrazione tra IA, *data analytics* e progettazione museografica intelligente apre dunque la strada a un nuovo paradigma di museo adattivo, in cui l'esperienza culturale è modellata dinamicamente sulla base delle condizioni ambientali, delle esigenze del pubblico e degli obiettivi di tutela e valorizzazione del patrimonio.

4.1. Sistemi predittivi e simulazione dei flussi

L'implementazione di algoritmi predittivi mediante IA sta trasformando la gestione operativa dei musei, permettendo una pianificazione più efficiente delle risorse e un'esperienza di visita ottimizzata. Attraverso l'analisi di dati provenienti da diverse fonti — quali biglietterie digitali, sensori ambientali, telecamere di sorveglianza e applicazioni mobili — è possibile anticipare l'affluenza a mostre temporanee, eventi speciali o aree particolarmente attrattive di un museo: diventa quindi possibile effettuare interventi mirati sull'organizzazione dei turni del personale, la gestione delle prenotazioni

e delle fasce orarie, la disposizione fisica delle opere e dei pannelli informativi, nonché la regolazione automatica della ventilazione e climatizzazione delle sale più affollate. Il Van Gogh Museum di Amsterdam, ad esempio, ha adottato un sistema di IA che utilizza tecniche di elaborazione del linguaggio naturale e *machine learning* per analizzare circa 1.500 commenti mensili dei visitatori, raccolti in diverse lingue. L'analisi dei *feedback* consente al museo di ottenere *insight* utili per migliorare l'esperienza dei visitatori e ottimizzare la gestione operativa[21].

In Italia, il Museo Egizio di Torino ha avviato "Neuro-Museum", in collaborazione con il Politecnico di Torino, con il fine di analizzare l'esperienza museale nei suoi aspetti cognitivi ed emozionali[22]. L'utilizzo di attrezzature neuroscientifiche indossabili diventa così utile per monitorare le reazioni dei visitatori durante la visita, con l'obiettivo di rendere il patrimonio culturale più accessibile e inclusivo.

Questi casi evidenziano come l'integrazione di sistemi predittivi basati su IA nei musei possa migliorare la sostenibilità ambientale delle visite e contribuire a una fruizione più confortevole e meno stressante per i visitatori.

4.2. Tracciamento e raccomandazione in tempo reale

Attraverso l'analisi in tempo reale delle preferenze espresse, del tempo a disposizione e della posizione del visitatore all'interno del museo, sistemi intelligenti possono suggerire opere da vedere, sezioni da evitare per affollamento e contenuti multimediali personalizzati, migliorando così l'accessibilità e l'*engagement* del pubblico.

Il Musée du Louvre ha implementato esperienze di realtà aumentata (AR) per arricchire la fruizione delle sue collezioni. "Egypt Augmented" consente ai visitatori di utilizzare i propri dispositivi mobili per visualizzare ricostruzioni tridimensionali e animazioni delle opere egizie, offrendo una comprensione più profonda e interattiva dei reperti. Queste esperienze sono attivate tramite codici QR posizionati

---

[21] https://www.consultancy.eu/news/9635/ai-tool-helps-van-gogh-museum-sieve-through-visitor-feedback

[22] https://www.polito.it/ateneo/comunicazione-e-ufficio-stampa/poliflash/politecnico-e-museo-egizio-insieme-per-l-inclusione-e-l

accanto alle opere e sfruttano la tecnologia AR per sovrapporre informazioni digitali al mondo reale[23].

Il Museum für Naturkunde di Berlino ha avviato, invece, progetti che integrano IA e *citizen science* per migliorare la comunicazione scientifica e l'interazione con il pubblico: con "Citizen Science Center for Nature, Sustainability and Digitalization", il museo supporta iniziative che utilizzano l'IA per analizzare dati raccolti dai visitatori, contribuendo alla conservazione della biodiversità e alla sensibilizzazione ambientale[24].

La Tabella 2 raccoglie venti casi studio che evidenziano come l'intelligenza artificiale stia entrando a pieno titolo nelle pratiche di gestione museale e dei siti culturali, spostando l'attenzione dalla mera conservazione o fruizione all'efficienza operativa, all'adattività del sistema e all'esperienza centrata sul visitatore. I progetti selezionati mostrano uno spostamento metodologico verso un modello di gestione predittiva e reattiva: l'uso di sistemi di previsione dell'affluenza e del flusso dei visitatori consente di pianificare turni e itinerari; gli algoritmi di analisi video e sensoriale rendono possibile il monitoraggio in tempo reale degli spazi e l'adattamento dei percorsi; le *dashboard* integrate forniscono *insight* strategici per le decisioni manageriali; le interfacce *IA-driven* permettono all'istituzione di rispondere in modo proattivo e personalizzato alle esigenze dei visitatori. Sono stati privilegiati progetti in cui l'IA non appare come semplice "aggiunta tecnologica", ma come elemento integrante del sistema gestionale: la capacità di trasformare dati grezzi in decisioni operative, di ridurre congestioni e code, di ottimizzare l'allocazione delle risorse e di migliorare la soddisfazione del pubblico è al centro dell'attenzione.

L'adozione dell'intelligenza artificiale in questi casi comporta anche un ripensamento della governance del patrimonio culturale: non solo innovazione tecnologica, ma integrazione strategica nei processi decisionali delle istituzioni, responsabilità nella gestione dei dati e sostenibilità delle operazioni, uniti all'interno di un'unica rete informativa e cognitiva.

---

[23] https://newsroom.snap.com/egypt-augmented

[24] https://www.museumfuernaturkunde.berlin/en/research/completed-development-and-trial-a-citizen-science-center-nature-sustainability-and

Tab. 2. Casi studio: IA per la gestione museale e la fruizione personalizzata

	Progetto	Paese	Tecnologia	Descrizione	Anno	Fonte/Link	Tema
1	Galleria Borghese – Simulazione dei Flussi	Italia	IoT, AI, Simulazione	Sistema basato su beacon BLE e Raspberry Pi per tracciare i movimenti dei visitatori e ottimizzare i flussi attraverso modelli stocastici.	2020	https://arxiv.org/abs/2006.16830	Permette di aumentare il numero di visitatori giornalieri riducendo la congestione nelle sale.
2	Museum of the Future	EAU	IA, IoT, Interfacce adattive	Percorsi dinamici e contenuti adattati al comportamento del visitatore tramite IA.	2022	https://museumofthefuture.ae	Innovazione continua e centralità dell'IA nella gestione esperienziale.
3	Refik Anadol – Unsupervised (MoMA)	USA	AI, ML, GANs	Visualizzazione generativa di dati museali del MoMA trasformati in arte visiva via IA.	2022	https://www.moma.org/calendar/exhibitions/5535	IA utilizzata per reinterpretare l'archivio museale in modo interattivo.
4	AI for MUSE – Torino	Italia	IA, App Mobile, IoT	App per generare percorsi personalizzati in tempo reale attraverso beacon e preferenze utente.	2023	https://www.esomas.unito.it/att/Ai_for_MUSE_intelligenza_artificiale_e_musei_comunicato_stampa_def.pdf	Personalizzazione dinamica dei percorsi museali basata su input utente e contesto.
5	SMK Open	Danimarca	IA, Open Data, Raccomandazione	Portale AI-driven per esplorazione personalizzata delle collezioni e interazioni digitali.	2023	https://open.smk.dk/	IA per ricerca, personalizzazione e accessibilità nelle collezioni online.
6	Tate AI – Visitor Data Analysis	Regno Unito	IA, Analytics, Predictive Modelling	Uso dell'IA per analizzare i dati dei visitatori e migliorare l'esperienza museale.	2023	https://www.tate.org.uk/research/tate-papers/25/value-and-audience-relationships	Approccio analitico predittivo per l'ottimizzazione dei flussi e delle visite.
7	ZKM – Intelligent Museum	Germania	IA, Semantica, Knowledge Graph	Sistemi IA per migliorare accesso e relazione tra opere e pubblico nei musei digitali.	2023	https://zkm.de/en/project/intelligentmuseum	Esperienza IA avanzata in interfaccia culturale e metadati semantici.
8	Valorizzazione della Valle dei Templi con l'IA - Agrigento	Italia	IA	Progetto, finanziato dal MiC, per migliorare la qualità dell'esperienza per i visitatori.	2024	https://www.univeur.org/cuebc/images/Territori/TdC_58.pdf	Ottimizzazione del flusso di visitatori e miglioramento dell'accessibilità. Utilizzando sensori e algoritmi predittivi, il sistema IA può calcolare in tempo reale la capacità di ciascun sito e fornire indicazioni ai turisti per evitare sovraffollamenti.

9	DiPA Tool – Fondazione Kainòn	Italia	Piattaforma web IA (accessibilità digitale)	Strumento gratuito che aiuta i musei a migliorare l'accessibilità dei progetti digitali, offrendo suggerimenti personalizzati tramite IA generativa.	2024	https://fondazionekainon.it/progetto/dipa-tool-digital-projects-accessibility-tool/	Supporto alle istituzioni culturali nell'implementazione di soluzioni digitali accessibili, promuovendo l'inclusività attraverso l'uso dell'IA.
10	Te Papa (Wellington) – progetto AI per UX e gestione	Nuova Zelanda	Flussi e *engagement*	Progetto di analitiche + feedback visitatori per calibrare servizi e percorsi (voce del pubblico nel ciclo di sviluppo)	2024	https://web.cs.wpi.edu/~rek/Projects/TePapa-Proposal-B24.pdf	Ottimizzazione dell'esperienza visitatore e staff.
11	UK museum "Perspective" – audience dashboard (NEMO)	Regno Unito	Decisioni data-driven	Dashboard di monitoraggio audience per pianificare staff, marketing e gestione dei picchi	2024	https://www.ne-mo.org/fileadmin/Dateien/public/Publications/NEMO_Working-Group_Digital-Transformation_Connected_journeys-Holistic_audience_measurement_in_the_age_of_digital_2024.pdf	Governance data-driven e decision support.
12	ZKM Karlsruhe – "But is it safe?"	Germania	Interfacce e policy per flussi	Installazione che usa biometria/AI per valutare impatti e guidare policy su percorsi e controlli d'accesso	2024	https://zkm.de/en/exhibition/2024/02/but-is-it-safe	Controllo flussi e policy partecipative.
13	ZKM Karlsruhe – "You have a new follower!"	Germania	Interfacce adattive	Esperienza che mostra inferenze AI su identità e comportamento	2024	https://zkm.de/en/exhibition/2024/09/you-have-a-new-follower	Trasparenza algoritmica e UX adattiva.
14	Seoul Robot & AI Science Museum	Corea del Sud	Smart venue e orchestration	Nuovo museo orientato a AI-driven operations (orchestrazione visitatori/robotica/servizi)	2024	https://www.ijsmdo.org/articles/smdo/pdf/2025/01/smdo240173.pdf	Venue intelligente e operazioni autonome.
15	Deep Q-Network per layout espositivo	Europa	Progettazione spazi e percorso	Reinforcement learning + CV + affective computing per ottimizzare layout/percorsi ed evitare colli di bottiglia	2025	https://www.nature.com/articles/s41598-025-13408-2	Progettazione spaziale e flussi intelligenti.
16	Jönköping Sensor System for Flow Analysis	Svezia	Analisi flussi e heatmap	Rete sensori + analytics per mappare pattern spazio-temporali e supportare la gestione dinamica	2025	https://ju.diva-portal.org/smash/get/diva2%3A1981282/FULLTEXT01.pdf	Monitoraggio in tempo reale e riduzione congestione.

17	Exhibition Env. Status & Auto-Guide (Taiwan)	Taiwan	Densità e guide automatiche	Visione + algoritmi di *crowd density* e guida automatica per distribuire i visitatori nelle sale	2025	https://www.mdpi.com/2076-3417/15/2/562	Routing dinamico e trasparenza visitatori.
18	Smithsonian – Green Museums Initiative (BMS AI)	USA	Facility & operations	*Building Management Systems* con AI: -18–32% consumi; ottimizzazione condizioni microclimatiche e turni manutentivi	2025	https://www.unesco.org/sites/default/files/medias/fichiers/2025/09/CULTAI_Report%20of%20the%20Independent%20Expert%20Group%20on%20Artificial%20Intelligence%20and%20Culture%20%28final%20online%20version%29%201.pdf	Sostenibilità operativa e infrastrutturale.
19	Museo del Prado – Contar el Prado	Spagna	IA, Computer Vision	Uso dell'IA per analizzare e contare elementi nei dipinti, migliorando l'interazione culturale.	2025	https://www.museodelprado.es/actualidad/noticia/el-museo-del-prado-pone-a-la-intelligenza/6d362d3a-6f0b-320b-d913-20a44efb3471	Analisi automatizzata per esperienze personalizzate e inclusive.
20	Musée d'Orsay – HVAC adattivo	Francia	Gestione ambientale e flussi	Modula HVAC in base alla densità visitatori (CNN) per comfort/risparmio energetico senza compromettere la conservazione	2025	https://www.unesco.org/sites/default/files/medias/fichiers/2025/09/CULTAI_Report%20of%20the%20Independent%20Expert%20Group%20on%20Artificial%20Intelligence%20and%20Culture%20%28final%20online%20version%29%201.pdf	Riduzione energetica e conservazione ambientale.

5. Esperienza culturale personalizzata e accessibilità aumentata

Uno dei contributi più significativi dell'intelligenza artificiale nell'ambito culturale riguarda la possibilità di rendere l'esperienza di fruizione più personalizzata, coinvolgente e inclusiva. I visitatori dei musei, dei siti archeologici, delle biblioteche e degli archivi non sono più considerati come fruitori "standard", ma come utenti unici, ciascuno con i propri interessi, capacità, limiti, lingue, background e desideri esperienziali. L'IA, in questo contesto, agisce come un mediatore cognitivo e relazionale, capace di adattare contenuti, suggerire percorsi, rispondere a domande, creare connessioni inedite tra opere e persone.

5.1. Dall'universalismo all'adattività: il cambio di paradigma

Tradizionalmente, le istituzioni culturali si sono organizzate intorno a un paradigma comunicativo di tipo universalista: l'allestimento espositivo, le didascalie, i percorsi di visita e le guide erano progettati secondo criteri di standardizzazione, pensati per un "visitatore tipo" considerato neutro, adulto, autosufficiente, alfabetizzato e spesso di cultura dominante. Questo modello, che per decenni ha rappresentato la norma, si è rivelato tuttavia incapace di rispondere alle esigenze di una società contemporanea sempre più eterogenea, mobile, interconnessa e pluralista.

L'introduzione dell'intelligenza artificiale ha consentito una radicale trasformazione di questo assetto: si è passati da una comunicazione "one-to-many" a una logica "many-to-one", in cui i contenuti si adattano al singolo individuo, ai suoi interessi, alle sue competenze, alla sua lingua, al suo stile cognitivo e persino al suo stato emotivo nel momento della visita. In questo contesto, l'IA diventa un agente di mediazione adattiva, capace non solo di distribuire contenuti, ma di selezionarli, modificarli, contestualizzarli e persino generarli *ex novo*, in modo dinamico e personalizzato.

Numerosi progetti internazionali hanno mostrato come i sistemi di raccomandazione culturale e narrazione personalizzata siano oggi in grado di guidare il visitatore attraverso percorsi non lineari, generando esperienze immersive che tengono conto di variabili come il tempo a disposizione, le precedenti interazioni digitali, le preferenze espresse e persino la reazione corporea (monitorata, ad esempio, tramite *eye-tracking* o *sentiment analysis*). In tal modo l'esperienza culturale diventa non soltanto più coinvolgente, ma anche più significativa: non si tratta più di "visitare" un museo o un sito archeologico, bensì di dialogare con esso, di attivare connessioni inedite tra sé e il patrimonio, tra le emozioni e la memoria collettiva.

5.2. L'IA come strumento di inclusione e accessibilità culturale

Un altro fronte di grande rilevanza etico-sociale riguarda il ruolo dell'intelligenza artificiale nel promuovere l'accessibilità culturale, cioè la possibilità per tutte le persone, indipendentemente da condizioni fisiche, cognitive, linguistiche o sociali, di accedere in modo equo e significativo ai contenuti del patrimonio. Le barriere che tra-

dizionalmente ostacolavano questo accesso – la complessità del linguaggio museale, la rigidità dei percorsi, l'assenza di traduzioni o di supporti per disabilità sensoriali – possono oggi essere superate grazie a soluzioni tecnologiche intelligenti. L'IA viene qui impiegata per semplificare il linguaggio, modulare la quantità e la densità delle informazioni, generare contenuti multilingue, attivare interfacce vocali e tattili, e persino adattare il tono e lo stile della narrazione al profilo dell'utente. Alcuni sistemi consentono, ad esempio, di fornire a un bambino una spiegazione ludica e animata di un oggetto, mentre un adulto riceverà una trattazione storica e analitica; altri permettono a persone con disabilità visive di muoversi nello spazio grazie a guide vocali intelligenti, o a utenti con disturbi del linguaggio di comunicare tramite chatbot interattivi.

Emblematici sono i progetti in cui l'algoritmo costruisce un profilo semantico dell'utente sulla base di alcune domande iniziali, o delle prime interazioni, e lo utilizza per suggerire contenuti narrativi, visivi e testuali coerenti con il suo livello di comprensione e i suoi obiettivi cognitivi. Tale soluzione, già attiva in musei di medie dimensioni in Italia, ha ottenuto importanti risultati in termini di gradimento, apprendimento e permanenza dei visitatori nei percorsi tematici.

Anche esperimenti come quelli condotti dallo Smithsonian Institution[25] con sistemi di IA generativa e conversazionale multilingue mostrano come sia possibile costruire ambienti dialogici in cui l'utente, anziché ricevere passivamente le informazioni, interagisce con le opere, le interroga, ne stimola la narrazione: tali interazioni sono in grado di incentivare l'apprendimento, la riflessione critica e l'inclusione di pubblici fragili, come persone con disabilità, migranti, bambini e anziani.

La Tabella 3 offre un repertorio articolato di venti esperienze che testimoniano come l'intelligenza artificiale stia progressivamente ridefinendo non solo cosa il visitatore vede, ma come e con chi interagisce all'interno dell'ambito culturale. I progetti scelti vanno oltre la semplice digitalizzazione o visualizzazione: essi introducono meccanismi di adattamento individuale, mediazione aumentata e inclusione estesa, rendendo l'esperienza museale non più un percorso uniforme, ma una narrativa personalizzata e sensibile al contesto del singolo utente. Sono

[25] https://www.si.edu/newsdesk/releases/smithsonian-visitors-vision-loss-benefit-innovative-technology

state privilegiate quelle esperienze che presentano applicabilità reale, un grado di effettiva innovazione tecnologica (interazione multimodale, intelligenza conversazionale, sistemi di traduzione e accesso), la capacità di migliorare l'accessibilità (linguistica, sensoriale, cognitiva) e la replicabilità in contesti diversi.

L'IA agisce qui su tre livelli strettamente interconnessi: la configurazione del contenuto in base al profilo, alle preferenze e agli stili cognitivi del visitatore; la modulazione del supporto tecnologico – guide digitali, chatbot, avatar, ologrammi – che amplifica la fruizione e abbassa le barriere fisiche o cognitive; la trasformazione del sistema museale in una piattaforma dinamica, dove l'utente è co-creatore e l'istituzione diventa spazio di interazione multidirezionale.

Tab. 3. Casi studio: IA per l'esperienza culturale personalizzata e l'accessibilità aumentata

	Progetto	Paese	Tecnologia	Descrizione	Anno	Fonte/Link	Tema
1	Museo di Storia Naturale (Firenze)	Italia	Robot telepresenza (ass. AI)	Avatar teleguidato a distanza (sviluppato con AI BrainControl)	2021	unifinclude.unifi.it	Servizio sperimentale di accessibilità avanzata, tramite visite virtuali per abbattere le barriere fisiche e aumentare l'inclusione sociale tramite l'AI.
2	Survivor Stories – Illinois Holocaust Museum	USA	Ologrammi AI (NLP, riconoscimento vocale)	Teatro interattivo con ologrammi 3D ad alta definizione di sopravvissuti della Shoah	2021	www.ilholocaustmuseum.org/exhibitions/survivor-stories-experience/	Possibilità di interagire con l'ologramma dei sopravvissuti: l'AI di riconoscimento vocale individua la domanda e fa riprodurre all'ologramma la risposta pertinente.
3	ShareArt – Musei di Bologna	Italia	Visione artificiale, analisi emozionale	Sistema sviluppato da ENEA che analizza le reazioni emotive dei visitatori alle opere d'arte	2021	www.dday.it/redazione/39782/nei-musei-di-bologna-fotocamere-e-intelligenza-artificiale-per-capire-se-le-opere-piacciono-ai-visitatori	Utilizzo dell'IA per monitorare e interpretare le espressioni facciali dei visitatori, fornendo ai curatori dati preziosi sulle opere che suscitano maggiore interesse o emozione, migliorando così l'allestimento e la gestione delle esposizioni.

4	Wen Yaoyao – Guida virtuale multipresente (Baidu AI Cloud)	Cina	Avatar digitale IA (modello linguistico + sintesi vocale)	Guida museale virtuale capace di operare contemporaneamente in decine di luoghi diversi.	2022	www.linkedin.com/posts/baidu-inc_meet-baidus-newest-avatar-virtual-museum-activity-6932701511483359232-UVnn/	Avatar digitale dotato di intelligenza artificiale generativa per dialogare con i visitatori. Grazie al cloud, può essere replicata in simultanea in molte strutture.
5	Museum of the Future – Dubai	Emirati Arabi Uniti	Installazioni immersive (IA, realtà virtuale e aumentata, big data)	Attraverso cinque percorsi narrativi futuristici, il visitatore viaggia nel futuro (fino all'anno 2071) con l'ausilio massiccio di tecnologie AI.	2022	museumofthefuture.ae	Approccio fortemente esperienziale: all'ingresso, un avatar IA ("Aya") funge da guida virtuale, calibrando il tono e la lingua dell'esperienza in base al visitatore.
6	MANN App (Caronte) – Museo Archeologico Nazionale di Napoli	Italia	App mobile (AR, IA generativa, LIS)	Applicazione mobile Caronte Artware utilizzabile solo in loco (geolocalizzata) che offre contenuti personalizzati.	2023	museoarcheologiconapoli.it/mannapp	Approccio esperienziale e inclusivo (contenuti in italiano/inglese, LIS) per migliorare accessibilità e coinvolgimento.
7	Clio – Acropoli di Atene (COSMOTE Chronos)	Grecia	Avatar 3D IA (AR, VR su rete 5G)	Guida virtuale in forma di avatar femminile 3D alimentato da AI, integrato nell'app AR "COSMOTE Chronos" per la visita dell'Acropoli e dintorni, fruibile su smartphone 5G.	2023	www.cosmote.gr/cs/cosmote/en/cosmote-chronos-akropoli-virtual-tour.html	Il progetto offre una nuova modalità di visita "phygital" al sito archeologico: grazie all'IA, un avatar, Clio, risponde a domande e fornisce spiegazioni storiche dettagliate in tempo reale, come una guida umana, migliorando comprensione e coinvolgimento.
8	AI for MUSE (Torino)	Italia	Soluzioni IA + VR (musei vari)	Progetto collaborativo che coinvolge 8 musei torinesi (Reggia di Venaria Reale, Museo Egizio, Palazzo Madama, GAM, MAO, Museo del Cinema, Museo dell'Automobile, Pinacoteca Agnelli)	2023	www.polito.it/ateneo/comunicazione-e-ufficio-stampa/poliflash/ai-for-muse-intelligenza-artificiale-e-realta-virtuale-al	AI for MUSE nasce per integrare in alcuni tra i principali musei piemontesi strumenti innovativi come: chatbot intelligenti; ricostruzioni VR di ambienti storici o scenari cinematografici legati alle collezioni; analisi dei flussi di visita; traduzione automatica e semplificazione del linguaggio per rendere i contenuti museali comprensibili a pubblici diversi.

9	amuseapp – Università di Padova e Museo di Scienze Archeologiche e d'Arte	Italia	App mobile AI (personalizzazione contenuti)	Applicazione che rende l'esperienza museale più coinvolgente e accessibile.	2023	www.amuseapp.it/amuseapp-universita-di-padova-e-museo-di-scienze-archeologiche-e-darte-insieme-per-levoluzione-dellesperienza-museale/	Il progetto offre percorsi personalizzati e migliora l'accessibilità per diversi tipi di pubblico.
10	iCurator – Badisches Landesmuseum	Germania	IA, personalizzazione contenuti	I visitatori accedono e sviluppano contenuti museali personalizzati, migliorando l'accessibilità.	2023	www.landesmuseum.de/en/museum/research-and-projects/ai-museum	Il progetto mira a coinvolgere attivamente i visitatori, offrendo esperienze individuali e creative attraverso l'uso dell'IA.
11	I-Muse – App per musei	Italia	IA, geolocalizzazione, personalizzazione contenuti	Applicazione che offre percorsi museali personalizzati basati sulle preferenze e sulla posizione del visitatore.	2023	aimuseum.art	I-Muse migliora l'accessibilità e l'engagement dei visitatori attraverso l'uso dell'IA per personalizzare l'esperienza museale.
12	Ask Dali – Museo Dalí (St. Petersburg, FL)	USA	IA generativa (LLM + voice cloning)	Installazione interattiva con chatbot che consente ai visitatori di porre domande a un Salvador Dalí virtuale: risponde in tempo reale con voce e volto ricreati via AI.	2024	thedali.org/exhibit/ask-dali	L'IA – addestrata su interviste originali, scritti autobiografici e immagini di Dalí – genera risposte originali con lo stile eccentrico dell'artista, mai identiche tra loro. L'esperienza è altamente personalizzata (ognuno ottiene dialoghi unici) e multisensoriale (audiovisiva).
13	VirtuWander – Sistema di guida virtuale AI	Cina	IA (LLM, interazione multimodale)	Sistema che utilizza modelli linguistici avanzati per guidare i visitatori attraverso tour personalizzati.	2024	arxiv.org/abs/2401.11923	VirtuWander offre un'esperienza di visita virtuale coinvolgente, adattando i contenuti alle preferenze degli utenti e facilitando l'accesso a informazioni culturali.
14	Voices From the Front – WWII Museum	USA	IA conversazionale, video interattivi	Esposizione che permette ai visitatori di interagire con immagini di veterani della Seconda Guerra Mondiale.	2024	www.nationalww2museum.org/visit/museum-campus-guide/louisiana-memorial-pavilion/voices-from-the-front	Utilizzando l'intelligenza artificiale, il museo offre un'esperienza immersiva e interattiva, preservando le testimonianze dei veterani e permettendo ai visitatori di apprendere direttamente dalle loro storie personali.

15	AI Animals – Museum of Zoology, Cambridge	Regno Unito	IA conversazionale multilingue	Esposizione dove animali estinti "parlano" ai visitatori tramite l'AI, condividendo storie e informazioni in oltre 20 lingue attraverso dispositivi mobili.	2024	www.theguardian.com/science/2024/oct/14/ai-gives-voice-to-dead-animals-in-cambridge-exhibition	Il progetto mira a sensibilizzare i visitatori sulla biodiversità e l'estinzione, utilizzando l'intelligenza artificiale per dare voce agli animali e creare un legame emotivo e educativo con il pubblico.
16	ReBokeh – Houston Museum of Natural Science	USA	App mobile IA (visione artificiale, filtri personalizzati)	App gratuita per visitatori con disabilità visive.	2025	www.hmns.org/visit/accessibility/	App che migliora l'accessibilità per i visitatori ipovedenti, permettendo loro di personalizzare la visualizzazione delle esposizioni e ricevere descrizioni vocali generate da AI.
17	Frederick Douglass Hologram – Museum of African American History (Boston)	USA	Ologramma IA (NLP, sintesi vocale)	Installazione interattiva che permette ai visitatori di dialogare con un ologramma di Frederick Douglass.	2025	www.axios.com/local/boston/2025/02/01/frederick-douglass-hologram-museum	Esperienza immersiva dove i visitatori possono interagire con una rappresentazione virtuale di Douglass, migliorando l'engagement e l'accessibilità alla storia afroamericana.
18	STEP FuturAbility District – Milano	Italia	IA, app mobile, interazione personalizzata	Spazio immersivo che utilizza AI per offrire percorsi personalizzati, laboratori e attività interattive.	2025	www.steptothefuture.it/it	STEP offre un'esperienza museale innovativa, adattando i contenuti alle preferenze dei visitatori e promuovendo l'accessibilità attraverso tecnologie digitali e interattive.
19	Dataland – Los Angeles	USA	IA generativa, installazioni interattive	Museo dedicato all'arte creata con l'assistenza dell'AI, con opere interattive e immersive.	2025	dataland.art	Dataland sarà il primo museo al mondo focalizzato sull'arte generata da AI, offrendo esperienze personalizzate e promuovendo l'accessibilità attraverso tecnologie avanzate.
20	AI-Accessibility Exhibition – Virginia Tech	USA	IA multisensoriale, design inclusivo	Mostra che esplora come l'IA e il design multisensoriale possono trasformare l'accessibilità degli spazi museali.	2025	arch.vt.edu/news-and-events/news/spring-2025/AI-Accessibility-Exhibition.html	L'esposizione presenta spazi progettati per facilitare l'accesso a persone con disabilità visive, combinando IA e nuove tecniche di fabbricazione dei materiali.

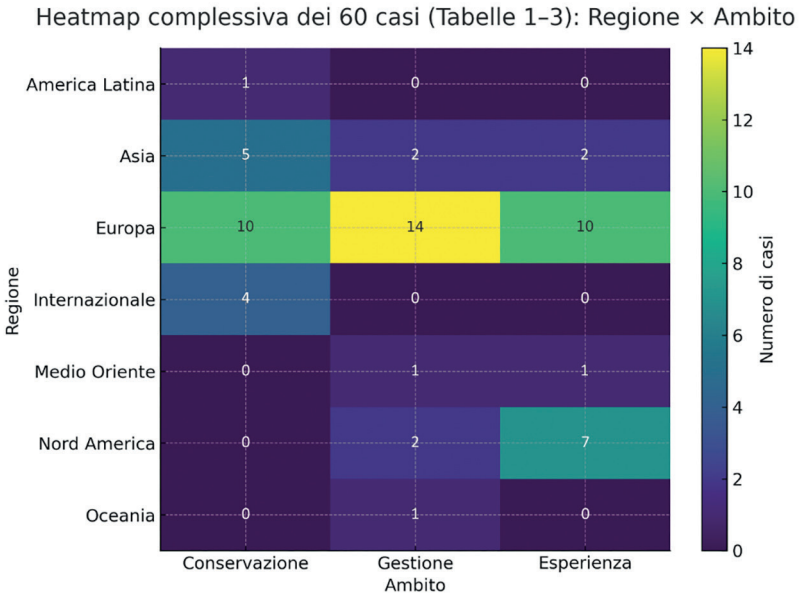


Fig. 1. Rappresentazione schematica dei 60 casi selezionati, suddivisi in base alla distribuzione geografica e al principale ambito di applicazione dell'IA. Fonte: nostra elaborazione

6. Criticità, etica e governance dell'intelligenza artificiale

Se da un lato l'adozione dell'intelligenza artificiale nel settore dei beni culturali apre spazi inediti per la conservazione, la valorizzazione e la fruizione, dall'altro pone complesse problematiche etiche, giuridiche, epistemologiche e operative. Tali criticità non sono accessorie, ma centrali per comprendere l'impatto profondo che queste tecnologie stanno avendo sul ruolo delle istituzioni culturali, sulla costruzione del sapere, sull'autorialità e sull'accesso equo alla cultura.

6.1. L'illusione della neutralità algoritmica

Uno dei nodi più complessi nell'adozione dell'intelligenza artificiale in ambito culturale è rappresentato dall'illusione di neutralità che spesso accompagna l'uso degli algoritmi. Si tende a pensare che l'IA sia in grado di elaborare, filtrare e restituire i dati secondo criteri oggettivi, razionali, trasparenti. Tuttavia, una crescente letteratura nel campo delle scienze sociali e della filosofia della tecnologia ha evidenziato

come ogni algoritmo sia incorporato in una rete di valori, intenzionalità e strutture di potere.

Nel settore culturale, questo rischio è particolarmente acuto: gli algoritmi che selezionano, classificano o interpretano opere d'arte, documenti, luoghi della memoria possono facilmente riprodurre – o addirittura amplificare – bias storici, eurocentrici, sessisti, coloniali[26]. Le tecniche di *machine learning*, infatti, apprendono dai dati disponibili; se questi dati riflettono narrazioni escludenti o prospettive dominanti, l'IA tenderà a perpetuarle. Un sistema di raccomandazione culturale, ad esempio, può privilegiare opere occidentali rispetto a quelle provenienti da tradizioni indigene, oppure mostrare preferenze implicite per artisti piuttosto che artiste – fenomeno osservato anche in piattaforme come "Google Arts & Culture" (Foka e Griffin, 2024). Nel campo della cultura, ciò può tradursi in una omogeneizzazione del patrimonio, in una mancata rappresentazione delle minoranze e in una interpretazione semplificata della complessità storica.

La vicenda del progetto "ImageNet Roulette" è esemplificativa delle problematiche di un non corretto addestramento dell'algoritmo[27]: il modello utilizzava un processo di classificazione delle immagini per etichettare le persone, basandosi su una foto scattata con webcam. Il sistema era addestrato sul dataset "ImageNet", un enorme archivio visivo usato per il *machine learning*. Molte delle etichette generate risultavano offensive, razzialmente stereotipate o inappropriate: ne è conseguito un dibattito sulla responsabilità sociale ed epistemologica rispetto all'uso dell'IA per classificare soggetti umani o culturali.

6.2. Proprietà e governance dei dati

Un secondo grande ambito di criticità riguarda la proprietà, l'accesso e il controllo dei dati culturali. La digitalizzazione dei beni culturali, se accompagnata da intelligenza artificiale, produce una quantità crescente di dati: immagini, metadati, testi, tracciamenti comportamentali, feedback emotivi. Ne derivano alcune domande: chi possiede i dati generati dalle visite museali o dai restauri digitali? Le immagini

---

[26] A titolo esemplificativo, sistemi di riconoscimento facciale che identificano con maggiore accuratezza tratti caucasici rispetto a quelli africani o asiatici (Buolamwini e Gebru, 2018).

[27] https://excavating.ai/

digitali delle opere sono beni pubblici o prodotti brevettabili? Quali sono le implicazioni ambientali dell'addestramento dei modelli IA? Questi dati, se non regolamentati, una volta caricati in sistemi di *machine learning* rischiano di diventare proprietà esclusiva di piattaforme private, anche quando originano da collezioni pubbliche o comunitarie. Le grandi piattaforme tecnologiche che offrono strumenti di IA – quali *cloud computing*, analisi semantica, modelli generativi – potrebbero trasformarsi in intermediari monopolistici tra il patrimonio e i cittadini, con un grado di esclusività finora inedito. Da qui sorgono ulteriori interrogativi circa la gestione dei dati e, conseguentemente, dell'informazione culturale: chi decide quali dati conservare, condividere, valorizzare? Chi controlla le modalità con cui questi dati sono processati e restituiti?

Iniziative come "Digital Benin", che aggregano dati su opere d'arte trafugate e disseminate nel mondo, pongono al centro questioni di giustizia epistemica e restituzione culturale, aprendo scenari inediti di responsabilità e diritto alla memoria. Per far comprendere l'entità dei numeri in gioco, questo progetto[28], lanciato nel novembre 2022, rappresenta una delle iniziative più significative nel campo della digitalizzazione e della restituzione del patrimonio culturale africano: si tratta di una piattaforma digitale che riunisce oltre 5.200 oggetti provenienti dal Regno del Benin, dispersi in 138 istituzioni di 21 Paesi, principalmente a seguito del saccheggio britannico del 1897[29].

Nel contesto europeo, iniziative quali "Europeana", il "Digital Europe Programme" e la "New European Bauhaus" hanno promosso modelli di governance collaborativa e trasparente, fondati su principi di open data, interoperabilità e coinvolgimento degli stakeholder. Tuttavia, l'attuazione concreta di tali principi è ostacolata da complessità giuridiche inerenti, ad esempio, il diritto d'autore, la protezione dei dati personali e il diritto all'oblio, nonché da disparità infrastrutturali tra le istituzioni culturali.

Europeana[30] rappresenta un'infrastruttura digitale paneuropea che aggrega e rende accessibili milioni di oggetti culturali digitalizzati provenienti da musei, biblioteche e archivi. Attraverso "Europeana Publi-

---

28 https://digitalbenin.org/

29 https://www.theguardian.com/world/2022/nov/10/digital-benin-reunites-thousands-of-objects-scattered-after-british-looting

30 https://www.europeana.eu/it

shing Framework"[31], l'iniziativa stabilisce linee guida per la qualità dei contenuti e dei metadati condivisi, incentivando l'adozione di licenze aperte e standard interoperabili: lo scopo è facilitare il riutilizzo dei dati culturali in ambiti quali l'istruzione, la ricerca e le industrie creative. Su Europeana punta il "Digital Europe Programme"[32], che finanzia lo sviluppo dello spazio europeo comune dei dati per il patrimonio culturale, al fine di accelerare la trasformazione digitale del settore culturale europeo. Questo spazio dati promuove la condivisione sicura e affidabile di contenuti culturali digitalizzati, supportando la creazione e il riutilizzo di tali contenuti nei settori culturali e creativi. La gestione dello spazio dati è affidata a un consorzio guidato dalla *Europeana Foundation*, che coordina le attività in collaborazione con una rete di partner europei. Spazi digitali e informazioni sono poi il centro di iniziative di utilizzo come la "New European Bauhaus"[33] orientata all'interoperabilità culturale, integrando design, sostenibilità e inclusione per ripensare gli spazi di vita europei. Nel contesto culturale, in particolare, promuove l'adozione di piattaforme digitali che facilitino la collaborazione tra istituzioni, comunità locali e cittadini, incoraggiando la co-creazione e la condivisione di contenuti culturali.

L'implementazione efficace di modelli di governance aperta e interoperabile affronta in Europa diverse sfide, sia a livello giuridico sia a livello infrastrutturale. Le normative europee in materia di diritto d'autore, protezione dei dati personali e diritto all'oblio possono limitare la disponibilità e il riutilizzo di contenuti culturali digitalizzati: l'applicazione del diritto all'oblio nel contesto dell'IA solleva infatti interrogativi su come gestire la cancellazione dei dati personali nei sistemi di apprendimento automatico. Di contro, esistono notevoli differenze nelle capacità tecnologiche e nelle risorse tra le istituzioni culturali europee, con molte organizzazioni di piccole dimensioni che affrontano difficoltà nell'adozione di standard digitali avanzati e nella partecipazione a reti di condivisione dei dati. Dunque, mentre le iniziative europee forniscono un quadro strategico per la digitalizzazione e la condivisione del patrimonio culturale, dal punto di vista infrastrutturale e giuridico occorre garantire un'effettiva implementazione dei principi di open data, interoperabilità e partecipazione inclusiva nel settore culturale.

---

[31] https://pro.europeana.eu/post/publishing-framework

[32] https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme

[33] https://new-european-bauhaus.europa.eu/index_en

6.3. Diseguaglianze e asimmetrie nel sistema dell'innovazione culturale

La disparità non riguarda solo le nazioni, ma anche le diverse entità culturali interne allo Stato: le grandi fondazioni, i musei nazionali, le biblioteche universitarie e gli archivi statali, dotati di fondi, reti di ricerca e competenze interne, sono spesso in grado di adottare soluzioni tecnologiche avanzate, partecipare a progetti europei o internazionali e sviluppare modelli propri di intelligenza artificiale. Al contrario, i piccoli musei civici, le biblioteche comunali, gli archivi parrocchiali o le realtà associative spesso non dispongono né delle risorse economiche, né del capitale umano necessario per affrontare una transizione intelligente.

Questa asimmetria produce effetti a catena: da un lato, solo una parte del patrimonio culturale riesce ad accedere ai circuiti digitali globali; dall'altro, si rischia di creare una mappa distorta del sapere culturale, in cui ciò che non è rappresentato in forma digitale (e dunque elaborabile da IA) viene percepito come meno rilevante, marginale, invisibile. Inoltre, la frammentazione dei dataset, la mancanza di standard condivisi e l'assenza di competenze specialistiche rendono molte istituzioni dipendenti da fornitori esterni, riducendo la loro capacità di controllo sui processi e sulla qualità dei risultati.

Alla luce delle criticità evidenziate, emerge con chiarezza la necessità di sviluppare un modello di governance etica per l'uso dell'IA nel patrimonio culturale, che non si limiti alla regolamentazione formale, ma si strutturi come un vero e proprio paradigma epistemologico. Una tale governance dovrebbe coinvolgere in modo sistematico competenze umanistiche, esperti di etica, curatori, storici, pedagogisti, accanto a informatici e data scientist, per elaborare criteri condivisi di progettazione, implementazione e valutazione degli strumenti intelligenti.

L'intelligenza artificiale non può essere considerata una mera risorsa tecnologica neutrale, ma va letta come un dispositivo culturale e simbolico che partecipa attivamente alla definizione dell'identità collettiva, della memoria pubblica e della gerarchia dei saperi. Governare l'IA nei beni culturali significa quindi non soltanto garantire il rispetto dei diritti individuali e collettivi, ma anche promuovere una visione pluralista, inclusiva e dialogica della cultura digitale, capace di valorizzare le diversità, di riconoscere i saperi locali e di aprire spazi per la co-creazione e la partecipazione.

6.4. Sostenibilità e impatto ambientale dell'IA

La questione della sostenibilità ambientale dell'intelligenza artificiale rappresenta una delle aree più sensibili e ancora sottovalutate nel dibattito sulle tecnologie applicate al patrimonio culturale. L'adozione di sistemi di IA, in particolare quelli basati su *deep learning* e modelli generativi di grandi dimensioni (*large language models*, reti multimodali, sistemi di visione artificiale avanzati), comporta un costo ecologico significativo, che include non solo il consumo diretto di energia elettrica per l'addestramento e l'inferenza, ma anche l'impatto legato alla produzione e allo smaltimento dell'hardware necessario – server, GPU, sistemi di raffreddamento, dispositivi di rete.

Patterson et al. (2021) e Jegham et al. (2025) hanno dimostrato che l'addestramento di un singolo modello di linguaggio di grandi dimensioni può generare emissioni paragonabili, nei casi peggiori, a quelle di tre voli di andata e ritorno tra San Francisco e New York, evidenziando la contraddizione tra l'obiettivo di sostenibilità delle politiche culturali e l'impronta ecologica della digitalizzazione avanzata. Nel contesto dell'*heritage*, questo contrasto assume una valenza etica particolare: istituzioni impegnate nella tutela e valorizzazione del patrimonio materiale e immateriale si trovano a dover bilanciare innovazione tecnologica e responsabilità ambientale, garantendo che la *digital transformation* non comprometta gli stessi principi di tutela e conservazione che le guidano.

L'impatto ambientale dell'IA si manifesta lungo l'intero ciclo di vita dei sistemi, dalla raccolta dei dati – che implica infrastrutture di archiviazione distribuite e spesso energivore – all'addestramento, con una fase più intensiva in termini di consumo, fino all'uso continuativo dei modelli nei sistemi di raccomandazione, diagnostica o mediazione culturale. Tale processo è ulteriormente aggravato dalla centralizzazione dei servizi in *data center* gestiti da pochi operatori globali, che accentuano la dipendenza tecnologica e rendono difficile la valutazione dell'effettiva impronta di carbonio delle operazioni.

Per affrontare questa sfida, diventa necessario sviluppare un paradigma di IA sostenibile per la cultura, fondato su tre dimensioni complementari: un'efficienza computazionale, attraverso l'uso di modelli leggeri e l'ottimizzazione dei carichi di calcolo per ridurre l'energia necessaria all'elaborazione; la costruzione o adozione di infrastrutture verdi e distribuite, con *data center* localizzati in contesti a basso

impatto climatico, alimentati da fonti rinnovabili, o basati su logiche di *edge computing* che riducono la necessità di trasferimenti di dati a lunga distanza; una valutazione dell'impatto ambientale *ex ante*, inserendo indicatori di sostenibilità (emissioni, consumo idrico, riciclo dei materiali) all'interno dei processi di *procurement* e rendicontazione dei progetti digitali finanziati con fondi pubblici.

Un approccio tecnico alla digitalizzazione culturale implicherebbe inoltre la creazione di linee guida nazionali ed europee dedicate alla sostenibilità dell'IA, analoghe a quelle già previste per la conservazione fisica dei beni, definendo standard misurabili di efficienza energetica e procedure di audit ambientale per i sistemi adottati nelle istituzioni culturali.

In prospettiva, la sostenibilità non può più essere concepita come elemento accessorio o compensativo, ma come principio strutturale della trasformazione digitale: ogni innovazione tecnologica nel patrimonio deve essere valutata non solo per la sua efficacia operativa, ma anche per la sua compatibilità ecologica.

L'obiettivo è quindi costruire un modello di "intelligenza ambientale", nel duplice senso di un'IA consapevole del proprio impatto e di un sistema di governance capace di integrarla in modo etico e circolare. In questa visione, l'IA culturale non è soltanto uno strumento di efficienza o automazione, ma parte di una strategia più ampia di sostenibilità cognitiva e ambientale, in cui la memoria del passato e la responsabilità verso il futuro diventano dimensioni inseparabili del medesimo processo.

7. Conclusioni e prospettive future

L'indagine sin qui effettuata restituisce un quadro denso e complesso, che impone di coniugare il rigore dell'analisi teorica con l'attenzione alle dinamiche applicative. L'IA non si configura soltanto come una tecnologia abilitante, ma come un dispositivo cognitivo, simbolico e operativo in grado di ridefinire l'intero ecosistema della memoria collettiva, della comunicazione culturale e della progettazione patrimoniale.

Nel corso di questa disamina sono stati delineati i principali ambiti in cui l'adozione dell'intelligenza artificiale ha prodotto e continuerà a produrre trasformazioni strutturali e sistemiche. In primo luogo, la conservazione preventiva, tradizionalmente affidata all'esperienza empirica e alla diagnostica specialistica, ha trovato nell'IA un poten-

te alleato per la modellazione predittiva, l'analisi multispettrale e la pianificazione algoritmica degli interventi conservativi. L'integrazione tra sensori ambientali, reti neurali e architetture digitali distribuite ha permesso di anticipare i fenomeni di degrado, ottimizzare le risorse e intervenire in modo non invasivo, aprendo la strada a una nuova concezione della tutela basata su intelligenza distribuita e gestione adattiva del rischio.

Parallelamente, l'ambito della gestione museale e della fruizione culturale ha visto emergere un uso sempre più sofisticato di strumenti predittivi, sistemi di raccomandazione e interfacce responsive, che hanno modificato profondamente le modalità di interazione tra utente e patrimonio. L'adozione di modelli di apprendimento automatico ha reso possibile la personalizzazione dei percorsi, la regolazione dei flussi in tempo reale e la produzione di esperienze narrative non lineari, capaci di adattarsi a contesti, preferenze e profili cognitivi differenti: ciò ha reso evidente che il pubblico non è più un'entità passiva da contabilizzare, bensì un agente relazionale attivo nel processo di significazione culturale.

Un ulteriore fronte di intervento è stato individuato nella sfera dell'inclusione e dell'accessibilità aumentata, dove l'intelligenza artificiale ha offerto nuove possibilità per superare le barriere materiali, linguistiche e cognitive che tradizionalmente hanno escluso ampie fasce della popolazione dalla fruizione culturale. Sistemi di generazione automatica del linguaggio, assistenti virtuali adattivi, chatbot educativi e interfacce vocali intelligenti si sono dimostrati strumenti cruciali per garantire un accesso equo, dinamico e personalizzato, contribuendo a una riqualificazione democratica della comunicazione culturale: il paradigma dell'accessibilità si è così spostato da una logica puramente assistenziale a una prospettiva sistemica di *universal design* algoritmico, in cui la diversità degli utenti diventa un valore progettuale.

Tuttavia, l'entusiasmo suscitato da queste potenzialità non può e non deve oscurare i rischi insiti in un uso acritico o tecnocentrico dell'IA: la dimensione etica e politica dell'intelligenza artificiale in ambito culturale è tutt'altro che secondaria. Gli algoritmi non operano in un vuoto assiologico, ma sono generati, addestrati e validati sulla base di scelte che riflettono posizionamenti, gerarchie di valori, modelli epistemici. Di conseguenza, il rischio di riprodurre bias sistemici, diseguaglianze cognitive e asimmetrie informative è tutt'altro che remoto. La possibilità che dataset incompleti, eterogenei o ideologicamente distorti possano alimentare sistemi di raccomandazione o classifica-

zione automatica deve indurre a una vigilanza critica costante, in cui la dimensione umanistica della progettazione venga valorizzata come momento epistemologico fondativo. Altro fattore dirimente è rappresentato dalla questione della sovranità culturale digitale: l'adozione di infrastrutture algoritmiche gestite da grandi piattaforme private, l'opacità nei flussi di dati culturali e la crescente dipendenza tecnologica da attori extraterritoriali pongono interrogativi cruciali in merito alla gestione del patrimonio in chiave pubblica, partecipativa e trasparente. In questo senso, emerge con forza l'urgenza di una governance multilivello e reticolare, capace di coinvolgere istituzioni pubbliche, comunità locali, professionisti della cultura, enti regolatori e cittadini attivi, in un processo di co-costruzione dei modelli intelligenti.

Le prospettive future, pertanto, dovranno orientarsi verso la costruzione di un ecosistema algoritmico inclusivo, sostenibile e culturalmente riflessivo, in cui le soluzioni tecnologiche siano integrate all'interno di strategie più ampie di innovazione sociale, rigenerazione territoriale, educazione diffusa e sviluppo culturale. Sarà necessario rafforzare la formazione interdisciplinare, promuovere laboratori di ricerca applicata, incentivare il dialogo tra scienze computazionali e saperi umanistici, e sostenere reti internazionali di scambio di buone pratiche. Solo in questo modo sarà possibile evitare tanto il riduzionismo computazionale quanto il rifiuto tecnofobico, e promuovere invece un nuovo modello di intelligenza patrimoniale, intesa come capacità collettiva di progettare il futuro senza perdere il senso della memoria, della pluralità e della complessità culturale.

Riferimenti bibliografici

BUOLAMWINI, J., GEBRU, T. (2018), *Gender Shades: Intersectional Accuracy Disparities in Commercial Gender Classification*, in "Proceedings of Machine Learning Research", 81, pp. 77–91.

CAMERON, F., KENDERDINE, S. (eds) (2007), *Theorizing Digital Cultural Heritage*: *A Critical Discourse,* MIT Press, Cambridge, MA.

CASINI, L., et al. (2023), *A human-AI collaboration workflow for archaeological sites detection,* in "Scientific Reports", 13, 8699.

EDMONDSON, R. (2016), *Audiovisual Archiving: Philosophy and Principles*, III ed., UNESCO.

FLORIDI, L. (2014), *The Fourth Revolution: How the Infosphere is Reshaping Human Reality*, Oxford University Press, Oxford.

FLORIDI, L. (2022), *Etica dell'intelligenza artificiale. Sviluppi, opportunità, sfide*, Raffaello Cortina Editore, Milano.

FOKA, A., GRIFFIN, G. (2024), *AI, Cultural Heritage, and Bias: Some Key Queries That Arise from the Use of GenAI*, in "Heritage", 7, 11, pp. 6125–6136.

JEGHAM, N., et al. (2025), *How Hungry is AI? Benchmarking Energy, Water, and Carbon Footprint of LLM Inference*, arXiv:2505.09598.

PALOMBINI, A., et al. (2023), *The NuragAI project: Artificial Intelligence-driven image analysis of Sardinia landscape, searching for unknown monuments*, in A. Bucciero et al. (eds), Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage, The Eurographics Association, pp. 191-193.

PATTERSON, D., et al. (2021), *Carbon Emissions and Large Neural Network Training*, arXiv:2104.10350.

SONG, G., WANG, H. (2021), *Artificial Intelligence-Assisted Fresco Restoration with Multiscale Line Drawing Generation*, in "Complexity", pp. 1–12.

XU, J., et al. (2023), *Semi-Supervised Contrastive Learning for Remote Sensing: Identifying Ancient Urbanization in the South-Central Andes*, in "International Journal of Remote Sensing", 44, 6, pp. 1922–1938.

2. Arte e IA. Ambiti d'indagine e prospettive prevalenti in letteratura

Paola Panarese e Vittoria Azzarita

1. Introduzione

Nell'ecosistema culturale contemporaneo, l'intelligenza artificiale (IA) emerge come una forza dirompente, che permea un numero crescente di sfere della vita quotidiana (Citron e Pasquale, 2014; O'Neil, 2016). Tra gli ambiti di impiego di tale tecnologia, considerata ormai "una risorsa fondamentale per interpretare il mondo" (D'Abbraccio e Facchetti, 2021, p. 13), uno spazio di interesse è quello del connubio tra IA e arte. Un binomio che, alla luce di recenti *affordances* dell'IA generativa e persistenti *constraints* nella "creatività" dei sistemi algoritmici (Marcus e Davis, 2019), solleva domande cruciali sulla capacità dell'IA di apprezzare o produrre arte (Chatterjee, 2022), sulla natura e l'evoluzione della diversità estetica nell'era dei software (Manovich, 2022) o sul futuro dell'espressione artistica (Calveri e Sacco, 2021).

I modelli di IA possono contribuire, infatti, a creare nuovi prodotti e stili artistici o innovare quelli tradizionali (Arikan e Aram, 2022). Le reti neurali, per esempio, sono in grado di esplorare gli schemi dei tratti, dei colori e delle ombreggiature di un'opera d'arte o di trasferire lo stile di un artista in una nuova immagine, con implicazioni importanti per l'arte visiva, considerata per migliaia di anni l'apice della creatività umana (Marcos, 2007; Mazzone e Elgammal, 2019).

Inoltre, l'IA svolge un ruolo cruciale nel più ampio ambito culturale, poiché orienta le scelte dei contenuti, modella le estetiche delle immagini condivise sui *social network sites*, genera personaggi e scenari virtuali e indirizza gusti e passioni personali (Manovich, 2022). In particolare, i sistemi di raccomandazione tracciano connessioni simboliche e amplificano pratiche di consumo diffuse, a scapito di

quelle minoritarie; diversi software regolano l'estetica dei media per adattarla a determinati criteri o valutano la qualità delle fotografie in base a standard prestabiliti (Ibid.). Inoltre, i sistemi generativi text-to-image, come DALL-E, Midjourney e Stable Diffusion, allenati su grandi insiemi di dati, possono generare immagini inedite, riducendo la necessità di alcune competenze tecniche finora richieste (Chatterjee, 2022).

E se è vero che gli algoritmi erano impiegati nella creazione artistica già negli anni Sessanta del secolo scorso, oggi l'IA è incorporata in dispositivi e servizi utilizzati da miliardi di persone, configurandosi non come uno strumento al servizio di una singola immaginazione creativa, ma come un meccanismo che modella il modo in cui gli individui sperimentano il mondo, contribuendo alla costruzione del loro quadro cognitivo (D'Abbraccio e Facchetti, 2021).

Un cambio di paradigma che, in campo artistico, si riverbera anche sulla cultura visiva, nella quale ha acquisito crescente rilievo una dimensione "invisibile", legata alla diffusione della *machine vision* (Paglen, 2021), che fa sì che oggi siano le immagini a guardare gli esseri umani e non il contrario (Ibid.). In questo orizzonte socio-tecnico, la continua espansione della visione artificiale rischia di produrre effetti profondi, in quanto le immagini "create da macchine per altre macchine" non sono chiamate solo a rappresentare e mediare, ma soprattutto ad attivare, operare ed eseguire compiti e istruzioni (tra cui identificare persone, posti, oggetti, posizioni, emozioni, gesti, volti, generi, status economici, relazioni e molto altro ancora), con rilevanti implicazioni politiche, etiche e sociali.

Di fronte a tali cambiamenti, alcuni artisti stanno tentando di sfidare i sistemi di visione artificiale attraverso la creazione di forme del vedere che sono leggibili per gli umani ma non per le macchine. Tra questi, Adam Harvey progetta make-up che ostacolano gli algoritmi di riconoscimento facciale, abiti capaci di nascondere le tracce termiche e tasche che impediscono ai cellulari di trasmettere la loro posizione ai sensori circostanti. Con un approccio differente, Julian Oliver sviluppa macchine iper-predatorie che mostrano i dispositivi di tracciamento e il tipo di informazioni personali che tali strumenti raccolgono (Ibid.). Un tema approfondito anche da Trevor Paglen attraverso le sue sperimentazioni con l'intelligenza artificiale, che aprono a un modo diverso di pensare la computazione in relazione alla visione artificiale, rivelando al contempo alcuni limiti rispetto a ciò che l'arte può o non può fare (Zylinska, 2020).

Si tratta di esempi concreti che mostrano come le pratiche artistiche consapevoli della tecnologia abbiano il potenziale per creare spazi di discussione sui meccanismi di funzionamento degli algoritmi e su chi li finanzia, li addestra e li possiede. Questa riflessione abilitata dall'arte è fondamentale perché, come sottolinea Noble (2018), si tende a riporre una fiducia cieca nei dati e nei calcoli statistici, limitando la capacità degli individui di riconoscere gli errori che tali sistemi commettono. Errori che possono portare a forme di profilazione etnica e di genere, a rappresentazioni distorte e persino a meccanismi di esclusione (Ibid.).

Su queste basi poggia il progetto di ricerca PRIN PNRR IMAGES (*Inclusive Machine learning system using Art and culture for tackling Gender and Ethnicity Stereotypes*), promosso da Sapienza Università di Roma e dall'Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione del CNR, che si prefigge di indagare l'inclusività e l'accessibilità dei sistemi di ML/IA utilizzati in dataset artistici (Shrestha e Das, 2022) e di usare le opere d'arte in percorsi formativi volti a promuovere l'inclusione e la consapevolezza delle diseguaglianze.

Come parte del più ampio lavoro di ricerca, il presente contributo illustra gli esiti di una revisione della letteratura sulla relazione tra arte visiva, immagini e sistemi algoritmici, con l'intento di individuare gli attuali ambiti di interesse scientifico e di provare a tracciare piste future di approfondimento, in un campo difficile da circoscrivere e in continua evoluzione.

2. L'impianto della *scoping review*

In linea con quanto messo in evidenza, l'obiettivo generale del presente lavoro è quello di esplorare l'attuale panorama della ricerca accademica su un ambito d'indagine che si pone all'intersezione tra arte visiva, immagini e sistemi algoritmici, alla luce del crescente utilizzo di tali tecnologie in campo artistico e del rilevante impatto sulle pratiche creative contemporanee (Cetinic e She, 2022).

A tal fine, si è scelto di condurre una *scoping review*, un approccio di revisione della letteratura che consente di identificare e sintetizzare un corpus consolidato o emergente di studi su un determinato argomento, utilizzando un procedimento sistematico e iterativo (Mak e Thomas, 2022). In questo modo, infatti, è possibile mappare l'ampiezza, la varietà e la natura dei contributi pubblicati, chiarire concetti o definizioni chiave presenti in letteratura, esaminare i metodi e le tecniche

utilizzate per fare ricerca su un certo tema o settore, nonché individuare eventuali lacune conoscitive (Munn et al., 2018).

In questa prospettiva, attraverso l'utilizzo del protocollo PRISMA (Page et al., 2021), la mappatura della letteratura è avvenuta durante il mese di febbraio 2024 su due database scientifici – Scopus e Web of Science – tramite l'uso di parole chiave[1], con il duplice intento di circoscrivere il campo d'indagine e pervenire a un elenco di risultati il più possibile pertinenti rispetto al tema di interesse, ossia il rapporto tra arte visiva, immagini e algoritmi (cfr. Figura 1).

A livello generale, la ricognizione della letteratura ha restituito un totale di 940 contributi, di cui 332 su Web of Science e quasi il doppio (608) su Scopus. A seguito dell'eliminazione dei duplicati (265), dei contributi classificati come "Conference review" o "Retracted" (22), degli articoli non in italiano/inglese/francese/spagnolo/portoghese (20), sono stati censiti e analizzati tramite una scheda di analisi ad hoc 633 record. In una prima fase, si è proceduto a uno *screening* dei risultati sulla base del titolo e dell'abstract al fine di individuare, in prima istanza, i contenuti non in linea con il tema di interesse. In particolare, sono stati ritenuti non pertinenti ai fini della ricerca i contenuti (343):

- di natura informatica, ingegneristica e matematica relativi al vasto e variegato settore della produzione e post-produzione delle immagini latamente intese ma senza un riferimento specifico al campo dell'arte, focalizzati, a titolo d'esempio, su argomenti quali le tecniche di eliminazione del rumore dalle immagini, la valutazione della qualità o i metodi di compressione delle immagini;
- medici, dedicati alle tecniche di diagnostica per immagini;
- relativi a settori culturali e creativi altri rispetto alle arti visive (quali ad esempio letteratura, teatro, cinema, videogiochi, ecc.).

Tale processo di selezione preliminare ha permesso di individuare 290 record pertinenti rispetto agli obiettivi dello studio, successivamente analizzati al fine di individuare l'ambito o la prospettiva disciplinare prevalente e la rilevanza (alta, media, bassa) ai fini della ricerca. Più nello specifico, il corpus di analisi è risultato composto in prevalenza da articoli (140) pubblicati su riviste accademiche, nonché

[1] In particolare, è stata utilizzata la seguente query su entrambi i database: ("art image*" OR "artistic image*" OR "visual art" OR "visual arts") AND ("algorithm*" OR "artificial intelligence" OR "ai" OR "ML" OR "machine learning") AND NOT ("state of the art" OR "state-of-the-art").

da paper presentati nel corso di conferenze (91) oppure raccolti in "atti di convegno" (45). In numero decisamente inferiore sono presenti anche libri o capitoli di libri (7) e revisioni della letteratura (7). I contenuti sono quasi tutti in lingua inglese (287), ad eccezione di due pubblicazioni in spagnolo e una in portoghese. La distribuzione temporale dei contributi, pur coprendo un periodo di quasi quarant'anni, dal 1986 al 2024, si caratterizza per una rilevante discontinuità. Si registra, infatti, un trend crescente nella produzione scientifica a partire dal 2010, con un picco dal 2020 al 2024 (165), mettendo in luce come l'interesse per le tematiche connesse ai sistemi algoritmici sia cresciuto in maniera considerevole nel corso degli ultimi anni.

Osservando l'ambito o la prospettiva disciplinare prevalente a cui i contributi afferiscono, emerge come la maggior parte delle pubblicazioni rientri nell'area di ricerca latamente intesa della Computer Science (203); seguono, con numeri decisamente inferiori, altre aree e prospettive d'indagine quali: arte e discipline umanistiche (34), ingegneria (11), comunicazione e sociologia (6), matematica (6), design e computer graphics (5), psicologia (5), insieme a contributi multidisciplinari (7) e a un gruppo residuale di ricerche (13) che rientrano in diversi campi di studio tra cui archeologia, filosofia, neuroscienze, ottica e scienze applicate.

Per ciò che concerne il grado di rilevanza dei contributi ai fini della ricerca, sono stati considerati:

- a rilevanza bassa (117), gli studi di natura tecnica e specialistica che, pur presentando un esplicito riferimento alle immagini artistiche e all'arte visiva, trattano aspetti molto specifici – da una prospettiva ingegneristica, informatica o matematica – legati alla produzione e post-produzione di immagini artistiche (ad esempio lo sviluppo di sistemi algoritmici per l'applicazione di effetti artistici alle immagini o per l'ottimizzazione della qualità delle immagini che riproducono opere d'arte);
- a rilevanza media (133), le pubblicazioni incentrate su procedure tecnico-matematiche finalizzate all'analisi e valutazione delle immagini artistiche (ad esempio lo sviluppo di sistemi algoritmici per la classificazione automatica delle immagini di opere d'arte), oppure allo sviluppo di sistemi algoritmici per la generazione automatica di immagini artistiche;
- a rilevanza alta (40), i contributi che indagano l'uso dei sistemi di *machine learning* e intelligenza artificiale nei processi di creazione

artistica e le relative implicazioni sociali, culturali ed etiche, inclusi gli studi che approfondiscono la presenza di bias di genere ed etnici nei dataset artistici, o la nozione stessa di arte e opera d'arte.

In questa direzione, tra gli studi che presentano un elevato grado di affinità con gli obiettivi del progetto IMAGES, rientrano anche approfondimenti sulle percezioni degli utenti rispetto all'arte creata con l'ausilio di strumenti algoritmici, sui punti di vista degli artisti sull'uso dell'IA nell'arte, e sull'importanza della qualità di dati e metadati nella digitalizzazione di grandi collezioni di opere d'arte da parte di musei e altre istituzioni culturali come archivi e biblioteche.

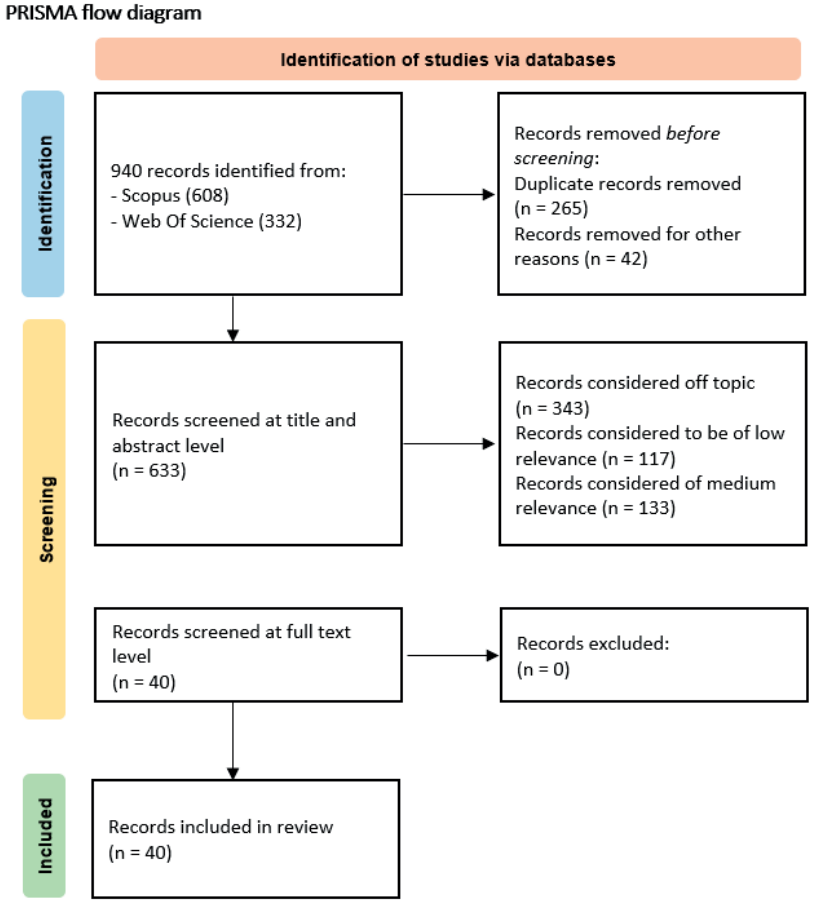


Fig. 1. PRISMA flow diagram. Fonte: nostra elaborazione

3. Prospettive disciplinari e temi prevalenti

Osservando più da vicino gli studi a rilevanza alta, si riscontra un interesse trasversale nei confronti della relazione tra arte visiva, immagini e sistemi algoritmici, con un insieme variegato di contributi che indagano diversi aspetti del fenomeno da una prospettiva artistica e umanistica (12), scientifica (11), socio-comunicativa (6), psicologica (3) e filosofica (1), nonché multidisciplinare (7).

In linea con quanto sottolineato da Cetinic e She (2022), anche i risultati della presente rassegna della letteratura possono essere suddivisi in due principali ambiti tematici: il primo esamina in che modo l'IA viene utilizzata nell'analisi della storia dell'arte e impiegata su grandi collezioni di opere d'arte digitalizzate; il secondo approfondisce l'uso delle tecnologie computazionali per scopi creativi e per generare nuove opere d'arte.

3.1. L'IA per l'analisi di grandi collezioni di opere d'arte

Tra gli studi a rilevanza alta, alla prima macro-categoria appartengono contributi che esaminano le tecniche di *computer vision* utilizzate, con una frequenza sempre maggiore, da musei e gallerie d'arte in tutto il mondo, per sviluppare sistemi capaci di organizzare e analizzare grandi collezioni di opere d'arte in modo efficiente (Balbi e Calise, 2023; Bobasheva et al., 2022; Craig, 2021; Cetinic e She, 2022; Mattison, 2004; Pereira e Moreschi, 2021; Sachs, 2020; Santos et al., 2021; Surapaneni et al., 2020; von Davier, 2023). A tal proposito, come evidenziano diversi autori, la disponibilità di dataset di grandi dimensioni e ben annotati è necessaria per poter implementare modelli di ML/IA destinati all'esecuzione di vari compiti.

In questo orizzonte concettuale, tra le riflessioni più interessanti da un punto di vista sociologico, si possono citare gli studi di Balbi e Calise (2023) e di Craig (2021) che si interrogano sulle implicazioni etiche dell'applicazione di tali tecnologie in ambito culturale, dato che gli algoritmi di apprendimento automatico riflettono pregiudizi (O'Neil, 2016; Noble, 2018; Crawford, 2021), mancano di trasparenza (D'Ignazio e Klein, 2020) e possono avere un impatto significativo sugli utenti e gli operatori museali. Come sottolinea Craig (2021), poiché l'integrazione degli strumenti algoritmici nelle collezioni di musei, archivi e biblioteche ha il potenziale per ridefinire molte pratiche ormai conso-

lidate di annotazione di opere d'arte e contenuti culturali, è necessario prestare attenzione agli aspetti controversi di tali tecnologie prima di accettare la descrizione algoritmica come una soluzione semplice e affidabile, in quanto ciò potrebbe lasciare spazio a errori significativi, difficili da rilevare e correggere.

Con particolare riferimento ai bias di genere ed etnici incorporati in tali sistemi, Balbi e Calise (2023) ricordano, ad esempio, che le immagini che compongono i dataset artistici più grandi e diffusi al mondo tendono a riprodurre gli stessi pregiudizi della storia dell'arte occidentale. A questo proposito, è stato messo in luce che la distribuzione degli oggetti d'arte digitalizzati – presenti in un noto database, quale *Google Arts & Culture* – rappresenta nella quasi totalità dei casi (93,4%) solo cinque Paesi (Regno Unito, Stati Uniti, Paesi Bassi, Italia, Corea del Sud), lasciando agli altri 190 Paesi delle Nazioni Unite una percentuale residuale (6,6%) di contenuti esposti (Kizhner et al., 2021).

Per le autrici, appare dunque evidente che quando gli algoritmi di apprendimento automatico operano su grandi dataset artistici vi siano molteplici aspetti da tenere in considerazione, ognuno dei quali potrebbe rappresentare un possibile punto di partenza "distorto" da cui potrebbero discendere processi e risultati a loro volta "distorti". Un modo per cercare di ridurre tali rischi è quello di utilizzare un processo trasparente, in grado di:

- informare il pubblico, esplicitando che i metadati descrittivi di una collezione sono stati generati attraverso la visione artificiale, al fine di favorire chiarezza e consapevolezza;
- consentire agli utenti di controllare i parametri dell'algoritmo di visione artificiale, chiarendo le linee guida attraverso cui opera il software e l'entità del suo impiego;
- applicare una funzionalità di tracciamento alla descrizione di ciascun oggetto, così da consentire agli utenti di comprendere come i metadati di un oggetto sono cambiati nel corso del tempo;
- stimare il grado di certezza di ogni descrizione e attribuzione fatta dalla macchina (Balbi e Calise, 2023).

Tuttavia, come sottolinea anche Craig (2021), sono necessari ulteriori studi per valutare l'efficacia di tali raccomandazioni.

Altrettanto degno di nota è lo studio condotto da Pereira e Moreschi (2021) sui modi inaspettati "di vedere" attraverso la visione artificiale. Nell'analizzare la collezione Van Abbemuseum, nei Paesi Bassi,

con l'ausilio di sistemi commerciali di riconoscimento delle immagini sviluppati da aziende tecnologiche, gli autori si sono chiesti cosa succede all'arte quando viene letta attraverso questi strumenti. Esaminando oltre 600 immagini di opere d'arte appartenenti a due delle mostre permanenti del museo, Pereira e Moreschi (Ibid.) giungono alla conclusione che l'analisi computazionale di ogni singola immagine, se osservata attentamente, può funzionare come una sorta di *reverse engineering* di questi sistemi, rendendo esplicita la loro incapacità di "vedere oltre le cose". Detto altrimenti, i sistemi di IA tendono ad appiattire le immagini delle opere d'arte, ignorandone il contesto o il significato in un senso più ampio. In tale direzione, un caso paradigmatico è rappresentato dalla tendenza di sistemi come *ImageNet* – uno dei principali database usati per l'addestramento di programmi di riconoscimento delle immagini – a classificare il corpo femminile nudo come una "immagine pornografica", anche in presenza di opere d'arte (Gillespie, 2018).

Questa lettura critica dell'IA la interpreta come uno dei tanti modi di comprendere il mondo, che privilegia alcuni valori e ne invisibilizza altri, mettendo in discussione il suo posizionamento come una magica "view from nowhere" (Haraway, 1988): sebbene i sistemi computazionali siano "pubblicizzati" come oggettivi, in quanto basati su analisi matematiche e statistiche, sono in realtà socialmente e culturalmente situati (Pereira e Moreschi, 2021). Come indicano gli autori, gli algoritmi di riconoscimento delle immagini sono radicati all'interno della società e il loro uso non riguarda solo le piattaforme di *social networking* ma anche un numero crescente di musei e altre istituzioni culturali. Occorre pertanto prestare attenzione a come questi algoritmi operano, a cosa offuscano e a quali logiche diffondono, poiché la crescente pervasività del ragionamento algoritmico rischia di produrre un'eccessiva semplificazione, che tende a confondere "il vedere con il capire, la correlazione con la causalità, la nudità con la pornografia" (Ibid.). Così, "if reason is reduced to formal logic, then any discussion becomes unnecessary because if-then relations do not leave any room for the 'but' or the 'nevertheless,' nor for ambivalence, irony, or skepticism; algorithms are indifferent to context, delegating decisions to predetermined principles" (Simanowski, 2016, p. 55).

Allo stesso tempo, però, gli autori invitano a considerare le opportunità offerte da una visione dell'arte "slegata dal sistema dell'arte". Liberandosi dai codici specializzati ed elitari che permeano il campo artistico, la *computer vision* può fornire anche percorsi alternativi e ine-

diti per re-immaginare le opere d'arte, spingendo le istituzioni culturali a essere più creative e aperte al confronto con i pubblici.

3.2. IA e creazione artistica

Sul fronte della creazione artistica, i contributi analizzati esplorano una serie di temi che spaziano dalle percezioni degli individui nei confronti dell'arte generata da sistemi algoritmici (Bellaiche et al., 2023; Chamberlain et al., 2018; Horton et al., 2023; Latikka et al., 2023; Lee e Joo, 2017; Lyu et al., 2022), all'evoluzione del concetto di creatività nell'era dell'intelligenza artificiale (Brinkmann et al., 2023; Chatterjee, 2022; McCormack e D'Inverno, 2012; Norton, 2009; Norton et al., 2013), ai concetti di "machine art" (Bessette et al., 2019; Linson, 2016) e "agency dell'IA" (Chatterjee, 2022; Linson, 2016; Lyu et al., 2022; Tresset e Deussen, 2014; Wojciechowski e Korjonen-Kuusipuro, 2021), all'impatto di tali tecnologie sul futuro dell'arte e della professione artistica (Chatterjee, 2022; Caramiaux e Fdili Alaoui, 2022; Cetinic e She, 2022; Hakopian, 2024; Hassine e Neeman, 2019; Leymarie e Simmons, 2022; Rico Sesé e Rodríguez Calatayud, 2019; Shahriar, 2022; Zheng et al., 2022).

In linea generale, si rintraccia una tendenza diffusa verso l'esplorazione dei limiti e, al contempo, degli aspetti più innovativi delle tecnologie algoritmiche per comprendere se e in che modo tali strumenti possano eguagliare o addirittura superare quegli attributi considerati prettamente umani, che du Sautoy (2019) definisce "le meraviglie del nostro codice umano".

A partire dal riconoscimento che alcune delle invenzioni più iconiche dell'IA – quali i metodi di *Neural Style Transfer* (NST) (Gatys et al., 2016) oppure i modelli di *Generative Adversarial Networks* (GANs) (Goodfellow et al., 2014; Elgammal et al., 2017) – svolgano un ruolo centrale nell'amplificare le potenzialità espressive nei campi dell'arte e della creatività (Cetinic e She, 2022), la maggior parte degli studi appare orientata più a sollevare interrogativi che a fornire risposte. Esemplare a questo proposito il libro curato da McCormack e D'Inverno (2012) che si chiude con un elenco di ventuno domande aperte sul rapporto tra computer e creatività.

Tra le molte domande che studiosi, artisti ed esperti si pongono, ricorrono interrogativi sulla capacità delle macchine di essere creative (McCormack e D'Inverno, 2012), su cosa significhi essere creativi (Brinkmann et al., 2023), sulla "natura artistica" delle opere create

dall'IA e sul loro posto nella storia delle arti visive (Hakopian, 2024; Hassine e Neeman, 2019), oppure sul livello di autonomia che hanno i computer nel prendere decisioni considerate essenziali per il processo creativo. Ci si chiede, quindi, se le tecnologie computazionali siano "semplici strumenti" o se, al contrario, esibiscano un "comportamento" indipendente (Chatterjee, 2022). Se la strutturazione di una specifica rappresentazione sia fondata sulla realtà e l'esperienza o su "ragioni di marketing" sottostanti al funzionamento di tali sistemi (Cetinic e She, 2022).

In questa direzione, Chatterjee (2022) evidenzia come, nello scenario attuale, le forme più comuni di IA abbiano dei limiti, che fanno sì che tali strumenti non possano astrarre concetti, comprendere metafore o provare emozioni (Marcus e Davis, 2019). Stante queste caratteristiche, l'autore si domanda come potrebbe un'IA apprezzare o produrre arte, sostenendo che se lo scopo dell'arte è quello di comunicare idee astratte e simboliche o esprimere emozioni, allora tali strumenti sembrano essere ancora mal equipaggiati per raggiungere questi fini. Nella visione di Chatterjee (2022) l'IA, per come la conosciamo oggi, non possiede alcuna agency e i suoi scopi sono determinati dalla sua funzione obiettivo. Tali finalità sono attualmente definite dagli esseri umani che utilizzano l'IA come strumento. Tuttavia, l'autore contesta l'idea che le attività creative siano "un bastione inattaccabile" dell'umanità. Le tecnologie computazionali sono già parte integrante delle routine creative di un numero crescente di artisti e il continuo sviluppo di macchine "esteticamente sensibili" metterà alla prova la nostra visione della bellezza e della creatività e forse anche la nostra comprensione della natura dell'arte.

Sulla stessa scia, Linson (2016) invita a prestare attenzione al fatto che affinché un'opera d'arte prodotta da una macchina possa essere considerata come il contributo di un "machine artist" – piuttosto che come il frutto del lavoro degli esseri umani dietro la macchina – è necessario che l'architettura cognitiva dei sistemi computazionali consenta l'esperienza, la coscienza e un certo grado di coinvolgimento con il mondo esterno. Senza tale apparato cognitivo, l'arte prodotta dagli algoritmi deve essere intesa come il lavoro di un artista umano, mediato da una macchina. Ne deriva che, da un punto di vista ontologico, un oggetto possa essere considerato un'opera d'arte solo quando sia possibile riconoscere la relazione fondamentale che si instaura tra un output e una coscienza.

Altri autori come Lyu e colleghi (2022), pur ribadendo che l'IA sia priva di una "coscienza umana" e quindi incapace di creare arte, mettono in luce come tali tecnologie differiscano dagli strumenti tradizionali. L'imprevedibilità degli output che caratterizza tali sistemi provoca un cambiamento nei modi in cui gli esseri umani controllano gli algoritmi. Tale aspetto fa sì che essi possano essere visti come una fonte di ispirazione, favorendo i processi di collaborazione creativa tra artisti e sistemi computazionali. In aggiunta a ciò, sottolineano che, grazie alla progressiva disponibilità di tecnologie come i sistemi "text-to-image", anche le persone con scarse o nulle capacità artistiche possano esprimere la propria creatività. Ne deriva che la distanza, in termini di competenze tecniche, tra gli artisti e le persone prive di una formazione artistica tenderà a ridursi.

In tale contesto, diventa centrale chiedersi se, e per quali ragioni, i pubblici tendano a preferire le opere create da esseri umani rispetto a quelle attribuite a sistemi computazionali. Per indagare questo tema, Bellaiche e colleghi (2023) hanno condotto due studi in cui è stato chiesto ai partecipanti di valutare una serie di dipinti realizzati da un sistema algoritmico, a cui era stata attribuita in modo casuale un'etichetta che riportava la dicitura "creata da un essere umano" oppure "creata dall'IA". Nel primo studio, i partecipanti hanno valutato le opere in base a quattro criteri – gradimento, bellezza, profondità e valore – mostrando una chiara preferenza per i dipinti etichettati come "umani". Il secondo studio ha replicato l'esperimento, arricchendo il set di valutazioni con ulteriori dimensioni – emozione, narrazione, significato, sforzo percepito e tempo necessario alla creazione – con l'obiettivo di comprendere i meccanismi sottostanti a tale preferenza. Anche in questo caso, i dati hanno confermato i risultati precedenti: l'etichetta "creata da un essere umano" ha generato apprezzamenti significativamente più positivi. Lo studio sembra quindi suggerire l'esistenza di un pregiudizio sistematico nei confronti delle opere "create dall'IA", indicando che le persone tendono a concepire l'arte come espressione di un'esperienza tipicamente umana. Sebbene la produzione artistica da parte dell'IA possa essere riconosciuta e apprezzata, questa risulta comunque condizionata da una visione antropocentrica che continua a dominare il giudizio estetico. Detto altrimenti, anche nell'era algoritmica, l'arte è valutata non solo per le sue caratteristiche formali, ma anche per il valore attribuito all'esperienza umana che vi si riflette.

Un affondo sulle dinamiche produttive degli artisti che integrano i sistemi algoritmici nelle loro prassi creative è offerto dallo studio di Caramiaux e Fdili Alaoui (2022), che approfondisce attraverso interviste in profondità a cinque artisti di fama internazionale – Memo Akten, Jake Elwes, Mario Klingemann, Kyle McDonald, Anna Ridler – gli impatti politici e socio-tecnici connessi all'uso dell'IA in campo artistico. Adottando la prospettiva critica dei *Cultural Studies*, la ricerca evidenzia come i contenuti generati con l'ausilio dell'intelligenza artificiale – incluse le creazioni artistiche – non siano affatto neutri da un punto di vista sociale e culturale. Come messo in luce da rilevanti studiose quali O'Neil (2016), Noble (2018) e Crawford (2021), gli algoritmi sono permeati dalle rappresentazioni, dai valori e dalle convinzioni di chi li sviluppa, e i dati utilizzati per allenarli dipendono dal contesto culturale di appartenenza, dando vita a quello che Buolamwini (2016) chiama "the coded gaze", ossia "the embedded views that are propagated by those who have the power to code systems".

In tale contesto, il lavoro di Caramiaux e Fdili Alaoui (2022) mostra che gli artisti intervistati tendono a privilegiare il processo (cioè il flusso di lavoro) rispetto al risultato, in quanto è difficile prevedere l'output di un determinato modello computazionale. Lo studio suggerisce, infatti, che la novità dell'arte creata con i sistemi algoritmici non risieda necessariamente nel risultato, poiché le immagini di solito rappresentano dei "mashup" culturalmente riconoscibili (Manovich, 2019), ma nell'ampliamento delle possibilità estetiche offerte dall'automazione, rispetto a quelle derivanti dalla sola scelta umana. Inoltre, assumendo una postura politica, gli artisti attraverso le loro opere cercano di rivelare sia i lati più oscuri sia quelli costruttivi delle tecnologie con cui lavorano, creando ponti tra la natura culturale e tecnica dell'IA, tra un mondo di rappresentazioni e un mondo di calcoli computazionali. Così, si rimarca la rilevanza del lavoro umano necessario affinché un algoritmo di IA produca un'opera d'arte significativa – spesso oscurata da una narrazione che tende a descrivere tali opere come fatte "da" piuttosto che fatte "con" le macchine (Caramiaux e Fdili Alaoui, 2022).

Tale visione si ritrova, in parte, anche in uno studio di Wojciechowski e Korjonen-Kuusipuro (2021), i quali indicano che le reazioni all'arte realizzata tramite l'IA sono molteplici e variano da positive a scettiche, definendo tali strumenti ora come "collaboratori" ora come "concorrenti" (Zeilinger, 2021). Secondo gli autori, la necessità di sapere se l'artista sia l'umano o la macchina risiede probabilmente nell'i-

dea che la creatività sia ancora considerata qualcosa di prettamente umano. Allo stesso tempo, tali riflessioni chiamano in causa una più approfondita comprensione delle interazioni tra esseri umani e forze non umane (Barad, 2007), incluse le materialità digitali: abbandonando le nozioni di agency incentrate solo sull'umano a favore di interpretazioni più ampie che considerano relazioni eterogenee, che coinvolgono al contempo agenti umani e non umani, si invita a trattare gli algoritmi come "agenti sociali" (Esposito, 2017), ossia "come qualcosa di più di freddi oggetti matematici" (Airoldi, 2024, p. 12).

In questa prospettiva, appare interessante citare anche gli esperimenti condotti da Poltronieri e Hänska (2019), volti ad allenare una *Generative Adversarial Network* (GAN) con l'intento di realizzare nuovi autoritratti. La loro riflessione si concentra, in particolare, sulle cosiddette "immagini tecniche", ossia immagini prodotte automaticamente attraverso la mediazione di formule matematiche e codici altamente specializzati. Con la progressiva diffusione dei sistemi algoritmici, sembra inevitabile che anche il panorama artistico diventi sempre più saturo di immagini tecniche. In effetti, gran parte dell'arte contemporanea è quantomeno elaborata, modificata o aumentata attraverso qualche processo computazionale. Così, con la crescente qualità delle immagini tecniche generate dall'IA, i metodi puramente visivi per giudicarle diventeranno rapidamente inadatti e obsoleti. La questione non riguarda soltanto gli attributi tecnici, ma anche, e soprattutto, quelli estetici delle immagini. In breve tempo, secondo gli autori, gli unici critici d'arte degni di fiducia saranno i contro-algoritmi progettati per identificare le sottili sfumature, gli artefatti e le strategie utilizzate per produrre immagini realizzate dalle macchine per altre macchine.

Infine, tra le riflessioni che adottano un punto di vista critico nei confronti della neutralità algoritmica, particolarmente degno di nota è il contributo di Hakopian (2024) che svela i meccanismi su cui si basano alcuni progetti innovativi di creazione artistica attraverso tecnologie computazionali. Osservando i dataset utilizzati per l'allenamento di tali modelli, che attingono ai canoni della storia dell'arte occidentale, l'autrice rileva che la visione degli algoritmi come arbitri imparziali sia una mera illusione. Ciò richiede, infatti, di sopprimere lo status dell'IA come sistema socio-tecnico e produce l'effetto di ignorare i modi in cui tali sistemi rafforzano le condizioni sociali e politiche, e le strutture di potere esistenti (Noble, 2018; Benjamin, 2019; Buolamwini e Gebru, 2018; Costanza-Chock, 2020).

Con l'intento di mettere in discussione tale approccio, Hakopian (2024) cita i lavori di artiste come Mimi Ọnụọha e Stephanie Dinkins, che rispecchiano i principi del "data feminism" (D'Ignazio e Klein, 2020), ponendo particolare attenzione alle relazioni di potere incorporate nei dati. Ad esempio, nell'installazione *Library of Missing Datasets*, Ọnụọha rende visibili gli "spazi vuoti" presenti in contesti potenzialmente saturi di dati. Tali lacune informative includono categorie come le "persone escluse dagli alloggi pubblici a causa di precedenti penali", gli "immigrati senza documenti attualmente incarcerati e/o sottopagati", o il "numero totale di dipartimenti di polizia, locali e statali, che utilizzano localizzatori telefonici" (Ọnụọha, 2018). Questi dati sono rappresentati da cartelle vuote, etichettate e raccolte in uno schedario d'acciaio che le persone possono consultare. Offrendo un catalogo degli "empty spaces where no data live", l'artista svela e mette a nudo le dinamiche che regolano la raccolta e la distribuzione dei dati nell'era algoritmica. Similmente, l'opera *Not the Only One (N'TOO)* di Stephanie Dinkins adotta la lente degli "small data" – in contrapposizione ai "big data" usati dai sistemi algoritmici – e si basa sui racconti tramandati da tre generazioni di donne della sua famiglia. Dinkins ha raccolto queste storie con l'intento di sviluppare un'intelligenza artificiale interattiva, che funziona come "un libro di memorie multigenerazionale di una famiglia nera americana", dando priorità ai dati forniti dalla comunità (Dinkins e Martinez, 2020), al fine di rappresentare le varie sfumature della società.

4. Conclusioni e prospettive future di ricerca

L'analisi condotta evidenzia come la relazione tra intelligenza artificiale e arti visive si configuri come un ambito di studio dinamico, attraversato da tensioni epistemologiche e interrogativi non ancora risolti. Le tecnologie computazionali, infatti, non si limitano a fungere da strumenti al servizio della creatività, ma partecipano attivamente alla definizione delle estetiche, delle pratiche e delle logiche istituzionali della produzione artistica contemporanea (Chatterjee, 2022; Caramiaux e Fdili Alaoui, 2022; Cetinic e She, 2022; Hakopian, 2024; Hassine e Neeman, 2019).

In particolare, i risultati della *scoping review* rivelano un panorama disciplinare ancora fortemente sbilanciato verso l'informatica e le scienze applicate, lasciando margini di approfondimento per approcci socio-culturali in grado di esplorare le implicazioni etiche, simboliche

e politiche dell'adozione dell'IA nei contesti artistici (Hakopian, 2024). Appare dunque necessario un rafforzamento del dialogo tra scienze dure e scienze sociali, per decostruire l'idea di una neutralità tecnica e comprendere fino in fondo il ruolo degli algoritmi come artefatti socialmente situati (D'Ignazio e Klein, 2020; Noble, 2018).

Tuttavia, negli ultimi anni, le tecnologie di intelligenza artificiale stanno acquisendo un ruolo sempre più centrale sia nell'analisi sia nella produzione artistica (Cetinic e She, 2022). Con riferimento al primo aspetto, e in particolare all'ambito della *computer vision*, rimangono molte sfide da affrontare per rendere tali sistemi efficaci nel contesto degli archivi culturali digitali latamente intesi. Tra le principali difficoltà figurano la definizione di standard condivisi per le annotazioni, lo sviluppo di modelli avanzati per il riconoscimento, la classificazione iconografica e la comprensione delle immagini (Balbi e Calise, 2023; Craig, 2021; Cetinic e She, 2022; Pereira e Moreschi, 2021). Anche nella sfera della produzione artistica, l'IA sta assumendo un'importanza crescente. Questo non vale solo per l'arte generata digitalmente, ma riguarda anche processi come la curatela, l'allestimento di mostre e il mercato dell'arte.

Il crescente ricorso alle tecnologie computazionali in campo artistico si caratterizza così per una natura ambivalente, in quanto apre nuove prospettive creative, grazie alla capacità di connettere diverse modalità espressive, sollevando al contempo interrogativi cruciali sul concetto di autorialità e sulla percezione dell'arte (Chatterjee, 2022). La possibilità che modelli algoritmici generino contenuti artistici indistinguibili da quelli umani mette in discussione molte convinzioni – sia tradizionali che contemporanee – su cosa sia l'arte, su chi ne sia l'autore, e su come essa venga recepita (Bellaiche et al., 2023), anche alla luce delle recenti interpretazioni del concetto di creatività, inteso non come un costrutto assoluto, bensì come il risultato di interazioni mutevoli tra criteri soggettivi e fattori socio-culturali, inclusa la tecnologia (du Sautoy, 2019; Zylinska, 2023).

In uno scenario così caratterizzato, le pratiche artistiche che incorporano o riflettono criticamente l'uso dell'IA possono offrire spazi di riflessione pubblica, oltre che strumenti per un'alfabetizzazione visiva e tecnologica sempre più urgente.

In vista delle future traiettorie di ricerca, sarà fondamentale indagare con maggiore sistematicità il rapporto tra agency umana e non umana, il ruolo delle istituzioni culturali nel mediare la diffusione del-

le tecnologie computazionali e le modalità con cui i dati – o la loro assenza – plasmano l'immaginario artistico e sociale.

Solo attraverso un approccio critico e multidisciplinare sarà possibile comprendere appieno l'impatto trasformativo dell'intelligenza artificiale sull'arte e contribuire a costruire sistemi più inclusivi, trasparenti e culturalmente consapevoli.

Riferimenti bibliografici

AIROLDI, M. (2024), *Machine Habitus. Sociologia degli algoritmi*, Luiss University Press, Roma.

ARIKAN, E., ARAM, S. (2022), *Qualitative Study of Text-to-Image AI Generators and their Relationship with NFTs*, in "2022 IEEE International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)", pp. 240-245.

BALBI, C., CALISE, A. (2023), *The (theoretical) elephant in the room. Overlooked assumptions in computer vision analysis of art images*, in "Signata", 14, pp. 1-16.

BARAD, K. (2007), *Meeting the Universe Halfway. Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning*, Duke University Press, Durham & London.

BELLAICHE, L. et al. (2023), *Humans versus AI: whether and why we prefer human-created compared to AI-created artwork*, in "Cognitive Research: Principles and Implications", 8, 42.

BENJAMIN, R. (2019), *Race after technology: abolitionist tools for the New Jim Code*, Polity, Cambridge.

BESSETTE, J. et al. (2019), *Trends and Anti-Trends in Techno-Art Scholarship: The Legacy of the Arts "Machine" Special Issues*, in "Arts", 8, 3, 120.

BOBASHEVA, A. et al. (2022), *Learning and Reasoning for Cultural Metadata Quality*: Coupling Symbolic AI and Machine Learning over a Semantic Web Knowledge Graph to Support Museum Curators in Improving the Quality of Cultural Metadata and Information Retrieval, in "Journal on Computing and Cultural Heritage", 15, 3, pp. 1–23.

BRINKMANN, L. et al. (2023), *Machine culture*, in "Nature Human Behaviour", 7, pp. 1855–1868.

BUOLAMWINI, J. (2016), *InCoding — In The Beginning Was The Coded Gaze*, in "Medium", 16 May 2016, MIT MEDIA LAB, available at: <https://medium.com/mit-media-lab/incoding-in-the-beginning-4e2a5c51a45d> (last accessed 22 May 2025).

BUOLAMWINI, J., GEBRU, T. (2018), *Gender shades: intersectional accuracy disparities in commercial gender classification*, in "Proceedings of Machine Learning Research", 81, pp. 77–91.

CALVERI, C., SACCO, P.L. (2021), *La trasformazione digitale della cultura*, Editrice Bibliografica, Milano.

CARAMIAUX, B., FDILI ALAOUI, S. (2022), *"Explorers of Unknown Planets": Practices and Politics of Artificial Intelligence in Visual Arts*, in "CSCW '22: ACM Conference On Computer-Supported Cooperative Work And Social Computing, November 12–16, Taipei, TWN", ACM, New York, pp. 1-24.

CETINIC, E., SHE, J. (2022), *Understanding and Creating Art with AI: Review and Outlook*, in "ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications", 18, 2, pp. 1-22.

CHAMBERLAIN, R. et al. (2018), *Putting the Art in Artificial: Aesthetic Responses to Computer-Generated Art*, in "Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts", 12, 2, pp. 177–192.

CHATTERJEE, A. (2022), *Art in an age of artificial intelligence*, in "Frontiers in Psychology", 13:1024449, pp. 1-9.

CITRON, D.K., PASQUALE, F.A. (2014), *The Scored Society: Due Process for Automated Predictions*, in "Washington Law Review", 89, 1, pp. 1-33.

COSTANZA-CHOCK, S. (2020), *Design justice: community-led practices to build the worlds we need*, MIT Press, Cambridge.

CRAIG, J. (2021), *Computer Vision for Visual Arts Collections: Looking at Algorithmic Bias, Transparency, and Labor*, in "Art Documentation: Journal of the Art Libraries Society of North America", 40, 2, pp. 198-208.

CRAWFORD, K. (2021), *Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*, Yale University Press, New Haven/London.

D'ABBRACCIO, F., FACCHETTI, A. (a cura di) (2021), *AI & Conflicts. Volume 1*, Krisis Publishing.

D'IGNAZIO, C., KLEIN, L. (2020), *Data feminism*, MIT Press, Cambridge.

DINKINS, S., MARTINEZ, T. (2020), *Towards an equitable ecosystem of artificial intelligence*, in "The Broadcast", available at: <https://pioneerworks.org/broadcast/stephanie-dinkins-towards-an-equitable-ecosystem-of-ai> (last accessed 22 May 2025).

DU SAUTOY, M. (2019), *The Creativity Code: How AI Is Learning to Write, Paint and Think*, HarperCollins Publishers, London.

ELGAMMAL, A. et al. (2017), *CAN: Creative adversarial networks, generating "art" by learning about styles and deviating from style norms*, in "Eighth International Conference on Computational Creativity (ICCC)", Atlanta, pp. 1-22.

ESPOSITO, E. (2017), *Artificial communication? The production of contingency by algorithms*, in "Zeitschrift für Soziologie", 46, 4, pp. 249-265.

GATYS, L. A. et al. (2016), *Image style transfer using convolutional neural networks*, in "Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition", pp. 2414-2423.

GILLESPIE, T. (2018), *Custodians of the internet*, Yale University Press.

GOODFELLOW, I. et al. (2014), *Generative adversarial nets*, in "Advances in neural information processing systems", 27, pp. 2672-2680.

HAKOPIAN, M. F. (2024), *Art histories from nowhere: on the coloniality of experiments in art and artificial intelligence*, in "AI & SOCIETY", 39, pp. 29-41.

HARAWAY, D. (1988), *Situated knowledges: the science question in feminism and the privilege of partial perspective*, in "Fem Stud", 14, 3, pp. 575–599.

HASSINE, T., NEEMAN, Z. (2019), *The zombification of Art History: How AI resurrects dead masters, and perpetuates historical biases*, in "Journal of Science and Technology of The Arts", 11, 2, pp. 28-35.

HORTON, C. B. Jr et al. (2023), *Bias against AI art can enhance perceptions of human creativity*, in "Scientific Reports", 13, 19001.

KIZHNER, I. et al. (2021), *Digital cultural colonialism: measuring bias in aggregated digitized content held in Google Arts and Culture*, in "Digital Scholarship in the Humanities", 36, 3, pp. 607-640.

LATIKKA, R. et al. (2023), *AI as an Artist? A Two-Wave Survey Study on Attitudes Toward Using Artificial Intelligence in Art*, in "Poetics", 101, 101839.

LEE, E., JOO, M. (2017), *A Relative Evaluation of Aesthetic Value for Contemporary Abstract Art Created by Computer Creativity*, in "Journal of Theoretical and Applied Information Technology", 95, 18, pp. 4427-4435.

LEYMARIE, F.F., SIMMONS, S. III (2022), *What Is It about Art? A Discussion on Art.Intelligence.Machine.*, in "Arts", 11, 100.

LINSON, A. (2016), *Machine Art or Machine Artists?: Dennett, Danto, and the Expressive Stance,* in V. C. Müller (ed.), *Fundamental Issues of Artificial Intelligence (Synthese Library)*, Springer, Berlin.

LYU, Y.R. et al. (2022), *Communication in Human-AI Co-Creation: Perceptual Analysis of Paintings Generated by Text-to-Image System*, in "Applied Sciences", 12, 22, 11312.

MAK, S., THOMAS, A. (2022), *Steps for Conducting a Scoping Review*, in "J Grad Med Educ.", 14, 5, pp. 565-567.

MANOVICH, L. (2019), *Defining AI arts: Three proposals*, in "AI and dialog of cultures: exhibition catalog", Saint-Petersburg, Hermitage Museum.

MANOVICH, L. (2022), *AI and Myths of Creativity*, in "Architectural Design", 92, 3, pp. 60-65.

MARCOS, A. (2007), *Digital Art: When Artistic and Cultural Muse Merges with Computer Technology*, in "IEEE Computer Graphics and Applications", 27, 5, pp. 98-103.

MARCUS, G., DAVIS, E. (2019), *Rebooting AI: Building artificial intelligence we can trust*, Knopf Doubleday Publishing Group, New York.

MATTISON, D. (2004), *Looking for Good Art. Part 2: Image Retrieval*, in "Searcher", 12, 9.

MAZZONE, M., ELGAMMAL, A. (2019), *Art, creativity, and the potential of artificial intelligence*, in "Arts", 8, 26, pp. 1-9.

MCCORMACK, J., D'INVERNO, M. (eds) (2012), *Computers and creativity*, Springer, Berlin, Heidelberg.

MUNN, Z. et al. (2018), *Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach*, in "BMC Med Res Methodol", 18, 143.

NOBLE, S. (2018), *Algorithms of Oppression*, New York University Press, New York.

NORTON, D. (2009), *Learning about creativity from an artificial artist*, in "Proceedings of the seventh ACM conference on Creativity and cognition (C&C '09). Association for Computing Machinery", New York, NY, USA, pp. 339–340.

NORTON, D. et al. (2013), *Finding Creativity in an Artificial Artist*, in "Journal of Creative Behavior", 47, 2, pp. 106-124.

O'NEIL, C. (2016), *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*, Crown, New York.

ỌNỤỌHA, M. (2018), *On missing datasets*, in "GitHub", available at: <https://github.com/MimiOnuoha/missing-datasets> (last accessed 22 May 2025).

PAGE, M.J. et al. (2021), *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*, in "BMJ", 372, 71.

PAGLEN, T. (2021), *Immagini invisibili*, in F. D'Abbraccio, A. Facchetti (a cura di), *AI & Conflicts. Volume 1*, Krisis Publishing, pp. 40-55.

PEREIRA, G., MORESCHI, B. (2021), *Artificial intelligence and institutional critique 2.0: unexpected ways of seeing with computer vision*, in "AI & SOCIETY", 36, 1, pp. 1201-1223.

POLTRONIERI, F.A., HÄNSKA, M. (2019), *Technical Images and Visual Art in the Era of Artificial Intelligence: From GOFAI to GANs*, in "Proceedings of 9th International Conference on Digital and Interactive Arts (Artech 2019)", Braga, Portugal, 8 pages.

RICO SESÉ, J., RODRÍGUEZ CALATAYUD, N. (2019), *¿Podrán los robots diseñar ovejas eléctricas?*, in "IV Congreso INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ARTES VISUALES ANIAV 2019 IMAGEN [N] VISIBLE".

SACHS, S. E. (2020), *The algorithm at work? Explanation and repair in the enactment of similarity in art data*, in "Information, Communication & Society", 23, 11, pp. 1689–1705.

SANTOS, I. et al. (2021), *Artificial Neural Networks and Deep Learning in the Visual Arts: a review*, in "Neural Comput & Applic", 33, pp. 121-157.

SHAHRIAR, S. (2022), *GAN computers generate arts? A survey on visual arts, music, and literary text generation using generative adversarial network*, in "Displays", 73, 102237.

SHRESTHA, S., DAS, S. (2022), *Exploring gender biases in ML and AI academic research through systematic literature review*, in "Front Artif Intell", 5, 976838.

SIMANOWSKI, R. (2016), *Data love: the seduction and betrayal of digital technologies*, Columbia University Press, New York.

SURAPANENI, S. et al. (2020), *Exploring Themes and Bias in Art using Machine Learning Image Analysis*, in "2020 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS), Charlottesville, VA, USA", pp. 1-6.

TRESSET, P., DEUSSEN, O. (2014), *Artistically Skilled Embodied Agents*, in "AISB 2014, 1st - 4th April 2014, Goldsmiths, University of London, UK".

VON DAVIER, T.S. (2023), *Designing for Appreciation: How Digital Spaces Can Support Art and Culture*, in "Extended Abstracts of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '23), April 23–28, 2023, Hamburg, Germany", ACM, New York.

WOJCIECHOWSKI, A., KORJONEN-KUUSIPURO, K. (2021), *Can Artificial Intelligence Become An Artist?*, in "Human Technology", 17, 2, pp. 118-125.

ZEILINGER, M. (2021), *Tactical Entanglements: AI Art, Creative Agency, and the Limits of Intellectual Property*, Meson Press, Lüneburg.

ZHENG, X. et al. (2022), *Intelligent art: the fusion growth of artificial intelligence in art and design*, in "Int. J. Simul. Multidisci. Des. Optim.", 13, 24.

ZYLINSKA, J. (2020), *AI Art. Machine Visions and Warped Dreams*, Open Humanities Press, London.

ZYLINSKA, J. (2023), *Art in the age of artificial intelligence*, in "Science", 381, 6654, pp. 139-140.

3. Intelligenza artificiale etica, profili linguistici e bias nel trattamento del patrimonio culturale

Isabella Chiari

1. Introduzione

L'intelligenza artificiale ha assunto un ruolo sempre più rilevante nella gestione, conservazione e diffusione del patrimonio culturale e in numerosi aspetti del lavoro di ricercatori e studiosi di ogni disciplina. L'integrazione di tecnologie intelligenti nei processi educativi e produttivi di carattere culturale ha trasformato le modalità operative delle istituzioni culturali, ma ha anche aperto una riflessione più ampia sulle implicazioni etiche, sociali e cognitive della mediazione tecnologica applicata alla cultura. La progressiva adozione di strumenti di IA nei contesti culturali richiede, pertanto, un approccio critico e multidisciplinare capace di tenere conto sia delle potenzialità applicative, sia delle tensioni che emergono sul piano della rappresentazione, della trasparenza e dell'accesso.

In questo scenario il contributo delle scienze linguistiche e il loro stretto rapporto con le tecnologie risultano particolarmente utili per comprendere le modalità attraverso cui i modelli di IA generativa operano nella costruzione, manipolazione e restituzione dei contenuti culturali. L'analisi linguistica permette infatti di osservare i meccanismi interni ai modelli di linguaggio, evidenziandone le logiche di selezione lessicale, strutturazione sintattica, coerenza testuale e adattamento stilistico. Questi aspetti non sono neutri, ma rispecchiano le caratteristiche dei dati di addestramento, le scelte progettuali dei modelli e gli obiettivi comunicativi impliciti. Il linguaggio, in quanto vettore di identità e memoria culturale, diventa dunque un nodo cruciale per valutare l'impatto dell'IA sul patrimonio culturale.

Parallelamente agli aspetti linguistici, l'adozione dell'IA solleva questioni etiche legate alla protezione dei dati, alla qualità della rappresentazione culturale e al rischio di riprodurre disuguaglianze attraverso modelli "neutrali" solo in apparenza. Temi come l'equità nella selezione dei contenuti, l'inclusività dei dataset, la trasparenza dei processi di annotazione e la responsabilità dei professionisti coinvolti richiedono un'attenzione sistematica. In particolare, nel caso dei modelli generativi, la capacità di produrre testi, immagini o metadati che influenzano la fruizione e l'interpretazione del patrimonio culturale impone una riflessione articolata sulle implicazioni della delega alla macchina, sui possibili *bias* che vengono perpetuati e sul rapporto con la revisione critica e l'addestramento dei modelli.

La complessità delle tecnologie coinvolte e la loro rapidissima diffusione rendono ancora più urgente lo sviluppo di competenze critiche, sia nei professionisti del settore culturale sia nei fruitori dei prodotti finali. L'alfabetizzazione digitale, intesa non solo come abilità tecnica ma come consapevolezza dei processi linguistici, cognitivi e culturali sottesi ai sistemi di IA, rappresenta una condizione necessaria per un'interazione consapevole e responsabile con il patrimonio culturale digitalizzato. L'efficacia di una curatela algoritmica equa dipende infatti dall'intersezione tra tre livelli: la progettazione linguistica dei sistemi, le riflessioni etiche che orientano le scelte tecnologiche e le politiche istituzionali che ne regolano l'implementazione.

Questo contributo propone un percorso di riflessione che intreccia analisi linguistica, considerazioni etiche e prospettive educative in senso lato. Il percorso si articola lungo tre assi principali: (i) quello linguistico, relativo all'analisi dei modelli di linguaggio e alla rappresentazione semantica dei dati; (ii) quello etico, legato alla giustizia linguistica, ai bias e alla trasparenza nei processi computazionali; e (iii) quello politico-istituzionale, che tocca le responsabilità delle istituzioni culturali nella gestione dei dati.

Saranno presi in esame alcuni dei principi di funzionamento dei modelli di IA generativa, con particolare attenzione alla dimensione linguistica dei testi prodotti e ai criteri che regolano la costruzione e la codifica dell'informazione. Si affronteranno inoltre le implicazioni etiche dell'impiego dell'IA nel patrimonio culturale, soffermandosi sul ruolo dei professionisti, sulle pratiche di annotazione e sulle responsabilità nella curatela. Si discuterà della questione della diversità linguistica e culturale, evidenziando i rischi di omologazione, le potenzialità

di modelli sensibili alla pluralità e il ruolo dell'alfabetizzazione digitale, e si proporranno strategie per una formazione critica all'uso dell'IA nei contesti culturali. Infine, si presenteranno alcune raccomandazioni orientate a una visione eticamente fondata, inclusiva e linguisticamente consapevole dell'uso dell'IA nel patrimonio culturale.

2. L'asse linguistico: modelli e loro implicazioni

I modelli generativi rappresentano, oggi, una delle tecnologie più pervasive e trasformative nel panorama dell'intelligenza artificiale. L'IA generativa si riferisce a sistemi di intelligenza artificiale capaci di creare nuovi contenuti (testi, immagini, musica, metadati, ecc.) a partire da dati preesistenti. Nel campo linguistico e letterario, questi sistemi sono progettati per generare testi coerenti, spesso imitativi dello stile umano, grazie all'addestramento su grandi quantità di dati testuali. I primi esperimenti di IA generativa risalgono a circa quindici anni fa, ma il salto significativo è avvenuto con l'introduzione dei modelli di tipo Transformer da parte di Google nel 2017 e con la successiva diffusione di GPT-2 (2019), GPT-3 (2020), GPT-4 (2023), GPT-4o e GPT-4o mini (2024), capaci di processare nativamente input testuali, visivi e vocali in modo integrato, inaugurando una nuova generazione di modelli multimodali generalisti da parte di OpenAI. Questi sviluppi pongono nuove sfide e opportunità anche nel contesto del patrimonio culturale, dove la capacità multimodale e l'accesso open-source possono influenzare profondamente le modalità di classificazione, descrizione e fruizione dei contenuti culturali.

Nel corso del 2023, il panorama dei modelli di intelligenza artificiale generativa si è ampliato significativamente con l'ingresso di nuovi sistemi alternativi a ChatGPT, ciascuno con caratteristiche distintive. *Claude*, sviluppato da Anthropic e rilasciato nel marzo 2023, ha posto un forte accento sulla sicurezza e sull'affidabilità conversazionale, proponendosi come un assistente linguistico attento al contesto e alle implicazioni etiche. *Gemini*, evoluzione del precedente *Bard* di Google, è stato annunciato a fine 2023 e lanciato a febbraio 2024 da DeepMind con l'intento di competere direttamente con i modelli GPT, soprattutto nei compiti multimodali, integrando input testuali, visivi e sonori. *Grok*, il modello sviluppato da XAI e integrato nella piattaforma X (ex Twitter), si è distinto per la sua profonda integrazione con l'ecosistema della piattaforma e per un tono comunicativo più diretto e spesso ironico. Sul versante open-

source, *DeepSeek*, sviluppato in Cina e anch'esso introdotto nel 2023, ha attirato l'interesse della comunità per l'elevato livello di trasparenza dei dati di addestramento e per la natura interamente aperta del codice. Infine, *Perplexity* AI, attivo sin dal 2022 ma affermatosi nel 2023, ha innovato l'interazione utente combinando funzionalità di generazione linguistica e *retrieval* in tempo reale, offrendo così risposte corredate da fonti consultabili e verificabili dall'utente (oggi disponibili su tutte le piattaforme precedentemente citate). A queste alternative si aggiungono modelli emergenti come *Mixtral*, sviluppato da Mistral.ai, basati su architetture "mixture of experts", che attivano solo una parte del modello per ogni predizione, offrendo performance elevate con un uso computazionale ridotto.

I modelli di tipo Transformer sono addestrati su enormi corpora testuali costruiti per apprendere e generare contenuti in maniera plausibile e coerente, permettendo una certa variazione stilistica. La modalità di funzionamento, in termini un po' semplificati, è la predizione del *token* successivo di una sequenza linguistica[1]. La prima fase è la raccolta dei dati, o *data collection*, che è il primo passo per l'addestramento di un modello di intelligenza artificiale. Consiste nell'acquisizione su larga scala di dati grezzi, prevalentemente sequenze testuali nel caso dei modelli linguistici, ma anche immagini, audio o dati multimodali, che costituiscono il materiale su cui il modello impara a riconoscere pattern, strutture e regolarità. I dati possono provenire da fonti pubbliche (come Wikipedia, libri open access, articoli di giornale, siti web, archivi digitali), da piattaforme di crowdsourcing (es. Amazon Mechanical Turk), oppure essere raccolti attraverso strumenti dedicati, come sensori, questionari o processi aziendali interni. In ambiti specialistici (es. sanità, giustizia, finanza), l'impiego di dati sensibili rende necessaria una particolare attenzione alla protezione della privacy e al rispetto delle normative in vigore, come il Regolamento europeo GDPR[2].

---

[1] La predizione avviene con una combinazione di metodi, tra cui *embedding* vettoriali, meccanismi di attenzione e ottimizzazione dei pesi sinaptici (Vaswani et al., 2017; Gehman et al., 2020).

[2] Un esempio di raccolta dati distribuita è rappresentato dai sistemi CAPTCHA, che, nati come strumenti antispam, contribuiscono a raccogliere dati visivi e linguistici attraverso l'interazione quotidiana degli utenti. Nell'addestramento dei LLM (Large Language Models), i dataset testuali sono costruiti automatizzando l'acquisizione da grandi corpora online, come Common Crawl, Project Gutenberg, OpenSubtitles, e altre fonti liberamente accessibili. Questo approccio garantisce una raccolta ampia, ma solleva criticità sul piano della qualità, provenienza e rappresentatività dei dati che determinano come conseguenza uno sbilanciamento nelle risposte dei modelli verso le caratteristiche testuali utilizzate come fonti dell'addestramento.

Molti studi degli ultimi anni hanno mostrato come i corpora raccolti includano forti squilibri linguistici e culturali: prevalgono ad esempio contenuti in inglese, provenienti da fonti nordamericane o anglosassoni, mentre sono spesso sottorappresentati testi in lingue minoritarie, regionali o provenienti da contesti extra-occidentali (Bender et al., 2021; Dodge et al., 2021). Inoltre, l'automazione ed estensione della raccolta implicano una limitata supervisione umana, rendendo possibile l'inclusione involontaria di contenuti discriminatori, sessisti, razzisti o tossici, elementi su cui gli ultimi modelli di IA generativa prevedono filtri e limiti. Ad esempio, sono spesso presentate associazioni semantiche che riproducono stereotipi culturali o sociali presenti nei database raccolti (corpora) o nei meccanismi di addestramento, come associazioni tra professioni e generi, tra etnie – o gruppi – e tratti negativi di vario tipo, insieme a bias intersezionali (che riguardano persone o gruppi marginalizzati su più dimensioni – ad esempio genere ed etnia)[3]. Poiché molti dataset non sono bilanciati o contengono contenuti complessi, i modelli tendono a replicarne e amplificarne le strutture discriminatorie. A questo si aggiunga che sia gli stereotipi sia i bias variano enormemente dal punto di vista culturale e si attivano in modi diversi a seconda delle culture che li elaborano in dialoghi asimmetrici.

I tentativi di filtraggio dei bias sono spesso insufficienti o opachi, e molti dataset non sono pienamente documentati o resi accessibili alla comunità scientifica, per cui è difficile identificare eventuali bias nel trattamento e dunque anche negli output prodotti. In ambito culturale, queste scelte non sono neutre: la selezione dei dati riflette specifiche visioni del mondo e modalità di organizzazione della conoscenza, culturalmente e socialmente situate. È dunque fondamentale capire il funzionamento dei modelli e la loro dipendenza da scelte più o meno consapevoli che partono a livello di raccolta dati e proseguono a livello di addestramento, finendo per includere bias semantici e simbolici che incidono sui risultati e potenzialmente sui progetti di automatizzazione nella produzione di testi, output multimediali e metadati. Comprendere come viene costruita la base dati di un modello di IA generativa è, dunque, una condizione necessaria per valutarne in modo critico la legittimità epistemica e il potenziale impatto nei contesti culturali, educativi e sociali.

[3] Si vedano ad esempio i lavori su genere e bias di rappresentazione nei modelli di generazione linguistica (Lucy e Bamman, 2021 oppure Sheng et al., 2019).

Senza entrare troppo nel dettaglio, successivamente alla raccolta dati avvengono processi di *tokenizzazione* che segmentano il testo o l'input in unità e successivamente i modelli apprendono le distribuzioni di probabilità delle sequenze che permetteranno di predirle e di produrre una sequenza che è la continuazione più probabile dell'insieme degli elementi dati (in input). Questo meccanismo è la minimizzazione della perplessità. Per individuare la sequenza più probabile (minore perplessità) i sistemi utilizzano per lo più un meccanismo di attenzione che permette al modello di selezionare dinamicamente le parole più rilevanti del contesto di un *token* attraverso l'attribuzione di una sorta di peso semantico (Vaswani et al., 2017).

Dal punto di vista linguistico, l'output dei LLM (*Large Language Models*) presenta spesso un'elevata coerenza formale; tuttavia, un occhio più attento individua una certa ridondanza semantica e una forte presenza di alcuni elementi che sono distribuiti in modo diverso rispetto a testi prodotti da umani. Ad esempio, vi è una sovrarappresentazione di sostantivi astratti, aggettivi valutativi o esplicativi (*complesso, rilevante, pertinente*), verbi statici o copulativi (*essere, rappresentare, consistere in*), di costrutti impersonali e di uno stile che si può definire come medio-formale anche laddove la conversazione avvenga in contesti informali (Herbold et al., 2023; Georgiou, 2025). In modelli come ChatGPT e Gemini, che sono addestrati su corpora di tipo enciclopedico o accademico, anche il lessico tende ad essere più sofisticato, con l'introduzione di molte variazioni e allo stesso tempo con un tono un po' monotono e neutro. Solo Grok per scelta (piuttosto limitata) di design e addestramento produce testi con maggiore soggettività, pronomi personali e maggiore informalità e ironia[4], e d'altro canto non riesce invece a dominare registri più formali. Dal punto di vista sintattico, l'output privilegia coordinazioni e frasi strutturate, prive di marcatori pragmatici. Sul piano testuale la struttura dei contenuti è fortemente schematizzata con paragrafi nettamente sepa-

[4] Il modello Grok, sviluppato da XAI, è stato introdotto nel 2023 con l'ambizione di offrire un sistema di intelligenza artificiale integrato nella piattaforma X (ex Twitter). Il primo modello fu addestrato su un ampio insieme di dati testuali tratti da fonti pubblicamente disponibili, come siti web, forum, articoli enciclopedici e risorse online generiche, analogamente ad altri modelli di *large language modeling*. Tuttavia, a partire dalle versioni successive, è stata introdotta una componente peculiare: l'integrazione sistematica dei contenuti generati dagli utenti sulla piattaforma X, inclusi post, interazioni pubbliche e trend in tempo reale. Tale approccio ha sollevato critiche significative sul piano della trasparenza, del consenso degli utenti e della conformità normativa, soprattutto in relazione alle regolamentazioni europee come il GDPR (Li et al., 2026).

rati, l'uso spesso eccessivo di liste numerate e sequenze argomentative prevedibili. Queste caratteristiche garantiscono sì una alta leggibilità, ma anche una bassa variabilità stilistica (Mindner et al., 2023).

Le differenze tra i modelli sono correlate alla scelta del corpus di addestramento e alle tecniche di ottimizzazione. Modelli generalisti, come ChatGPT e Gemini, tendono a mediare i registri, producendo uno stile appunto medio, mentre i modelli sottoposti a *fine-tuning* su domini specialistici (es. letteratura, medicina, divulgazione culturale) acquisiscono caratteristiche stilistiche più coerenti con il settore target (Bamman, 2020). Tuttavia, anche nei casi più raffinati, permane una percezione di "neutralità artificiale": ciò che appare oggettivo o universalmente valido nei testi generati è in realtà frutto di scelte editoriali implicite nei dati e nei modelli (Bender et al., 2021).

Le caratteristiche fin qui elencate già fanno intuire come gli output dell'IA non siano mai davvero neutri ma costituiscano il prodotto di una serie di gerarchie, valori, inclusioni ed esclusioni nel materiale di partenza e nelle procedure di addestramento. Questo aspetto è particolarmente rilevante nel settore del patrimonio culturale, dove la generazione automatica di descrizioni, etichette o narrazioni può influenzare la percezione pubblica della memoria, delle identità e dei saperi. Comprendere il funzionamento linguistico dei modelli generativi non è solo un esercizio tecnico, ma una condizione necessaria per valutare criticamente il loro impiego in ambito culturale.

3. L'asse etico: responsabilità linguistica nella gestione di dati culturali

L'introduzione dell'intelligenza artificiale nei processi di catalogazione e gestione delle raccolte culturali può produrre notevoli vantaggi in termini di velocità, precisione e scalabilità. In Italia, ad esempio, l'ICCD (Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione) ha sperimentato il chatbot *Cat-IA*, che supporta gli operatori con funzioni generative e di ricerca intelligente all'interno del Catalogo Generale dei beni culturali. Il Piano Nazionale di Digitalizzazione del Patrimonio Culturale (PND) 2022-2023 promuove inoltre l'adozione di strutture *cloud* come I.PaC ("Infrastruttura e servizi digitali per il Patrimonio Culturale") per consentire interoperabilità e arricchimento semantico, facilitati da tecnologie di intelligenza artificiale. Tuttavia, l'automazione dei metadati, che include riconoscimento di entità, estrazione di

date o luoghi, ecc., può introdurre errori sistematici di diversa natura: il sistema, ad esempio, può non riconoscere le eccezioni culturali, può inserire date approssimative[5] o assegnare generi errati, correlati a pregiudizi nei dati usati per l'addestramento.

Nel contesto della rappresentazione culturale, la responsabilità etica riguarda aspetti molteplici, tra cui la visibilità e l'accuratezza delle attribuzioni culturali e identitarie. I modelli di IA, se non opportunamente calibrati (*fine-tuned*), possono perpetuare stereotipi storici e sociali, associando determinati beni culturali a contesti predominanti (es. occidentali, maschili, di élite), mentre possono marginalizzare altre rappresentazioni o narrazioni. Anche la semplice scelta terminologica nei metadati – ad esempio, di "autore sconosciuto" o "tradizione minore" – non è neutra. Indica invece quale conoscenza si valorizzi e quale si trascuri.

I modelli multimodali di visione-linguaggio utilizzati per annotare e documentare oggetti culturali tendono spesso a rafforzare prospettive culturali dominanti, producendo rappresentazioni distorte o approssimative di patrimoni non occidentali. Zhou et al. (2024) menzionano descrizioni automatiche di artefatti africani o asiatici che li collocano erroneamente in categorie estetiche occidentali (es. "primitive art", "tribal design"). I bias più tipici identificati sono basati su genere, tonalità della pelle e *geo-cultural bias* a volte difficilmente mitigabili.

Inoltre, le tecnologie AI, in particolare quelle applicate all'annotazione automatica, tendono a non rappresentare adeguatamente valori simbolici, religiosi o contestuali di manufatti culturali. L'adozione di standard di metadatazione universali (come Dublin Core o CIDOC CRM) può portare a riduzioni semantiche delle culture meno documentate digitalmente, generando esclusioni o minore visibilità[6].

Quando queste assegnazioni sono fatte da équipe di esperti, certi aspetti possono essere deliberatamente mitigati, mentre quando si lavora su enormi quantità di dati etichettati automaticamente con IA, il controllo manuale diventa spesso quasi impraticabile e questioni come quelle citate finiscono per essere sommerse dalla quantità di dati disponibili e applicati agli oggetti culturali.

---

[5] Ricordiamo che i sistemi di IA generativa difficilmente si tirano indietro rispetto a un compito: in contesti di informazione assente o parziale, per design probabilistico, tendono a fornire una risposta anche quando non esiste un supporto documentale adeguato.

[6] Alcune di queste questioni si ritrovano tematizzate in Pansoni et al., 2023; Tiribelli et al., 2024.

Il processo di selezione di elementi rilevanti in un dataset influenza profondamente la curatela digitale. Chi decide cosa annotare? Qual è il criterio per definire un'entità degna di metadato? Quali sono i criteri di attribuzione dei metadati? Dove l'annotazione può o deve fermarsi? Queste scelte si riflettono in un flusso informativo che il pubblico può ricostruire, a patto che sia stato messo in atto un processo di revisione responsabile da parte dei curatori. L'adozione di architetture IA in ambito culturale, dunque, richiede un coinvolgimento umano strutturato (*human-in-the-loop*) attraverso la combinazione di annotazioni automatiche con fasi di revisione umana curatoriale, oppure con approcci misti: *crowd–validation* supervisionata, validazione da parte di esperti e confronto tra versioni multiple dell'algoritmo. L'annotazione umana è ancora fondamentale per evitare distorsioni semantiche, ma anche qui le decisioni sono influenzate da prospettive culturali, politiche o istituzionali. Occorre inoltre considerare il rischio di un effetto circolare per cui annotatori, dataset e modelli si rinforzano a vicenda, perpetuando stereotipi e creando un *bias loop*. Proprio per evitare questo, oltre all'importanza dell'approccio *human-in-the-loop* è necessario anche formare gli annotatori sulla consapevolezza dei bias principali che ricorrono nei singoli contesti di annotazione (Foka et al., 2025).

Un altro problema riguarda la rappresentazione linguistica attraverso le etichette: termini razziali, geograficamente marcati o offensivi possono comparire nei metadati o nei testi generati, senza alcuna contestualizzazione critica. Studi recenti mettono in evidenza come questi bias siano riconducibili ai limiti dei modelli nell'interpretazione delle specificità lessico-semantiche ed etnografiche. Inoltre, la mancanza di sensibilità linguistica nei processi generativi e di annotazione automatica produce spesso un'apparente neutralità in cui descrizioni apparentemente oggettive nascondono decisioni culturali implicite. Vediamo di seguito in quali fasi dello sviluppo e uso di tecnologie IA appaiono o si nascondono potenziali fonti di bias.

4. Tipologie di bias culturale nella *pipeline* dell'IA

4.1. I bias dei dati

Il primo livello in cui possono comparire bias è quello relativo ai dati raccolti. I *bias dei dati* si manifestano quando il set di addestramento è

non rappresentativo o squilibrato rispetto alla diversità culturale. Ciò avviene, ad esempio, quando la maggior parte dei dati proviene da fonti occidentali, ignorando lingue o culture minoritarie o poco rappresentate, narrazioni indigene o patrimoni locali. Questo tipo di bias può emergere già nella fase iniziale della pipeline, durante la raccolta e selezione, ed è rafforzato da pratiche come lo *scraping* estensivo di contenuti internet non adeguatamente pretrattati né raccolti con criteri di rappresentatività. Conseguenze concrete di questi bias comprendono la classificazione errata di artefatti con etichette che ne riducono la complessità culturale e che li riconducono a cliché. Studi come quello realizzato da Foka et al. (2025) hanno evidenziato questo bias nelle raccolte digitali museali, mostrando come i modelli semplificano o cancellano estetiche non europee, amplificando strutture di potere storico attraverso l'etichettatura automatica.

Un esempio emblematico è offerto dall'analisi condotta da Foka e colleghi (Ibid.) sui dataset relativi al patrimonio culturale. La ricerca evidenzia come la raccolta e aggregazione dei dati privilegi fonti occidentali e descrizioni in lingua inglese, marginalizzando voci provenienti da regioni come l'Europa orientale, il Nord Africa e il cosiddetto *Global South*. Gli artefatti provenienti da queste aree risultano frequentemente accompagnati da metadati generici, traduzioni automatiche non contestualizzate e mancanza di codici culturali specifici. Questo bias di selezione compromette la rappresentazione autentica delle culture di origine, omologando i contenuti a una visione eurocentrica e impoverendone la comprensibilità per le comunità di riferimento.

Dunque, i bias dei dati riguardano sia la rappresentatività che il bilanciamento equo dei dati di training, influenzando in maniera invisibile i modelli attraverso i quali si percepiscono culture e narrazioni diverse. A questo livello possiamo identificare bias nella selezione e rappresentazione[7] ma anche bias di contenuto, ossia bias che dipendono dall'aver introdotto nei dati di training contenuti che riflettono visioni storiche che presentano stereotipi culturali[8]. Sempre a questo livello è possibile individuare anche bias dello sviluppatore[9], ossia bias che

---

[7] Questo tipo di bias riguarda sia la copertura non esaustiva ossia la non rappresentatività dei dati (cfr. NIST, 2022), sia la presenza di dati incompleti e filtrati (cfr. Telus Digital, 2020).

[8] Si tratta di discriminazioni culturali dovute a contenuti stereotipati o rappresentazioni inadeguate (cfr. Fabbrizzi et al., 2022; Crawford e Paglen, 2019).

[9] A questo livello si collocano le scelte culturali dei programmatori che possono

dipendono dal background del progettista che può influenzare le scelte di modellazione e gli obiettivi dell'addestramento e dell'annotazione.

4.2. Bias nell'algoritmo e nei modelli

Nel secondo livello, durante la fase di modellazione, emergono i cosiddetti bias comportamentali o sistemici. Essi derivano non solo dai dati, ma anche da scelte tecniche come la ponderazione statistica e la struttura dell'algoritmo. Un esempio rilevante è il concetto di *cultural alignment bias*, in cui modelli come GPT-4 possono produrre risposte maggiormente allineate ai valori sociali prevalenti nei contesti occidentali penalizzando le narrazioni di contesti non-WEIRD (Western, Educated, Industrialized, Rich, and Democratic). Analogamente, modelli multimodali utilizzati nel contesto museale frequentemente standardizzano l'aspetto culturale, privando le descrizioni di sfumature locali o contestuali che richiedono competenza etnografica. Essi tendono così a produrre descrizioni fittiziamente neutrali che, in realtà, oscurano differenze culturali.

Tra le principali forme di distorsione che emergono nell'applicazione dell'intelligenza artificiale ai contenuti culturali, possiamo individuare tre tipologie ricorrenti di bias a livello di algoritmo: *statistical/systemic bias*, *cultural alignment bias* e bias di rappresentazione linguistica. Lo *statistical* o *systemic bias* si verifica quando i modelli riproducono le dinamiche di potere, le disuguaglianze o le dominanze sociali presenti nei dati di addestramento, non solo in termini di contenuto ma in termini di frequenza e rappresentatività (NIST, 2022; Ferrara, 2024). Questo tipo di bias deriva dalla natura correlativa e predittiva dei LLM, che tendono a rafforzare frequenze statistiche e schemi linguistici già dominanti, escludendo o marginalizzando informazioni meno rappresentate.

Una componente centrale del bias algoritmico risiede nelle assunzioni progettuali che regolano il funzionamento dei modelli e nel modo in cui tali sistemi vengono validati e impiegati nei diversi contesti. Come sottolineato da Birhane (2021), i sistemi algoritmici tendono a riflettere e amplificare disuguaglianze preesistenti, con effetti sproporzionati su gruppi sociali già marginalizzati. Ad esempio, in ambito

---

influenzare le architetture e le logiche di interazione dei software, suggerendo che anche senza dati distorti il "bias umano" può essere interiorizzato nell'algoritmo (cfr. Johansen et al., 2020; Hellström et al., 2020).

di riconoscimento visivo e predizione comportamentale, si è osservato che i modelli di *object detection* presentano maggiori tassi d'errore nell'identificare soggetti con tonalità di pelle scura rispetto a soggetti con pelle chiara, assumendo implicitamente la bianchezza come standard (Ibid.). In modo analogo, i sistemi di classificazione di genere incorporano visioni essenzialiste ed escludenti, causando danni significativi alle persone transgender. Tali evidenze mostrano come i bias algoritmici non siano effetti collaterali casuali, ma derivino da strutture di modellazione che riproducono gerarchie sociali e ontologie dominanti.

Il *cultural alignment bias*, invece, si riferisce alla tendenza dei modelli a riflettere inconsapevolmente i valori, i codici morali e le visioni del mondo proprie delle società che maggiormente contribuiscono alla produzione dei dati e alla progettazione dei modelli (Peters e Carman, 2024; Tao et al., 2024). Questo fenomeno è particolarmente evidente nella prevalenza di codici culturali eurocentrici, cristiano-protestanti, o comunque anglofoni, che finiscono per costituire riferimenti culturali impliciti negli output dell'IA generativa. Come osserva Birhane (2021), questo allineamento culturale influenza la selezione degli output, la valutazione delle risposte "appropriate" e finanche il funzionamento dei filtri di sicurezza o moderazione dei contenuti.

In tale cornice, emblematico è il *disclaimer* presente nella pagina iniziale del progetto "Digital Benin"[10], che dimostra consapevolezza dei danni che la descrizione dei materiali può generare attraverso rappresentazioni distorte:

> Digital Benin collates digital material from institutions, and some of this material is inherently colonial and contains words, terms and phrases that are inaccurate, derogatory and harmful towards African and African diasporic communities. Catalogue transcriptions, book titles, exhibition titles and museum titles may contain harmful terms. We recognise the potential for the material to cause physical and mental distress as well as evoke strong emotions. Owing to the scale of the collection's data, a process to implement sensitive-content warnings in the displayed data is still incomplete. The material within the catalogue does not represent Digital Benin's views. Digital Benin maintains a strong anti-colonial, anti-racist position and affirms its support for centring the humanity of historically marginalised and disenfranchised communities.

[10] https://digitalbenin.org

Infine, il bias di rappresentazione linguistica riguarda l'impatto dell'IA sulla varietà e complessità dei registri e dei repertori linguistici (Helm et al., 2024; Luo et al., 2024). I modelli tendono a privilegiare varietà standard (es. inglese standard americano) o registri formali, riducendo la visibilità di diverse varietà di repertorio, diversi registri ed elementi dello spazio linguistico quali anche dialetti, lingue minoritarie e forme espressive orali o ibride. Questo comporta una standardizzazione forzata della comunicazione culturale e una perdita di profondità nella rappresentazione linguistica, che può portare a forme di cancellazione o invisibilità di intere aree dello spazio linguistico. La coesistenza e l'interazione di questi bias rafforzano dinamiche di esclusione che vanno ben oltre il linguaggio, toccando l'identità, la memoria collettiva e la giustizia culturale.

Un caso emblematico di bias nella fase di modellazione nei dati di addestramento dei modelli generativi riguarda la composizione demografica delle fonti utilizzate. Ad esempio, GPT-2 è stato addestrato su dati provenienti da link esterni a Reddit, una piattaforma i cui utenti sono prevalentemente di età compresa tra i 18 e i 29 anni (64%). Questo squilibrio demografico influenza i contenuti che vengono condivisi e linkati sulla piattaforma, orientandoli verso registri linguistici giovanili, maschili, anglofoni e occidentali, e trascurando così l'espressività di altre fasce di popolazione o culture. Parallelamente, anche fonti apparentemente neutrali come Wikipedia presentano importanti limiti di rappresentatività: solo tra l'8,8% e il 15% dei contributori sono donne o ragazze, come evidenziato da Barera (2020) nel suo studio sull'equità e l'inclusione strutturale su Wikipedia. L'uso prevalente di queste fonti nei dataset di training comporta quindi una distorsione nelle frequenze e nella selezione lessicale dei contenuti generati dai modelli, che tendono a riflettere i modi di parlare, gli interessi e i valori di gruppi sociali dominanti. In questo modo, il bias nei dati produce effetti profondi non solo sui contenuti, ma anche sulla visibilità linguistica delle culture e delle identità minoritarie, marginalizzate o non conformi agli standard occidentali.

4.3. Bias nel processo di interazione e valutazione umana

Il bias può manifestarsi anche durante la validazione dell'output del modello, quando umani e algoritmi interagiscono. Ad esempio, sistemi di Explainable Artificial Intelligence ("XAI")[11] sono spesso testati solo

[11] XAI (Explainable Artificial Intelligence) è un campo dell'IA che mira a rendere i

su panel culturali occidentali, ignorando i bisogni cognitivi, visivi e semantici di culture non-WEIRD. I sistemi XAI devono essere valutati su una base culturalmente diversificata, altrimenti rischiano di produrre spiegazioni solo apparentemente trasparenti, ma in realtà inaccessibili o culturalmente distorte per ampie porzioni della popolazione globale. Questo ha forti implicazioni anche per la rappresentazione del patrimonio culturale, che è spesso multilingue, multimodale e culturalmente stratificato. Inoltre, le interfacce e le priorità informative (ranking) privilegiano narrazioni europee o anglofone, marginalizzando altre narrazioni. Anche i revisori umani, se non formati adeguatamente, possono etichettare in modo inconsapevole oggetti culturali non occidentali con termini stereotipati, riproducendo pregiudizi storici.

Sebbene i bias siano stati qui classificati secondo tre livelli distinti (dati, algoritmi/modelli e processi di interazione), è essenziale sottolineare come tali categorie non siano rigidamente separate, bensì profondamente intrecciate e collocate lungo un continuum dinamico. Il bias nei dati di addestramento, ad esempio, non solo determina le caratteristiche di partenza del modello, ma condiziona direttamente le strutture inferenziali apprese durante la fase di modellazione, che a loro volta influenzano la selezione e la formulazione degli output linguistici. Allo stesso modo, le scelte progettuali del modello, come l'ottimizzazione su metriche specifiche o l'inclusione di filtri culturali impliciti, amplificano o attenuano le distorsioni originarie nei dati. Questi effetti si estendono infine alle fasi di interazione umana, dove valutatori e utenti si confrontano con output già plasmati da strati successivi di bias, spesso in modo opaco o naturalizzato. Ne risulta una stratificazione verticale, in cui ogni fase eredita e rielabora criticità precedenti, e una sovrapposizione orizzontale, in cui aspetti culturali, linguistici e cognitivi si intrecciano, rendendo difficile isolare singole cause o responsabilità.

5. L'asse politico-istituzionale: mitigazione dei bias attraverso prassi, strumenti e governance

L'adozione consapevole dell'intelligenza artificiale nel settore culturale impone la costruzione di una governance istituzionale dei sistemi

sistemi intelligenti trasparenti, comprensibili e interpretabili dagli esseri umani, indicando il perché di una decisione, predizione o output.

algoritmici che riconosca e mitighi le forme di distorsione culturale e linguistica. Le implicazioni dell'uso dell'IA nei contesti museali, archivistici ed educativi non sono soltanto tecnologiche o etiche, ma investono le politiche di selezione, catalogazione, restituzione e accessibilità del sapere. A livello pratico, si rendono necessari strumenti, procedure e figure professionali che possano operare in sinergia con le tecnologie per garantirne un impiego equo e culturalmente informato.

Le istituzioni dovrebbero introdurre cicli di audit linguistico e culturale per valutare la performance dei sistemi di IA impiegati, identificando pattern di omologazione, cancellazione o stereotipizzazione. Tali audit dovrebbero coinvolgere gruppi di valutatori culturalmente diversificati, compresi rappresentanti delle comunità locali o di origine, esperti di contesto, linguisti e mediatori culturali. Gli strumenti XAI dovrebbero essere selezionati anche in base alla loro capacità di spiegare l'allineamento culturale degli output, e non solo la logica computazionale interna.

È necessario inoltre sviluppare linee guida condivise, adottabili a livello museale o archivistico, che regolino non solo la raccolta e l'annotazione dei dati, ma anche la validazione degli output. Queste linee guida dovrebbero includere indicazioni sull'inclusione di varianti linguistiche locali, sulla rilettura contestuale dei metadati, sulla revisione partecipativa delle etichette e sugli obblighi di trasparenza. Le istituzioni dovrebbero definire procedure di accountability, anche attraverso report pubblici, per rendere tracciabili gli interventi di revisione e adattamento culturale. In concreto, ciò implica lo sviluppo e aggiornamento continuo delle linee guida linguistiche per l'uso dell'IA (es. evitare traduzioni automatiche non verificate o con lingue ponte); l'obbligo di documentare i criteri di etichettatura nei database aperti; la formazione obbligatoria per curatori su bias algoritmici e linguistici; l'inserimento di checklist etiche per ogni progetto di digitalizzazione.

Un approccio sostenibile alla giustizia culturale algoritmica richiede che le comunità rappresentate non siano solo oggetto di digitalizzazione, ma agenti attivi nella curatela. La *co-curatela algoritmica* implica la possibilità, per le comunità, di proporre modifiche, annotare interpretazioni divergenti, o segnalare errori nella rappresentazione culturale. Questo può avvenire attraverso piattaforme aperte, strumenti collaborativi o modelli di interazione partecipata durante il design dei dataset e l'addestramento dei modelli.

Un'efficace mitigazione dei bias culturali e linguistici nei sistemi di intelligenza artificiale applicati al patrimonio culturale richiede interventi mirati fin dalla fase di progettazione e costruzione dei dataset. La selezione e l'integrazione dei dati devono seguire procedure strutturate, che includano operazioni di normalizzazione terminologica, eliminazione di voci duplicate o incoerenti e allineamento linguistico tra differenti versioni di eventi storici o descrizioni culturali. Particolare attenzione deve essere rivolta al bilanciamento tra fonti occidentali e non occidentali, garantendo la rappresentanza di storie indigene, narrazioni locali e patrimoni decentralizzati. Tale equilibrio è essenziale per evitare che la visione eurocentrica diventi il default implicito degli output generati. La verifica fattuale dei dati, attraverso il confronto con archivi istituzionali e la letteratura accademica accreditata, costituisce una misura ulteriore per ridurre il rischio di disinformazione o appiattimento semantico.

Oltre alla fase di raccolta e validazione, è necessario introdurre meccanismi espliciti per il rilevamento e il monitoraggio dei bias all'interno dei dataset e dei modelli. L'impiego di marcatori (*bias markers*) consente di segnalare la presenza di rappresentazioni monoculturali o narrative potenzialmente distorte. Alcuni strumenti quantitativi, come il *Cultural Bias Score* (CBS) e l'*Historical Misconception Score* (HMS), permettono di misurare il livello di allineamento culturale e la presenza di fraintendimenti nei testi generati. Tali strumenti, se integrati in cicli periodici di audit, contribuiscono a mantenere aggiornati i corpora utilizzati per l'addestramento, favorendo una maggiore trasparenza e una progressiva sensibilizzazione alla diversità semantica e culturale (Mak e Luo, 2025).

Infine, l'approccio più promettente per una curatela algoritmica equa è quello che combina l'intervento umano con tecniche di progettazione consapevole. Il coinvolgimento di esperti è cruciale nelle fasi di verifica degli output generati da LLM, soprattutto su temi sensibili o culturalmente significativi. Tecniche come il *data augmentation controfattuale*, che inserisce nel training esempi alternativi da differenti prospettive culturali, si sono dimostrate efficaci nel bilanciare le narrazioni dominanti. Allo stesso modo, l'adozione di pratiche di *prompt engineering* orientate alla pluralità prospettica consente di ridurre l'automatica riproduzione dei frame egemonici da parte del modello.

Le università e gli enti di ricerca rivestono un ruolo cruciale nel definire gli standard etici e metodologici dell'intelligenza artificiale applicata al patrimonio culturale. È fondamentale che promuovano programmi formativi interdisciplinari che integrino competenze

linguistiche, tecnologiche ed etno-culturali, rendendo sistematico lo studio dei bias e delle pratiche di mitigazione nei curricula dedicati alla linguistica computazionale, alle *digital humanities* e alla curatela digitale. Gli atenei dovrebbero istituire unità di ricerca stabili sui temi dell'*AI explainability* e della giustizia algoritmica nel patrimonio culturale, sostenendo la creazione e la diffusione di dataset annotati con criteri inclusivi e trasparenti. La collaborazione con istituzioni culturali e comunità locali dovrebbe essere rafforzata tramite progetti di coproduzione della conoscenza, garantendo la pluralità dei punti di vista nella modellazione linguistica e nella valutazione dei contenuti.

6. Conclusioni

Poiché, come si è visto, gli strumenti di IA sono tutt'altro che neutri e riflettono le scelte insite nei dati, nelle architetture linguistiche e nei processi interpretativi che li informano, la curatela culturale non può prescindere da un approccio linguistico-centrico, che riconosca il ruolo delle parole, dei registri e delle rappresentazioni locali nella costruzione del senso. Un modello realmente equo deve essere infatti in grado di riconoscere e valorizzare la pluralità linguistica e culturale dei contesti in cui opera.

La sfida di oggi, infatti, non è soltanto tecnica, ma profondamente epistemica: chi decide che cosa è rilevante, che cosa deve essere rappresentato, e con quali parole? Le tecnologie linguistiche non possono prescindere da una riflessione costante su queste domande, soprattutto quando sono applicate a domini così delicati come il patrimonio culturale. Un dialogo continuo tra linguisti, curatori museali, educatori e membri delle comunità rappresentate costituisce la base per la costruzione di modelli che non solo funzionino, ma che sappiano anche rispettare, ascoltare e trasformare. Solo in questo modo potremo immaginare un'IA culturale che non riproduca ciecamente bias esistenti nell'intera filiera di trattamento, ma che contribuisca a costruire nuovi spazi di conoscenza condivisa, più aperti, inclusivi e democratici.

Riferimenti bibliografici

BAMMAN, D. (2020), *LitBank: Born-Literary Natural Language Processing*, in J. M. Johnson, D. Mimno, L. Tilton (eds), *Computational Humanities*, University of Minnesota Press, Minneapolis, pp. 143–157.

BARERA, M. (2020), *Mind the Gap: Addressing Structural Equity and Inclusion on Wikipedia*, UTA Libraries Staff Publications.

BENDER, E. M., et al. (2021), *On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big?*, in "Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency", pp. 610–623.

BIRHANE, A. (2021), *Algorithmic injustice: a relational ethics approach*, in "Patterns", 2, 2, 100205.

CRAWFORD, K., PAGLEN, T. (2019), *Excavating AI: The Politics of Training Sets for Machine Learning*, in AI Now Institute, New York, 19 September 2019, https://excavating.ai/.

DODGE, J., et al. (2021), *Documenting Large Webtext Corpora: A Case Study on the Colossal Clean Crawled Corpus*, in "Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2021", pp. 1286–1305.

FABBRIZZI, S. et al. (2022), *A Survey on Bias in Visual Datasets*, in "Computer Vision and Image Understanding", 223, 103552.

FERRARA, E. (2024), *Fairness and bias in artificial intelligence: A brief survey of sources, impacts, and mitigation strategies*, in "Sci", 6, 1, 3.

FOKA, A., et al. (2025), *Tracing the bias loop: AI, cultural heritage and bias-mitigating in practice*, in "AI & Society", 40, 8, pp. 5835–5847.

GEHMAN, S., et al. (2020), *RealToxicityPrompts: Evaluating Neural Toxic Degeneration in Language Models*, in "Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2020", pp. 3356–3369.

GEORGIOU, G. P. (2025), *Differentiating Between Human-Written and AI-Generated Texts Using Automatically Extracted Linguistic Features*, in "Information", 16, 11, 979.

HELLSTRÖM, T., et al. (2020), *Bias in Machine Learning – What is it Good for?*, in Proceedings of the First International Workshop on New Foundations for Human-Centered AI, "CEUR Workshop Proceedings", 2659, pp. 3–10.

HELM, P., et al. (2024), *Diversity and language technology: how language modeling bias causes epistemic injustice*, in "Ethics and Information Technology", 26, 8.

HERBOLD, S., et al. (2023), *A large-scale comparison of human-written versus ChatGPT-generated essays*, in "Scientific Reports", 13, 18617.

JOHANSEN, C., et al. (2020), *Studying the Transfer of Biases from Programmers to Programs*, arXiv:2005.08231.

LI, W., et al. (2026), *How the Legal Basis for AI Training is Framed in Data Protection Guidelines and Interventions: Comparative Perspectives and the Prospect of Global Convergence*, in "International Data Privacy Law", 16, 2.

LUCY, L., BAMMAN, D. (2021), *Gender and Representation Bias in GPT-3 Generated Stories*, in "Proceedings of the 3rd Workshop on Narrative Understanding (NAACL 2021)", pp. 48–55.

LUO, Q., et al. (2024), *A "Perspectival" Mirror of the Elephant: Investigating Language Bias on Google, ChatGPT, YouTube, and Wikipedia*, in "Communications of the ACM", 67, 8, pp. 98–105.

MAK, M.-K., LUO, T. (2025), *A framework for evaluating cultural bias and historical misconceptions in LLMs outputs*, in "BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations", 5, 3, 100235.

MINDNER, L., et al. (2023), *Classification of human- and AI-generated texts: investigating features for ChatGPT*, in "Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence in Education Technology", Springer, pp. 152–170.

NIST (2022), *Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in AI*, NIST Special Publication 1270, National Institute of Standards and Technology.

PANSONI, S., et al. (2023), *Artificial intelligence and cultural heritage: design and assessment of an ethical framework*, in "International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences", XLVIII-M-2, pp. 1149–1155.

PETERS, U., CARMAN, M. (2024), *Cultural bias in explainable AI research: A systematic analysis*, in "Journal of Artificial Intelligence Research", 79, pp. 971–1000.

SHENG, E., et al. (2019), *The Woman Worked as a Babysitter: On Biases in Language Generation*, in "Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)", pp. 3407–3412.

TAO, Y., et al. (2024), *Cultural bias and cultural alignment of large language models*, in "PNAS Nexus", 3, 9.

TELUS DIGITAL (2020), *Understanding Bias in Machine Learning: Types, Examples and Mitigation Strategies*, TELUS Insights.

TIRIBELLI, S., et al. (2024), *Ethics of Artificial Intelligence for Cultural Heritage: Opportunities and Challenges*, in "IEEE Transactions on Technology and Society", 5, 3, pp. 293-305.

VASWANI, A., et al. (2017), *Attention is all you need*, in "Advances in Neural Information Processing Systems", 30, pp. 5998–6008.

ZHOU, Z., et al. (2024), *Cultural bias mitigation in vision-language models for digital heritage documentation: a comparative analysis of debiasing techniques*, in "Artificial Intelligence and Machine Learning Review", 5, 3, pp. 28–40.

SEZIONE II

Applicazioni pratiche

4. Archivi, reti neurali e istituzioni culturali: cinque casi di studio internazionali

Antonella Sbrilli e Paolo De Gasperis

1. Un antefatto

Il 2009 segna la fine della prima decade del nuovo millennio e vede l'inizio di una progressiva formalizzazione dell'interesse per i dati aperti: a sancire questo interesse, la pubblicazione del memorandum presidenziale *Transparency and Open Government* firmato da Barack Obama, in occasione del primo giorno del suo insediamento alla Casa Bianca come Presidente degli Stati Uniti d'America (Obama, 2009).

Si tratta di un segnale forte, a cui fa seguito nello stesso anno la pubblicazione della piattaforma Data.gov progettata per rendere accessibili al pubblico i dati federali in formato digitale. Con queste azioni, la Presidenza USA incentivava tutte le agenzie governative a un'apertura dei propri dati per un uso commerciale e libero, introducendo un *business model* fondato sull'idea che l'apertura dei dati potesse favorire indirettamente lo sviluppo di nuovi servizi e opportunità economiche. Un anno dopo questo evento, su impulso dell'Open Knowledge Foundation, nasce OpenGLAM, acronimo di "Open Galleries, Libraries, Archives and Museums", un movimento fondato sui principi della Open Definition, secondo la quale un contenuto può definirsi "aperto" se pubblicato con licenze che ne consentano l'uso, la modifica e la redistribuzione da parte di chiunque, come accade con gli strumenti e le licenze Creative Commons CC0, CC-BY o CC-BY-SA (Open Knowledge Foundation, 2010).

Sostenuto, a partire dal 2012, dalla Commissione Europea (attraverso il progetto DM2E - Digitised Manuscripts to Europeana), il movimento fonda i suoi principi sul diritto di accesso alla cultura come bene comune e identifica delle azioni chiave per le istituzioni, come la libera condivisione dei metadati, l'assenza di nuovi diritti sulle riproduzioni digitali

di opere in pubblico dominio, l'uso di formati aperti e leggibili tramite sistemi automatici, l'uso di dichiarazioni trasparenti sulle condizioni di riutilizzo dei dati e il coinvolgimento attivo del pubblico attraverso pratiche collaborative e strumenti digitali partecipativi.

Le pratiche promosse dal movimento OpenGLAM, orientate alla libera circolazione dei contenuti culturali e alla valorizzazione della dimensione partecipativa, trovano nel campo storico-artistico un terreno di applicazione particolarmente fertile, ma al tempo stesso complesso e articolato in diverse forme (Natale, 2023; Wen e Ma, 2024).

In questo settore, la produzione di dataset avviene grazie alle attività di digitalizzazione e di classificazione di una vasta gamma di fonti, tra cui documenti storici, cataloghi d'arte, archivi fotografici, collezioni di musei e gallerie d'arte. La creazione e la compilazione di raccolte di dati che includono repertori storico-artistici devono però tenere conto di alcune limitazioni che coinvolgono in misura minore altri tipi di dati, una fra tutte la tutela del copyright e delle licenze di riproduzione delle opere (Valeonti et al., 2020; Wallace, 2020). Le istituzioni museali adottano scelte differenti su questo tema, oscillando tra una politica di completa apertura alla collezione digitalizzata[1] e soluzioni on demand in cui l'immagine e la relativa scheda vengono fornite al pubblico previa autorizzazione e solo per uno specifico utilizzo[2].

2. Repertori storico-artistici a disposizione

I repertori storico-artistici digitalizzati e pubblicati in open access, in particolare le immagini delle opere d'arte, rappresentano un asset fondamentale sia per le attività di utenti e ricercatori sia, in un contesto diverso, per la compilazione di dataset dedicati al *machine learning*, un'attività in cui vengono sviluppate particolari tipologie di software attraverso l'analisi di grandi quantità di dati. Il machine learning, di cui il deep learning costituisce un sottoinsieme, comprende alcune delle tecniche oggi maggiormente utilizzate nello sviluppo dei sistemi di intelligenza artificiale (IA), un campo applicativo che è cresciuto

---

[1] Il primo esempio di un approccio alla libera consultazione e al riuso delle collezioni digitalizzate è la politica di apertura della collezione che dal 2011 adotta il Rijksmuseum, una scelta amministrativa a cui hanno fatto seguito diverse azioni di comunicazione e la nascita di servizi al pubblico.

[2] Per una storia degli approcci e degli ordinamenti relativi alla riproduzione del patrimonio, si veda Modolo (2025).

parallelamente alla disponibilità di dati e alla crescita della potenza computazionale degli elaboratori. L'elemento chiave per lo sviluppo dei sistemi di IA è costituito proprio dalle raccolte di dati curate ed etichettate; queste vengono elaborate da reti neurali, modelli computazionali progettati per individuare relazioni, schemi e ricorrenze tra i dati forniti, con l'obiettivo di arrivare a una classificazione efficace utile al confronto, all'elaborazione e al recupero delle informazioni. La possibilità di accedere a dataset curati diventa così un elemento cardine per lo sviluppo di questi prodotti digitali, caratterizzati da versatilità e dalla capacità di interpretare i dati individuando regolarità e relazioni difficilmente rilevabili attraverso un'analisi manuale.

La presenza di una licenza aperta e l'estensione delle possibilità d'uso, così come accade con gli open data, rendono possibile l'attività di addestramento dei modelli di IA senza limitazioni sulle iterazioni e soprattutto sui risultati derivati.

Il tema del diritto di riproduzione è particolarmente rilevante nello sviluppo di applicazioni di IA generativa[3] dove le funzionalità di replica di uno stile o di un immaginario preciso rivelano a volte come questi software siano stati costruiti attingendo a risorse digitali non esplicitamente pubblicate con licenza libera (Quintais, 2025).

Tra il 2011 e il 2020, diversi musei internazionali hanno scelto la soluzione di pubblicare con licenza aperta le proprie collezioni, sviluppando degli archivi digitali (*repository*) interrogabili tramite interfacce *machine readable* (API)[4], e fornendo un apparato documentale e un nucleo di soluzioni tecniche facilmente integrabili con processi e prodotti comuni nel dominio dello sviluppo software. Questo ha prodotto diversi momenti di intersezione tra musei ed aziende e il campo più promettente è stato proprio quello delle intelligenze artificiali.

La capacità delle macchine di "vedere" e interpretare immagini ha aperto così nuove prospettive per la ricerca in ambito storico-artistico e museale, rendendo possibile ad esempio sfruttare la visione artificia-

---

[3] In questo ambito relativamente recente, le reti neurali vengono utilizzate per la creazione di nuovi contenuti a partire dagli esempi forniti in fase di addestramento. Si veda, ad esempio, Policy Department for Justice, European Parliament (2025), *Generative AI and copyright: Training, creation, regulation*, European Parliament https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2025/774095/IUST_STU(2025)774095_EN.pdf (consultato il 20 settembre 2025).

[4] API è l'acronimo di *Application Programming Interface*, un insieme di regole che permette a diversi software di comunicare tra loro e scambiarsi dati in modo standardizzato.

le per catalogare, interpretare e presentare le collezioni sotto diversi aspetti, descritti grazie a un'*osservazione* delegata completamente alla macchina (Colace et al., 2025). La sperimentazione in questo ambito vede così l'uso di questi software come assistenti digitali all'identificazione e categorizzazione di opere d'arte, applicati nell'estensione dei metadati descrittivi delle opere o integrati in esperienze interattive basate sull'analisi delle reazioni del pubblico nei percorsi espositivi (per un esempio italiano di qualità si può considerare il servizio ShareArt)[5].

3. Una selezione di esempi

Di seguito, sono presentati sinteticamente cinque casi di studio rilevanti, che vedono protagoniste cinque istituzioni museali e di ricerca, che hanno dimostrato una precoce e pionieristica adesione alla politica di condivisione dei dati e all'uso di sistemi di intelligenza artificiale. Nello specifico vengono prese in esame quelle esperienze che vedono il coinvolgimento diretto di aziende private e fruitori nella elaborazione e manipolazione delle collezioni digitalizzate, azioni possibili proprio grazie all'adozione di licenze di riproduzione permissive.

I casi presentati – scelti anche per la pionieristica adesione alla politica di condivisione dei dati – si soffermano sulle azioni che vedono coinvolti modelli di rete neurale specializzati nelle attività di classificazione, etichettatura e recupero delle immagini, proprietà queste che si applicano in maniera esemplare a raccolte digitalizzate di opere (Noehrer et al., 2021).

Si tratta nel complesso di un contesto operativo omogeneo, che tuttavia si differenzia per gli obiettivi e gli scopi delle varie sperimentazioni: mentre, ad esempio, il Rijksmuseum di Amsterdam ha orientato le proprie strategie nella presentazione della collezione digitale come un'infrastruttura aperta per la classificazione automatica e la ricerca, il Nasjonalmuseet di Oslo ha lavorato sulla possibilità di comprendere e visualizzare le somiglianze formali e iconografiche, includendo classificazioni complesse e producendo mappe navigabili. Le esperienze

[5] ShareArt è un servizio realizzato dal centro ENEA e presentato a giugno 2021 nella sede di Istituzione Bologna Musei; il servizio utilizza un sistema hardware per rilevare la presenza dei visitatori di fronte alle opere d'arte, e un software di analisi facciale, supportato da intelligenza artificiale, per tracciare la permanenza e la reazione del visitatore di fronte all'opera. Per maggiori informazioni, si veda: https://ict.enea.it/event/beni-culturali-al-via-il-progetto-shareart-per-misurare-il-gradimento-delle-opere-darte-con-lintelligenza-artificiale/

dello Statens Museum for Kunst di Copenaghen (SMK Open) sono concentrate, invece, verso iniziative orientate a sostenere l'arricchimento dei metadati delle schede di catalogo tramite l'intervento ibrido di sistemi generativi e informazioni ottenute dal pubblico. L'attenzione per il coinvolgimento del pubblico è presente anche nel caso del Cleveland Museum of Art, che ha integrato sistemi di IA per presentare esperienze interattive basate sugli accostamenti per similarità. In ultimo, lo Smithsonian Institution ha scelto sistemi di classificazione e clustering per consolidare il proprio ruolo di provider di dati affidabili sia per scopi scientifici che per attività di machine learning.

Da questa selezione, emerge l'uso ricorrente di sistemi di IA per elaborare e classificare le collezioni sia a livello formale che iconografico, con l'obiettivo di costruire inedite reti di relazioni e connessioni tra le opere. L'adozione delle licenze aperte in tutte le esperienze presentate ha permesso una sperimentazione partecipativa, sia in chiave di sviluppo, come è accaduto con la Rijksmuseum Challenge del 2014, sia in chiave interpretativa come con le sperimentazioni dello Statens Museum for Kunst o del Cleveland Museum of Art.

3.1. Il Rijksmuseum di Amsterdam

Tra le istituzioni pionieristiche nell'apertura delle collezioni digitali figura il Rijksmuseum che nel 2011[6] decise di pubblicare con licenza aperta l'intera collezione digitale; la decisione fu presa contestualmente alla collaborazione del museo con Europeana Foundation[7]. La pubblicazione dei metadati della collezione del museo sul portale Europeana avvenne di fatto in concomitanza con la diffusione, da parte della piattaforma, del Public Domain Charter, un documento programmatico in cui si invitava alla corretta identificazione e valorizzazione delle opere di pubblico dominio. In quella fase, emerse con evidenza la necessità di dotare i materiali digitali di un apparato informativo giuridico chiaro, che specificasse con precisione i limiti d'uso e le eventuali restrizioni associate a ciascun oggetto digitalizzato.

La risposta del Rijksmuseum fu l'introduzione, all'interno del proprio sistema di gestione delle collezioni, di una sezione dedicata ai di-

---

[6] Cfr. Rijksmuseum. (2024), Information and Data Policy. Rijksmuseum Data Services: https://data.rijksmuseum.nl/policy/

[7] Cfr. Pekel, J. (2014), Europeana Foundation, "Democratising the Rijksmuseum," Open Content Exchange Platform: https://espace.okfn.org/items/show/260

ritti, in cui venivano registrati dati relativi al copyright, alla presenza di diritti di terzi e alla data di scadenza degli stessi; questa operazione fu accompagnata da un intenso dibattito interno sull'adozione di una licenza di pubblico dominio, in contrapposizione a soluzioni come le Creative Commons Attribution (CC-BY), proposte inizialmente con lo scopo di aumentare la visibilità del museo. In questo dibattito, un ruolo chiave lo ebbero proprio Europeana e il centro studi olandese Kennisland, sostenitori dell'adozione di una licenza permissiva come il dominio pubblico, sentito come una condizione essenziale per la legittimazione delle pratiche open access nel contesto culturale europeo.

Una prima occasione di sperimentazione concreta si ebbe con la partecipazione del museo alla *Open Cultuur Data*[8], iniziativa nata nel 2011 per incoraggiare la collaborazione tra enti detentori di dati e comunità creative (sviluppatori, designer, artisti). Inizialmente, il museo rese disponibili alcune immagini di disegni cinesi poco noti, ma presto fu il dipartimento marketing a sollecitare un cambio di rotta più deciso, sostenendo che la valorizzazione del patrimonio digitale dovesse basarsi sulla diffusione delle opere più rappresentative, con l'obiettivo di attrarre nuovo pubblico anche verso la visita fisica del museo.

Questa visione si tradusse nella pubblicazione online dell'intera collezione di opere digitalizzate libere da diritti d'autore, incluse quelle dei maestri del Secolo d'Oro olandese come Rembrandt e Vermeer. L'iniziativa si rivelò un successo, sia in termini di utilizzo, sia per la visibilità mediatica ottenuta a livello nazionale e internazionale. Sul piano giuridico, l'iniziale riluttanza all'abbandono del CC-BY fu superata da considerazioni pratiche: la difficoltà di monitorare l'uso delle immagini sul web, la proliferazione incontrollata di versioni non autentiche e di bassa qualità e la consapevolezza che un controllo rigido sull'attribuzione avrebbe comportato un impiego sproporzionato di risorse. Di conseguenza, il museo optò per la completa apertura delle immagini in pubblico dominio, favorendo l'uso delle scansioni ufficiali e contribuendo alla circolazione di dati di alta qualità; questa scelta si fece ancora più radicale nel 2013 quando vennero pubblicate con licenza aperta anche tutte le immagini ad alta risoluzione, decretando così di fatto la fine dello sfruttamento commerciale diretto delle riproduzioni delle opere. Questa scelta si fondava su analisi economiche, ma soprattutto su una visione del museo convinta che l'affermazio-

[8] Cfr. Open Cultuur Data: https://www.opencultuurdata.nl/

ne mediatica del proprio patrimonio sarebbe stata in grado di attrarre pubblici più vasti e maggiori investimenti, ampliando di conseguenza anche le possibilità di ricerca e innovazione. Seguendo questa linea di sviluppo, l'anno seguente venne promossa la Rijksmuseum Challenge, un evento che invitava allo sviluppo e alla valutazione di tecniche di riconoscimento visivo e apprendimento automatico (Mensink et al., 2014). Questo progetto ha costituito un banco di prova per l'utilizzo di reti neurali e algoritmi di apprendimento automatico nella classificazione e valorizzazione delle collezioni museali, diventando un punto di riferimento per istituzioni e ricercatori a livello globale (Belhi et al., 2021).

La sfida era volta a promuovere la ricerca nel campo del riconoscimento automatico delle opere d'arte attraverso l'intelligenza artificiale, con l'obiettivo di fornire strumenti di classificazione automatica delle opere per assistere persone impegnate nella ricerca e nella curatela, e anche semplici utenti, nella consultazione e valorizzazione delle collezioni digitali.

Il punto di partenza della sfida è stato proprio il dataset della collezione digitale del Rijksmuseum, costituito da 112.039 immagini digitali ad alta risoluzione in cui ogni immagine è accompagnata da metadati XML, che includono informazioni su autore, datazione, materiali e tipologia dell'opera. Il corpus si presenta particolarmente interessante e adatto per la sperimentazione con modelli computazionali: è infatti una raccolta eterogenea che comprende diverse tipologie di oggetti prodotti con tecniche e media disparati – dipinti, fotografie, ceramiche, mobili – e riflette la varietà del patrimonio conservato nel museo olandese.

La Rijksmuseum Challenge propone quattro task fondamentali:

- Attribuzione dell'autore (Artist Classification): classificazione delle opere in base al loro autore.
- Identificazione della tipologia (Art-Type Categorization): riconoscimento delle tipologie tecniche di categorizzazione artistica.
- Riconoscimento dei materiali (Material Labeling): identificazione dei materiali utilizzati nell'opera.
- Stima dell'anno di creazione (Creation Year Estimation): valutazione dell'epoca di realizzazione dell'opera.

Si tratta di sfide distinte tra loro, ma accomunate dall'obiettivo di sperimentare processi automatici di descrizione delle collezioni digitali e dall'uso di tecniche di machine learning e reti neurali per la classifi-

cazione e la soluzione dei differenti task. Per addestrare il sistema a riconoscere gli artisti sono stati utilizzati dei modelli di apprendimento automatico chiamati classificatori SVM lineari 1-vs-Rest, dei particolari modelli utilizzati per problemi di classificazione multi-classe, come nel caso precipuo della valutazione dell'artista di un'opera d'arte.

Questo significa che per ogni artista (tra quelli considerati), è stato creato un classificatore che impara a distinguere le opere di quell'artista da quelle di tutti gli altri. In questa fase di addestramento è stato preso in considerazione un numero ristretto ma rappresentativo di artisti, pari a 374.

L'impiego di tecniche di riconoscimento visivo e di classificazione automatica costituisce il tratto distintivo della Rijksmuseum Challenge e delinea un momento chiave nell'uso di tecniche di machine learning applicate a collezioni museali; in questo scenario un elemento chiave - senza il quale l'esperienza non sarebbe stata possibile - è stato proprio l'accesso ai dati, pubblicati e resi disponibili come risorsa libera e in formati strutturati, facilmente interpretabili da macchine. Nel corso del decennio 2014-2024, il numero dei musei che hanno progressivamente adottato delle politiche di apertura e pubblicazione dei dataset delle collezioni digitali è aumentato e include istituzioni non solo europee, come ad esempio il MoMA, il Met, lo Smithsonian Institution, il Cleveland Museum of Art.

La presenza di standard comuni e soprattutto l'integrazione di interfacce API ha reso le collezioni digitali un campo sperimentale in cui integrare modelli di reti neurali dedicate alla *computer vision* e all'analisi semantica delle opere: ne è un esempio importante l'esperienza promossa nel 2020 dai ricercatori del MIT in collaborazione con Microsoft in cui una rete neurale convoluzionale (ResNet50) è stata utilizzata per analizzare collezioni open access del Metropolitan Museum of Art e, di nuovo, del Rijksmuseum (Hamilton et al., 2021). Le opere sono state trasformate in vettori numerici in grado di rappresentare caratteristiche visive complesse come forme, colori e texture. La codifica delle due collezioni ottenuta tramite la rete convoluzionale ha costituito la base su cui è stato costruito un sistema di recupero immagini condizionale, *Conditional Image Retrieval* (CIR), in grado di cercare immagini formalmente simili all'interno di sottogruppi definiti da etichette, come "arte egizia", "sculture in ceramica" o "ritratti olandesi". L'obiettivo del progetto era rendere visibile ciò che normalmente sfugge all'occhio umano, rivelando affinità semantiche e visive tra opere lontane nel

tempo e nello spazio. Il risultato è accessibile tramite una piattaforma online, MosAIc[9], in cui è possibile visualizzare accostamenti tra le opere delle due collezioni in cerca di connessioni e analogie non evidenti a un primo sguardo, che possono suggerire scambi culturali e influenze tra culture e diverse regioni geografiche, ricostruendo legami invisibili in una sorta appunto di mosaico culturale, che unisce le due collezioni ed evidenzia connessioni storiche e culturali che trascendono le categorie convenzionali.

La convergenza di dati aperti, la disponibilità di reti neurali avanzate e il progressivo incremento delle capacità di calcolo hanno esteso le possibilità di ricerca nell'ambito della *computer vision* applicata alle collezioni museali. L'eredità della Rijksmuseum Challenge e delle esperienze promosse nel frattempo da grandi aziende del settore come Microsoft e Google è stata accolta anche dalle stesse istituzioni museali che si impegnano a sperimentare l'uso di reti neurali sulle proprie collezioni. Fra le esperienze più rilevanti, sempre caratterizzate da tempestività, cooperazione e condivisione, si possono citare quelle del Nasjonalmuseet di Oslo e dello Statens Museum for Kunst di Copenaghen, che con obiettivi diversi hanno entrambi integrato sistemi di visione artificiale nell'analisi delle proprie collezioni.

3.2. Il Nasjonalmuseet di Oslo e il Project "Principal Components"

Nel biennio 2015 - 2017 il Nasjonalmuseet di Oslo, in collaborazione con il ricercatore Audun Mathias Øygard e lo studio di ricerca Bengler[10], ha sperimentato l'uso di tecniche di machine learning e reti neurali per analizzare e visualizzare la collezione digitale del museo composta da circa trentamila record[11]. Il progetto si è articolato in più fasi, con risultati diversi, e ha visto lo sviluppo di una rete neurale specializzata nell'analisi di elementi formali delle immagini; attraverso di essa è stato possibile sviluppare delle rappresentazioni interattive dell'intera collezione, organizzata per cluster di somiglianza.

---

[9] https://microsoft.github.io/art/

[10] Cfr. https://bengler.no/principalcomponents.

[11] Cfr. Nasjonalmuseet. "Prosjekt: Prinsipalkomponenter." Nasjonalmuseet, 11 giugno 2017, https://www.nasjonalmuseet.no/om-nasjonalmuseet/samlingsforvaltning/digital-samlingsforvaltning/prosjekt-prinsipalkomponenter/.

Il progetto, denominato *Principal Components* dal nome di una delle tecniche di rappresentazione di dati complessi, è stato uno dei primi esempi in cui le potenzialità delle reti neurali si sono espresse su un dataset di un'istituzione museale. Tentativo concreto di utilizzare la "visione distante" di un modello matematico per comprendere le analogie tra opere d'arte in una raccolta eterogenea e popolosa, il progetto ha avuto anche l'importante obiettivo di testare le possibilità di utilizzare un algoritmo per classificare in maniera automatica le opere tramite la notazione Iconclass[12]. Si tratta di una scelta complessa e ambiziosa, non solo dal punto di vista tecnologico, ma anche per le implicazioni storico-artistiche, che insistono su una tradizione di descrizione delle opere, di classificazione degli stili, di riconoscimento delle autografie, da tenere presenti in qualche modo nei processi di addestramento della rete classificatrice.

Quanto ai risultati, la strategia adottata ha funzionato bene per le categorie principali, ma al contempo ha evidenziato difficoltà nelle classificazioni più specifiche, rendendo complicata l'elaborazione automatica. Per ovviare a questo limite e ottenere un sistema in grado di generare parole chiave coerenti con l'immagine e con il tema iconografico trattato, il progetto ha integrato una mappatura di parole chiave già esistenti nel catalogo del museo con quelle presenti nello standard norvegese per la catalogazione dei beni culturali, riuscendo ad arricchire le descrizioni esistenti con nuovi elementi.

Uno degli obiettivi dell'iniziativa era lo sviluppo di un sistema di visualizzazione in grado di orientarsi facilmente nella collezione e che andasse oltre i metodi tradizionali basati su stringhe di ricerca e parole chiave. La soluzione è stata costruita sulla capacità delle reti neurali di individuare temi ricorrenti e analogie tra migliaia di dati costruendo una mappa delle similitudini composta da migliaia di parametri. La complessità di questa mappatura in cluster, tuttavia, rappresentava essa stessa un problema perché rendeva la rappresentazione interna del software inaccessibile a un'esperienza umana: per raggiungere una riduzione di complessità è stata usata la t-SNE, un metodo descritto nel 2008 da Geoffrey Hinton e Laurens van der Maaten in grado di semplificare l'insieme dei dati ottenuti mantenendo una coerenza globale, così da poter rappresentare l'intero insieme dei dati in un grafico a due o tre dimensioni (Van der Maaten e Hinton, 2008). Il risultato

[12] Cfr. Pedersen, Gro Benedikte, "Iconclass and AI", *Iconclass Blog*, 12 giugno 2017, https://iconclassblog.wordpress.com/2017/06/12/iconclass-and-ai/.

consiste in una serie di cinque mappe interattive[13] che classificano le 33.000 opere della collezione in categorie (soggetti iconografici, dipinti, stampe, disegni e design) organizzate in aree di similitudine esplorabili, e permettono di visualizzare a colpo d'occhio soggetti ricorrenti, stili e analogie tra opere e artisti diversi.

I due anni di sperimentazione al Nasjonalmuseet hanno coinvolto un team eterogeneo composto da archivisti, aziende private e ricercatori e si presentano come un caso di studio in cui il dataset della collezione museale diventa il materiale primario attraverso il quale testare soluzioni software e sviluppare strategie e metodi di presentazione dei dati. In questo caso specifico, l'uso di reti neurali ha rappresentato un elemento caratterizzante che ha permesso di visualizzare i dati della collezione da un punto di vista nuovo, mediato dalla rappresentazione "fredda" del software, in cui tutte le immagini coesistono nello stesso spazio e sono legate insieme da relazioni e connessioni che rivelano analogie che vanno oltre la descrizione e il background culturale che le ha prodotte. L'esperienza del Nasjonalmuseet, sulla strada perseguita anche dal Rijksmuseum, vede al centro la collezione intesa come base culturale, che viene attraversata da un punto di vista algoritmico, una lente che permette di far emergere ulteriori strati di significato e apre nuove prospettive all'evoluzione del dialogo tra fruitore e collezione museale, sia in termini di sviluppo delle interfacce, sia in quello - più sottile - che coinvolge esperti e studiosi nell'individuazione di domini di ricerca adiacenti.

3.3. SMK Open: l'esperienza danese tra open access e intelligenza artificiale applicata alle collezioni d'arte

Un'esperienza analoga è avvenuta contemporaneamente in Danimarca tra il 2016 e il 2021, quando lo Statens Museum for Kunst (SMK) di Copenaghen avvia il programma SMK Open[14] attraverso il quale il museo aderisce al movimento OpenGLAM, rendendo accessibile e riutilizzabile la sua collezione, pubblicata con licenze permissive Creative Commons (Sanderhoff, 2014). Di nuovo, la collezione di un museo diventa materiale di indagine e ricerca: il programma SMK Open prevede infatti la pubblicazione della collezione con metadati strutturati, facilmente leggibili da sistemi automatici, una caratteristica che ha creato le condi-

[13] https://vy.nasjonalmuseet.no/

[14] https://open.smk.dk/

zioni ottimali per la sperimentazione di nuove tecniche di elaborazione automatica delle immagini, sfruttando modelli di intelligenza artificiale per generare descrizioni, parole chiave e metadati aggiuntivi in maniera semi-automatica. Le azioni intraprese dal museo danese sono peculiari e nascono come supporto e accompagnamento al lavoro di presentazione, curatela e documentazione della collezione. Un primo approccio a sistemi automatici di *computer vision* avviene proprio per supportare il personale del museo nella pubblicazione di 20.000 opere online. In questo caso viene sviluppato un software in grado di analizzare la copia dell'opera dall'archivio fotografico e di rimuovere le cornici di controllo con i codici colore e le notazioni archivistiche.

Da questa prima esperienza di successo, il museo inizia una fase di sperimentazione che vede l'applicazione di sistemi di intelligenza artificiale per la classificazione e l'arricchimento delle descrizioni di circa 40.000 immagini. La raccolta viene così introdotta e analizzata da un sistema di riconoscimento degli oggetti basato sulle API del servizio Microsoft Vision in grado di associare alle immagini delle parole chiave di uso comune. L'obiettivo è integrare, nel sistema di ricerca online del museo, una terminologia che possa supportare la consultazione della collezione digitale da parte di utenti occasionali e che vada ad affiancare le classificazioni e le etichette con un lessico tecnico e specialistico. Tuttavia, nel processo sono emerse delle difficoltà specifiche di interpretazione dei soggetti, in particolare per quanto riguarda le opere non figurative che sono state etichettate con parole chiave non coerenti. Difficoltà si sono riscontrate anche nella definizione di alcune raffigurazioni sacre, ad esempio i dipinti raffiguranti il "Bambino Gesù" sono stati etichettati come "buksetrold"[15] (termine danese colloquiale che identifica un bambino vivace, traducibile in "monello"), ritenuto inappropriato nell'ambito religioso. Diventa evidente in questo contesto come l'uso di sistemi automatici sia una soluzione che vive in comunione con il lavoro degli archivisti e degli storici dell'arte, che assumono in questo caso il ruolo di valutatori di un processo utile per velocizzare le pratiche di metadatazione, ma non sovrapponibile all'interpretazione di oggetti polisemici come le opere d'arte.

L'analisi delle opere tramite sistemi di intelligenza artificiale ha coinvolto anche l'aspetto formale e compositivo, utilizzando delle reti

[15] Cfr. Statens Museum for Kunst, "SMK Open": https://www.smk.dk/en/article/smk-open/.

neurali convoluzionali per estrarre i vettori di *embedding* della collezione e costruire un sistema di relazione tra le singole opere basato sulla somiglianza delle caratteristiche visive (colori, forme, materiali e motivi iconografici). Questo processo ha permesso di fare emergere connessioni tra opere distanti cronologicamente e stilisticamente e di suggerire nuove traiettorie di lettura e interpretazione.

Come già visto nell'esperienza del museo norvegese, anche in questo caso l'analisi della collezione sfrutta reti neurali per l'analisi e l'organizzazione automatica in cluster delle immagini della collezione: viene ad esempio utilizzata VGG19, una rete neurale specializzata per l'analisi delle immagini che si è rivelata determinante per isolare dalle opere d'arte contenuti, texture, cromie e tratti pittorici (Simonyan e Zisserman, 2014). Questo ha permesso di integrare tali dati formali con i soggetti rappresentati e di ordinare la collezione, composta da circa 40.000 record, sotto diversi aspetti, classificandola secondo criteri morfologici e tematici e creando aggregazioni coerenti in 95 cluster, definiti sulla base della similarità visiva, identificata esclusivamente tramite un sistema automatico. Il risultato è un insieme di visualizzazioni che rappresentano la collezione tramite griglie visive ordinate per affinità iconografica, grafici di dispersione e connessioni tra opere distanti a livello temporale.

Nel 2021, nel contesto delle restrizioni alla mobilità dovute alla pandemia da SARS-CoV-2, lo SMK ha nuovamente adottato soluzioni basate su reti neurali per raccontare la propria collezione e mantenere aperto un canale con il pubblico del museo. In questo caso è stato utilizzato un modello linguistico, nello specifico Multilingual BERT, per associare 4.000 opere a luoghi geografici della Danimarca, basandosi esclusivamente sulle descrizioni delle opere.

Un elemento chiave nell'avvio del progetto è rappresentato dal database nazionale delle collezioni museali danesi (SARA) che, per una parte delle opere, fornisce informazioni geografiche di carattere generale, quali ad esempio "Zelanda settentrionale" o "Copenaghen"; tuttavia, per ottenere dati e informazioni geolocalizzabili è stata necessaria un'ulteriore iterazione volta a migliorare la precisione del sistema. Il museo ha impiegato tecniche di *Named Entity Recognition* (NER) sui titoli delle opere, utilizzando appunto il modello linguistico Multilingual BERT. Le entità toponomastiche così individuate sono state poi incrociate con le parole chiave già presenti e successivamente elaborate attraverso le API di Google Maps, con l'obiettivo di localizzare ciascuna opera su una mappa digitale nel modo più accurato possibile.

I risultati del processo di geolocalizzazione hanno mostrato una notevole variabilità in termini di accuratezza: in alcuni casi è stato possibile individuare con esattezza la via raffigurata (come Kapelvej a Copenaghen); in altri, la localizzazione si è potuta limitare a un'area geografica più estesa e indeterminata, come ad esempio l'isola di Falster. Per compensare queste imprecisioni, il museo ha affiancato al processo automatico una strategia partecipativa pubblicando online una mappa interattiva in cui gli utenti hanno potuto revisionare e correggere le localizzazioni geografiche delle opere. La campagna di comunicazione per questa attività collaborativa è stata di particolare successo, raggiungendo 16.000 accessi nel primo mese dalla pubblicazione e coinvolgendo aree geografiche distribuite su tutto il territorio nazionale danese. Questi aspetti contribuiscono a fare del progetto un esempio efficace di crowdsourcing applicato alla curatela digitale.

3.4. Cleveland Museum of Art: apertura e coinvolgimento

Il 23 gennaio 2019 il Museo d'Arte di Cleveland (CMA) ha pubblicato la sua collezione digitale con licenza Open Access CC0, con un dataset di circa 37.000 immagini di opere d'arte etichettate insieme ai metadati relativi a oltre 61.000 opere; parallelamente ha aggiornato le sue politiche museali, incoraggiando i visitatori a contribuire alla promozione del museo, scattando nuove immagini o registrando video delle opere d'arte nella collezione del CMA da usare per qualsiasi scopo, purché non disturbassero l'esperienza degli altri visitatori e rispettassero il codice etico del museo.

I metadati della collezione inoltre sono stati completamente riscritti introducendo contenuti qualitativi di interesse storico-artistico per gran parte delle opere presenti: nel dataset pubblicato sono stati inclusi campi inusuali per la pratica archivistica come il campo "fun fact" e un'estensione del campo "description" in cui viene introdotto rispettivamente un fatto non comune della storia dell'opera o dell'artista e una descrizione storico-artistica dettagliata dell'opera.

Il CMA ha anche reso disponibile l'accesso alle immagini e ai dati della collezione attraverso la pubblicazione del dataset sul repository GitHub, mentre un'interfaccia API permette una facile integrazione delle opere della collezione all'interno di applicazioni di terze parti. Questa scelta si inserisce in un programma che aveva già visto il Cleveland Museum of Art configurarsi come un'istituzione internazionale in

grado di integrare la propria collezione all'interno di tecnologie digitali per il coinvolgimento del pubblico. Un tale impegno si estende anche ai temi dell'accessibilità, che riflette la missione inclusiva del museo, come sottolineato dal direttore William Griswold: "La nostra collezione è disponibile per tutti, poiché noi siamo solo custodi di questi oggetti, che appartengono al patrimonio artistico dell'umanità" (Griswold, 2019).

Sulla stessa scia della sperimentazione tecnologica e dell'audience engagement, nel 2020 il Cleveland Museum of Art ha promosso l'iniziativa ArtLens AI: Share Your View[16], un prototipo interattivo basato su sistemi di intelligenza artificiale con al centro la collezione del museo. L'obiettivo era offrire alla comunità un accesso semplificato e coinvolgente alle opere d'arte conservate dal museo, valorizzando le connessioni visive tra tracce visive del quotidiano e le immagini riprodotte. Attraverso Share Your View, infatti, l'utente può caricare un'immagine personale e ricevere un suggerimento sull'opera della collezione del CMA che più si avvicina come aspetto formale a quella inviata. Il sistema utilizza, per mostrare queste relazioni, un motore di "reverse image search" che si basa su reti neurali in grado di rappresentare con vettori di *embedding* le immagini così come il testo. Queste rappresentazioni sono gestite da un database vettoriale che viene interrogato per calcolare la "similarità coseno" tra l'immagine caricata dall'utente e quella presente nella collezione del museo. L'efficacia del motore di ricerca si traduce nella possibilità, per l'utente, di esplorare il patrimonio museale a partire da una semplice fotografia del mondo reale, attivando connessioni visive e analogie estetiche al di là delle barriere temporali, stilistiche o geografiche.

Da queste sperimentazioni emerge come il Cleveland Museum of Art abbia progettato una strategia di inclusione di diversi stakeholder basandosi proprio sulla sua collezione che, pubblicata con licenze di riproduzione permissive, diventa oggetto di indagine e soggetto attivo per il coinvolgimento del pubblico.

3.5. The Smithsonian Institution: una fonte accreditata

L'uso di soluzioni basate su reti neurali applicate alla collezione museale trova un esempio importante anche nello Smithsonian Institution e nei vari programmi che hanno caratterizzato la sperimentazione e le politi-

[16] https://www.clevelandart.org/articles/artlens-ai-share-your-view

che di apertura dell'istituzione nell'ultimo decennio. Lo Smithsonian Institution si è dimostrato infatti un attore dinamico sul tema, in grado di adottare in via sperimentale diverse soluzioni basate su reti neurali per la classificazione della propria collezione e al tempo stesso identificarsi come un "provider" di dati annotati di alta qualità, un asset importante per l'addestramento di modelli di IA. Questo ultimo aspetto, che vede il museo come una fonte accreditata, è il frutto di una scelta importante di apertura delle collezioni che inizia nel febbraio 2020 quando l'istituzione ha annunciato la pubblicazione di 2,8 milioni di immagini ad alta risoluzione, in due e tre dimensioni, attraverso la piattaforma online Smithsonian Open Access. Le immagini comprendevano dati e materiali provenienti dai 19 musei dello Smithsonian, dai nove centri di ricerca, dalle biblioteche, dagli archivi e dal National Zoo. Nei mesi seguenti sono state pubblicate altre 200.000 immagini portando la collezione a 3 milioni. A luglio 2023 la collezione digitale dello Smithsonian Institution pubblicata con licenza aperta contava circa 4,5 milioni di immagini, consultabile anche da software e processi automatici grazie a un'interfaccia API ospitata su api.data.gov. Lo Smithsonian Institution ha promosso questo nuovo ruolo della propria collezione, incoraggiando attivamente la creatività e la condivisione, chiedendo per esempio ai propri visitatori di diffondere e taggare i lavori sviluppati utilizzando la collezione dello Smithsonian con l'hashtag #SmithsonianOpenAccess.

Un esempio di questo coinvolgimento è l'opera dell'artista Amy Karle *Regeneration Through Technology*, presentata in occasione della pubblicazione della piattaforma Smithsonian Open Access. La base di partenza per l'intera collezione del lavoro di Karle è stato lo scheletro di triceratopo di 66 milioni di anni digitalizzato come modello 3D e conservato nel Museo Nazionale di Storia Naturale dello Smithsonian. Il montaggio originale del fossile del 1905 comprendeva ossa provenienti da dieci diversi animali. Nel 1998, i curatori hanno realizzato la prima scansione 3D di uno scheletro di dinosauro completo producendo un calco in digitale più preciso, così da permettere la manipolazione delle ossa nell'ambiente digitale per correggerne la scala.

La politica di apertura della collezione dello Smithsonian ha avvicinato l'istituzione alla sperimentazione di strategie collaborative in cui il paradigma "human-in-the-loop" (un approccio che prevede l'intervento di un essere umano per valutare e, se necessario, correggere i risultati di un'elaborazione software) è la base per l'adozione

di soluzioni automatizzate per l'elaborazione del patrimonio culturale conservato nei vari musei federati.

Un primo esperimento risale al 2017 quando il Dipartimento di Botanica dello Smithsonian, in collaborazione con il Data Science Lab e l'Ufficio di Digitalizzazione (Digitization Program Office), ha condotto un progetto pilota sfruttando algoritmi di deep learning forniti da NVIDIA e in particolare due diverse reti convoluzionali addestrate rispettivamente per riconoscere campioni botanici con cristalli di mercurio, usato in passato per proteggerli dagli insetti, e per distinguere tra due famiglie di piante morfologicamente molto simili. Le due reti hanno raggiunto, rispettivamente, un'accuratezza del 90% e del 96% nei compiti considerati, aprendo la strada a ulteriori sperimentazioni. Nel 2023 vengono nuovamente utilizzate reti neurali convoluzionali nell'analisi della collezione dello Smithsonian con un progetto che ha coinvolto il Centro per la Sostenibilità e Conservazione (Smithsonian National Zoo & Conservation Biology Institute), insieme al Data Science Lab. In questo caso è stato sviluppato un modello basato su CNN per il riconoscimento di specie ittiche amazzoniche tramite fotografie: sono state utilizzate 3.000 immagini di pesci raccolti in spedizioni scientifiche (con identificazioni verificate da ittiologi esperti) e, in aggiunta, fotografie di esemplari conservati nelle collezioni ittiche del National Museum of Natural History. In questo caso, l'uso di reti neurali profonde ha permesso di classificare 33 generi di pesci amazzonici con una precisione media del 97,9%[17], dimostrando nuovamente come le collezioni digitali possano essere un elemento determinante nella ricerca scientifica e un partner solido se affiancate a software di apprendimento automatico.

Questa esperienza, che integra algoritmi per la classificazione automatica delle immagini, è parte di un processo di valutazione, integrazione e divulgazione dei sistemi di intelligenza artificiale che lo Smithsonian Institution ha intrapreso.

Come ben argomentato da Becky Kobberod (2024), responsabile delle attività di Digital Transformation, lo Smithsonian non è nuovo all'uso delle intelligenze artificiali, analizzate in termini di potenzialità e insidie ("promise and pitfalls"), per lo sviluppo di progetti formativi e scientifici, collegati al *cultural heritage*.

---

[17] https://datascience.si.edu/

Con l'avvento dei modelli di AI generativa e la loro diffusione che, come sottolinea l'autrice, "is transforming how the world finds and shares knowledge", si sono via via imposte profonde riflessioni sul ruolo delle istituzioni nelle attività di mediazione e integrazione di questi software. Il ruolo umano è una componente chiave del processo, in grado di validare, supervisionare e "sintonizzare" i modelli su aspetti etici e culturali che le correlazioni statistiche faticano spesso ad identificare.

Sulla scorta di queste considerazioni, lo Smithsonian esplora sia le applicazioni degli strumenti generativi, in relazione ai pubblici e all'efficienza nella gestione delle collezioni, sia il ruolo che un'istituzione deve assumere come fonte valida e autorevole nello sviluppo degli strumenti stessi: "We are also exploring a uniquely valuable role the institution might play as a trusted source in the development of AI tools".

4. Qualche riflessione conclusiva

L'uso di modelli pre-addestrati e di reti neurali come supporto all'organizzazione e alla comunicazione delle collezioni museali è una pratica in atto da circa un decennio, con un focus specifico su quella che può essere definita la visione *fredda* della macchina. L'attenzione principale è rivolta all'impiego di tali modelli automatici per analizzare le immagini delle collezioni, al fine di fornire una rappresentazione integrabile sia nella descrizione umana sia nell'immaginario culturale proprio di una determinata regione geografica.

Le esperienze analizzate in questa raccolta di casi di studio mostrano come siano stati integrati, nei sistemi rivolti al pubblico, diversi modelli di visione artificiale, accomunati tutti da un filo conduttore: la capacità di individuare somiglianze e analogie tra immagini, oppure tra un testo e una serie di immagini. Una funzionalità, questa, che rappresenta un elemento comune e determinante per il tipo di interazione proposta, nonché per il linguaggio specifico che caratterizza le reti neurali. La capacità di rilevare relazioni latenti e di rappresentare semanticamente un'immagine come un sistema numerico costituisce una caratteristica distintiva dei sistemi automatici, oltre che uno degli ambiti applicativi principali di tali tecnologie. Le immagini delle collezioni vengono infatti codificate in vettori numerici che consentono di manipolare con rapidità e flessibilità concetti complessi, quali la rappresentazione formale e quella iconografica. Tuttavia, tali sistemi incontrano un limite strutturale nella natura polisemica dell'opera

d'arte, come dimostrano le difficoltà riscontrate nelle esperienze dello SMK e del Nasjonalmuseet di fronte alla descrizione automatica di soggetti religiosi o davanti a un'iconografia stratificata. I modelli di *computer vision* utilizzati nei casi di studio presentati sono addestrati principalmente su dataset di immagini facilmente reperibili sul web e in generale libere da diritti. Inoltre, nei dati di addestramento sono predominanti i riferimenti al contemporaneo e di conseguenza i modelli trovano difficoltà maggiori nella descrizione di opere d'arte con riferimenti culturali locali o storici (Balauca et al., 2025).

Quando i modelli linguistici e visivo-linguistici sono esposti a immagini ambigue, culturalmente atipiche o prive di un'iconografia nota, si evidenzia più chiaramente la robustezza o il fallimento delle loro ipotesi e deduzioni. Le immagini di opere d'arte, o dei manufatti della cultura tradizionale, possono rivelarsi così uno strumento di indagine in grado di svelare la solidità o la vulnerabilità delle deduzioni dei sistemi di visione artificiale. La descrizione e l'interpretazione di un'immagine permettono di osservare come il modello risponde all'ambiguità, all'identificazione e alla descrizione di un oggetto isolato dal suo contesto. In questo caso l'eventuale "errore" diventa sintomo delle priorità culturali caratteristiche del modello e del suo processo di generalizzazione. Ne consegue che l'importanza della pubblicazione delle collezioni digitali con licenze aperte risulti cruciale sia per la promozione della ricerca storico-artistica, sia per l'inclusione di una specifica visione culturale all'interno dei complessi modelli di intelligenza artificiale, che in maniera pervasiva orientano scelte e definiscono contenuti in modo automatizzato.

Riferimenti bibliografici

BALAUCA, A. et al. (2025), *Understanding Museum Exhibits Using Vision-Language Reasoning*, in "Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)", pp. 2227-2238.

BELHI, A. et al. (2021), *Study and Evaluation of Pre-trained CNN Networks for Cultural Heritage Image Classification*, in A. Belhi et al. (eds), *Data Analytics for Cultural Heritage*, Springer, pp. 47–69.

COLACE, F. et al. (2025), *New AI challenges for cultural heritage protection: A general overview*, in "Journal of Cultural Heritage", *75*, pp. 168–193.

GRISWOLD, W. (2019), *Introducing Open Access at the CMA: For the benefit of all the people forever*, in "CMA Thinker", Cleveland Museum of Art.

HAMILTON, M. et al. (2021), *MosAIc: Finding Artistic Connections across Culture with Conditional Image Retrieval*, in "Proceedings of the NeurIPS 2020 Competition and Demonstration Track", PMLR 133, pp. 133–155.

KOBBEROD, B. (2024), *Engaging AI to Share Knowledge*, Smithsonian Institution, available at: <https://www.si.edu/support/impact/age-of-ai> (last accessed 15 December 2025).

MENSINK, T. et al. (2014), *The Rijksmuseum Challenge: Museum-Centered Visual Recognition*, in "Proceedings of the International Conference on Multimedia Retrieval", Association for Computing Machinery, New York, pp. 451–454.

MODOLO, M. (2025), *Riprodurre il patrimonio culturale. Quando l'abuso diventa (la) regola*, in "La Rivista di Engramma", marzo 2025, available at: <https://www.engramma.it/eOS/index.php?id_articolo=5946> (last accessed 15 December 2025).

NATALE, M. T. (2023), *Istituzioni Culturali E Riuso Del Patrimonio Culturale Digitale: Buone Pratiche a Livello Internazionale*, in "DigItalia", 18, 2, pp. 155–161.

NOEHRER, L. et al. (2021), *Machine Learning and Museum Collections: A Data Conundrum*, in M. Shehade, T. Stylianou-Lambert (eds), *Emerging Technologies and the Digital Transformation of Museums and Heritage Sites - 1st International Conference, RISE IMET 2021, Proceedings*, Communications in Computer and Information Science, 1432, pp. 19-31, Springer Nature.

OBAMA, B. (2009), *Memorandum for the Heads of Executive Departments and Agencies "Transparency and Open Government"*, available at: <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/transparency-and-open-government> (last accessed 15 December 2025).

OPEN KNOWLEDGE FOUNDATION (2010), *The Open Data Handbook*, available at: <https://opendatahandbook.org/guide/en/introduction/> (last accessed 15 December 2025).

QUINTAIS, J. P. (2025), *Generative AI, Copyright and the AI Act*, in "Computer Law & Security Review", 56, 106107.

SANDERHOFF, M. (2014), This Belongs to You: On Openness and Sharing at Statens Museum for Kunst, in M. Sanderhoff (ed.), Sharing is Caring: Openness and Sharing in the Cultural Heritage Sector, Statens Museum for Kunst, Copenhagen, pp. 20–131.

SIMONYAN, K., ZISSERMAN, A. (2014), *Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition*, arXiv preprint arXiv:1409.1556.

VALEONTI, F. et al. (2020), *How open is OpenGLAM? Identifying barriers to commercial and non-commercial reuse of digitised art images*, in "Journal of Documentation", 76, 1, pp. 1-26.

VAN DER MAATEN, L., HINTON, G. (2008), *Visualizing Data using t-SNE*, in "Journal of Machine Learning Research", 9, pp. 2579–2605.

WALLACE, A. (2020), *Introduction. Critical Open GLAM: Towards [Appropriate] Open Access for Cultural Heritage*, available at: <https://openglam.pubpub.org/pub/introduction-to-critical-open-glam> (last accessed 15 December 2025).

WEN, J., MA, B. (2024), *Enhancing Museum Experience through Deep Learning and Multimedia Technology*, in "Heliyon", 10, 12.

5. Esplorazioni creative nell'era dell'intelligenza artificiale. Voci e visioni dal panorama artistico italiano

Paola Panarese, Vittoria Azzarita e Maddalena Carbonari

> As artists, we are in a unique position to help shape, or at least envision, potential futures. As artists, we try to trod untrodden paths. We try to imagine alternative realities and futures. We try to see and share different perspectives. We even try to feel those different perspectives and enable others to feel them as well.
>
> Memo Akten (2020, p. xi)

1. Introduzione

Negli ultimi anni, l'intelligenza artificiale (IA) ha acquisito un ruolo sempre più centrale nel panorama artistico, alimentando entusiasmi, interrogativi critici e molteplici forme di sperimentazione. Un segnale emblematico di questo crescente interesse è rappresentato dall'asta *Augmented Intelligence*, organizzata da Christie's tra il 20 febbraio e il 5 marzo 2025, la prima interamente dedicata a opere create con il supporto di sistemi algoritmici (Christie's, 2025). Questo evento si inserisce in un contesto più ampio, che include la proliferazione di mostre, festival, progetti interdisciplinari e, più recentemente, l'apertura del primo museo destinato in maniera esclusiva all'intersezione tra arte, scienza, ricerca e ambienti computazionali[1].

Tali segnali non sono episodi isolati, ma vanno letti come parte di una trasformazione più ampia che investe i processi di produzione, fruizione e circolazione dell'arte contemporanea. Un cambiamento profondo,

[1] Si tratta del museo *DATALAND*, ideato dall'artista di fama internazionale Refik Anadol, aperto a Los Angeles il 20 giugno 2026: https://dataland.art/.

che alimenta una riflessione collettiva e sfaccettata, capace di coinvolgere non solo artisti e curatori, ma anche studiosi di diverse discipline, istituzioni culturali, centri di ricerca, organizzazioni pubbliche e private, e audience sempre più ampie e variegate (Münster et al., 2024).

1.1. Origini e sviluppi dell'arte computazionale

L'attuale proliferazione di opere d'arte realizzate con il supporto di sistemi computazionali non rappresenta un fenomeno improvviso o isolato, ma si inserisce in una lunga tradizione di sperimentazione che affonda le sue radici nella seconda metà del Novecento, con la nascita dei primi computer e l'avvio dei primi studi sull'intelligenza artificiale (Zylinska, 2020). Tra i pionieri dell'arte digitale degli anni Sessanta del Novecento, si annoverano figure come Vera Molnár, Desmond Paul Henry, Frieder Nake, Georg Nees, Michael Noll, Sonia Sheridan, che "scrissero programmi che generavano motivi geometrici in bianco e nero seguendo istruzioni precise, a volte integrandoli con parametri casuali" (Manovich, 2021, p. 199).

Emblematica in questo senso è l'opera *Hommage à Paul Klee* di Frieder Nake, realizzata nel 1965, in cui un computer era programmato per compiere scelte formali basate sulla teoria della probabilità (Tresset e Deussen, 2014). Di analogo rilievo sono le sperimentazioni di Harold Cohen, che a partire dagli anni Settanta ha sviluppato *AARON*, un software in grado di generare autonomamente schizzi e dipinti, simulando alcuni processi cognitivi del disegno umano (Castro, 2016; Cohen, 1995). Inoltre, dagli anni Ottanta in poi, numerosi artisti, tra cui Karl Sims, Scott Snibbe, Golan Levin, Scott Draves e Jason Salavon, hanno iniziato a creare opere d'arte astratte scrivendo programmi per computer che generano immagini statiche o installazioni ed esperienze artistiche interattive, come le sperimentazioni di Sims e Draves in cui l'opera d'arte "evolve" in base agli input del pubblico (Hertzmann, 2018).

Su questa traiettoria storica si innesta l'attuale accelerazione dell'uso dell'IA in campo artistico, resa possibile dall'evoluzione delle tecnologie computazionali. Il miglioramento degli algoritmi, la disponibilità di strumenti accessibili anche a utenti non esperti e la crescente diffusione di software, app e piattaforme hanno permesso, infatti, l'integrazione dell'IA nei processi creativi su larga scala, fino all'arrivo dei *Large Language Models* (LLMs) (Cetinic e She, 2022). Oggi, oltre a semplici programmi capaci di eseguire istruzioni grafiche di base, sono

disponibili metodi sofisticati come le reti neurali addestrate su dataset di immagini stilisticamente omogenee, in grado di generare nuovi output coerenti; le tecniche di *style transfer*, che permettono di trasferire lo stile visivo di un artista da un'immagine all'altra; oppure le *Generative Adversarial Networks* (GANs), che prevedono la creazione di nuovi artefatti artistici coinvolgendo due reti neurali, una delle quali svolge la funzione di "generatore" di contenuti (allenata su un set di esempi), l'altra il ruolo di "valutatore e selezionatore" degli output prodotti dal sistema stesso (scegliendo solo i contenuti affini agli esempi forniti durante il training) (Manovich, 2021).

Tra le esperienze più note degli ultimi anni spicca *The Next Rembrandt*, un progetto interistituzionale che ha coinvolto Microsoft, ING, l'agenzia J. Walter Thompson, la Delft University of Technology e due musei dei Paesi Bassi con l'obiettivo di creare una nuova opera nello stile del pittore olandese del XVII secolo, grazie all'addestramento di un algoritmo su 346 dipinti di Rembrandt, ottenendo un risultato sorprendente dopo 18 mesi di lavoro e oltre 500 ore di rendering (Hakopian, 2024).

Simile negli intenti è il caso – ampiamente pubblicizzato – del collettivo parigino Obvious (composto da Hugo Caselles-Dupré, Pierre Fautrel e Gauthier Vernier), che ha generato algoritmicamente la serie *Famille de Belamy*, utilizzando un dataset di 15.000 ritratti provenienti da WikiArt, risalenti al periodo compreso tra il XIV e il XIX secolo (Nugent, 2018). I dipinti della serie rappresentano una famiglia fittizia, benestante e presumibilmente francofona, vissuta in un periodo indefinito della storia europea. Nel 2018, il collettivo ha guadagnato notorietà dopo che l'opera *Portrait of Edmond de Belamy* è stata battuta all'asta da Christie's per 432.500 dollari (Hakopian, 2024).

Altrettanto significativo è il progetto *AICAN*, sviluppato presso l'Art and Artificial Intelligence Laboratory della Rutgers University (Elgammal et al., 2017), con l'intento di rispondere alla domanda: "se insegnassimo a una macchina l'arte e gli stili e la spingessimo a generare immagini inedite che non seguono stili consolidati, cosa genererebbe?" (secondo quanto riportato sul sito web del progetto, disponibile al seguente link: https://www.aican.io/). In linea con questo interrogativo, il processo di apprendimento dell'algoritmo è stato strutturato in modo da emulare il percorso di formazione di un artista umano: è stato infatti addestrato su un vasto dataset composto da 80.000 immagini di opere riconducibili alla storia dell'arte occidentale degli ultimi cinque

secoli. L'intento non era quello di generare riproduzioni o imitazioni stilistiche, ma di spingere il sistema a creare qualcosa di radicalmente nuovo (Hakopian, 2024). Proprio questo elemento di innovazione ha conferito al progetto una particolare visibilità e rilevanza internazionale, rendendolo uno dei più citati nel dibattito contemporaneo sull'IA e la creatività. Le opere di *AICAN* sono state esposte in diverse capitali culturali, tra cui Francoforte, Pechino, New York e Miami, entrando a pieno titolo nel circuito dell'arte contemporanea globale (Bogost, 2019). Oltre al successo espositivo, *AICAN* ha raggiunto anche una certa rilevanza commerciale: le sue opere sono state vendute sul mercato dell'arte a prezzi variabili tra i 6.000 e i 18.000 dollari – come nel caso della mostra *Faceless Portraits Transcending Time* – e in alcuni casi sono state battute all'asta, come accaduto per il lavoro *St. George Killing the Dragon*, venduto per 16.000 dollari (Hakopian, 2024). La traiettoria di AICAN mostra l'ingresso di opere prodotte mediante sistemi generativi in circuiti espositivi e commerciali dell'arte contemporanea, alimentando il dibattito sull'autorialità e sul ruolo dell'IA nella creazione artistica.

1.2. Il processo creativo nell'era algoritmica

Per quanto l'impiego di sistemi algoritmici nei processi artistici e creativi non sia una novità assoluta, la sua crescente diffusione lo rende oggi un fenomeno particolarmente complesso e sfaccettato. Comprendere a fondo tale relazione richiede, da un lato, di superare visioni dicotomiche tra umano e non umano (Zylinska, 2020), dall'altro, di interrogarsi sulla natura profonda della creatività, intesa come espressione di stati mentali, desideri, emozioni e processi cognitivi che sono alla base dell'agire artistico (Guo et al., 2023). Come osserva du Sautoy (2019), l'invenzione creativa rappresenta per molti l'ultima frontiera dell'unicità umana, un codice irriducibile all'elaborazione algoritmica, legato a fattori troppo sfuggenti per essere tradotti in istruzioni informatiche. Eppure, proprio la centralità attribuita alla creatività nelle società contemporanee ha stimolato un vivace dibattito interdisciplinare volto a chiarirne natura, forme e condizioni di esistenza. Tra i contributi più autorevoli spicca quello di Boden (2004), filosofa e scienziata cognitiva, che distingue tre forme di creatività: *esplorativa*, che si verifica quando si indagano e ampliano i confini di uno spazio concettuale preesistente, pur restando all'interno delle sue regole; *combinatoria*,

che emerge dalla contaminazione tra ambiti diversi, generando nuove sintesi; e *trasformazionale*, che sovverte le regole stesse di un dominio, mettendo in discussione presupposti dati.

Da questa prospettiva, la creatività non può essere considerata come un evento improvviso o "magico", bensì come l'esito di una serie di processi cognitivi, psicologici, neurobiologici e socio-culturali interagenti (du Sautoy, 2019). In linea con questa visione, Zylinska (2020) invita a superare l'idea di arte come manifestazione di un genio quasi divino, per abbracciare un concetto relazionale e situato, in cui l'arte "emerge sempre nel e con il mondo", in dialogo con i dispositivi tecnici e le strutture che contribuiscono a modellare la realtà sociale[2].

Muovendosi su questo terreno teorico, Guo e colleghi (2023) riprendono la gerarchia dei sistemi creativi di Colton (2009) e propongono una classificazione a cinque livelli per comprendere il grado di autonomia e interazione dei sistemi artistici legati all'IA. Alla base della piramide si trovano i *sistemi generativi*, che producono output a partire da input prestabiliti. Seguono i *sistemi valutativi*, capaci di giudicare la qualità estetica degli output attraverso parametri come la novità o la sorpresa. Al terzo livello si collocano i *sistemi artistici*, che stabiliscono autonomamente i propri criteri estetici, selezionando e organizzando i risultati prodotti. I livelli superiori comprendono i *sistemi simbiotici* e i *sistemi autentici.* I primi sono in grado di dialogare con gli esseri umani, apprendere dal contesto e influenzare la ricezione estetica delle opere attraverso interazioni esplicative o risultati inattesi. I secondi, ancora ipotetici, sarebbero in grado di ricordare le proprie esperienze creative e memorizzare le reazioni umane, elaborando un archivio di feedback che alimenta le future produzioni artistiche. Secondo gli autori, la distinzione fondamentale tra i primi tre livelli e i due successivi risiede nel passaggio da una *modalità passiva e imitativa* a una *interattiva e co-creativa.* Nei primi casi, il sistema si limita a riprodurre stili e forme appresi; nei secondi, entra in una relazione dinamica con l'umano, aprendosi a scenari di collaborazione creativa (Guo et al., 2023).

---

[2] A questo proposito, du Sautoy (2019) sottolinea come vi sia ancora oggi la pessima abitudine a perpetuare una "visione romantica" del genio creativo. L'artista solitario che lavora in isolamento è un mito, in quanto nella maggior parte dei casi l'intelligenza creativa emerge da una crescita continua e dall'incontro con gli individui e la realtà circostante.

Questo cambio di paradigma è ben rappresentato dal concetto di *processo cyber-creativo*, proposto da Giovanni Corazza (2025), che descrive una nuova configurazione della creatività come pratica condivisa tra essere umano e intelligenza artificiale. In questa prospettiva, la macchina smette di essere un semplice esecutore e assume un ruolo flessibile di co-creatore, il cui grado di coinvolgimento varia in funzione delle scelte dell'artista e della configurazione del sistema. A seconda dei contesti, l'agente artificiale può agire come assistente tecnico, limitandosi a svolgere compiti di supporto in risposta a istruzioni umane; come fonte di ispirazione, in grado di fornire stimoli inediti e spiazzanti; come "challenger" creativo, che sollecita nuove ipotesi o mette alla prova intuizioni artistiche; come collaboratore paritario, che partecipa attivamente all'elaborazione dell'opera; o ancora come controllore di qualità, che contribuisce a valutare coerenza ed efficacia degli output. In prospettiva futura, l'IA potrebbe persino assumere la funzione di manager del processo creativo, coordinando fasi, compiti e direzioni operative (Moruzzi e Margarido, 2024). L'obiettivo non è sostituire l'artista, ma potenziarne la capacità inventiva, promuovendo un'alleanza tra intuizione ed elaborazione computazionale, tra immaginazione e precisione. Il processo cyber-creativo si configura, quindi, come uno spazio ibrido, in cui l'interazione tra umano e macchina dà origine a nuove possibilità espressive, valorizzando sia la dimensione relazionale del fare artistico sia quella critica e riflessiva che accompagna ogni gesto autenticamente creativo (Corazza, 2025).

Questa visione si fonda su una concezione dinamica della creatività, che si distanzia da definizioni statiche centrate sull'output finale, per privilegiare l'intero processo creativo. Un processo che comprende non solo le realizzazioni concluse, ma anche tentativi, percorsi non conclusi e idee inizialmente scartate, il cui valore può essere riconosciuto in momenti successivi (Corazza et al., 2022).

Perché questo nuovo approccio possa realizzarsi pienamente, è necessario adottare un cambio di paradigma che riconosca la macchina non come entità autonoma, ma come partner creativo capace di interagire, apprendere e contribuire al processo. Si delinea così un orizzonte in cui la sinergia tra umano e algoritmico apre a modalità inedite di pensare e fare arte, potenziando l'immaginazione e l'invenzione come atti radicalmente condivisi.

1.3. Questioni politiche, etiche e sociali della relazione tra arte e tecnologia

Nel panorama contemporaneo, definire il campo dell'arte computazionale è un compito complesso, che non si esaurisce nei soli aspetti tecnici legati all'adozione di metodi, strumenti e gradi di controllo algoritmico (Manovich, 2021), ma chiama in causa interrogativi più ampi: cosa intendiamo oggi per "arte"? Quali sono le sue finalità? Quali trasformazioni investono la figura dell'artista, il sistema dell'arte e i pubblici a cui si rivolge (Chatterjee, 2022)? In un contesto culturale dove l'IA non è solo uno strumento, ma un agente attivo nel modellare gusti, regolare mercati e definire l'estetica dominante (Bonini e Treré, 2024), le opere artistiche possono essere non solo meccanicamente riprodotte, ma anche algoritmicamente prodotte (Zylinska, 2020). Ciò evidenzia la necessità di un'indagine sulle condizioni materiali e sociali in cui l'arte viene creata, riconosciuta, esposta, e sulle modalità con cui può, a sua volta, contribuire a demistificare le tecnologie intelligenti, spostando l'attenzione oltre la dimensione estetica e la fascinazione per la novità tecnologica. A partire da questa consapevolezza, diventa urgente interrogarsi anche sugli impatti sociali, politici ed etici dell'IA in ambito artistico (Guo et al., 2023). Tra i temi più rilevanti vi è quello dell'autorialità: chi è l'autore di un'opera generata da un algoritmo? Quali diritti e responsabilità ne derivano? Il dibattito filosofico sottolinea da tempo che l'attribuzione dell'autorialità è fondamentale non solo per riconoscere e valutare l'intenzionalità espressiva, ma anche per definire la responsabilità morale e legale legata ai contenuti prodotti (Chatterjee, 2022; Guo et al., 2023).

A tal proposito, Guo e colleghi (2023) sottolineano che l'enfasi sulla necessità di un'intenzione artistica per l'autorialità rappresenti una posizione consolidata nella letteratura filosofica per due motivi principali. In primo luogo, è necessaria per attribuire responsabilità: è infatti l'autore a poter essere elogiato o criticato, premiato o punito per il contenuto e la qualità del suo lavoro. In secondo luogo, l'informazione sull'autore è rilevante per l'apprezzamento artistico e quindi per individuare i significati intenzionalmente espressi dal creatore dell'opera.

In aggiunta a ciò, un'ulteriore questione altrettanto importante riguarda l'equità e l'inclusività algoritmica, in quanto tali tecnologie possono perpetuare, rafforzare e amplificare stereotipi e pregiudizi, inclusi i bias di genere ed etnici, omettendo oppure rappresentando in

modo insufficiente gruppi minoritari o tradizionalmente marginalizzati (Hakopian, 2024). Di conseguenza, tali bias si rivelano strumentali nel consolidare rappresentazioni sociali false o fuorvianti (Noble, 2018), nell'acuire i processi di invisibilizzazione delle culture non dominanti (D'Ignazio e Klein, 2020) o nel compromettere la diversità delle esperienze estetiche (Manovich, 2022), per cui appare ragionevole considerarli indesiderabili e cercare soluzioni per mitigarli (Guo et al., 2023).

Infine, qualsiasi riflessione sul rapporto tra arte e IA non può esimersi dal prendere in considerazione le ricadute "politiche" insite nell'utilizzo di tale tecnologia, in quanto l'ascesa delle piattaforme digitali sta trasformando il ruolo dei prodotti artistici e creativi, rendendo la cultura una "merce" sempre più dipendente dalle piattaforme (Bonini e Treré, 2024). Nieborg e Poell (2018) hanno definito questo processo "piattaformizzazione della produzione culturale", descrivendolo come la penetrazione delle logiche economiche, infrastrutturali e governative delle piattaforme digitali nei settori culturali e creativi, nonché nell'organizzazione delle pratiche culturali legate al lavoro, alla creatività e alla democrazia. In assenza di condizioni di accesso e utilizzo eque, tali sistemi potrebbero aggravare le disuguaglianze, incluse le disparità di accesso alla cultura, generando un potenziamento selettivo ed esclusivo (Guo et al., 2023). Tuttavia, il potere esercitato dagli algoritmi non è né monolitico né stabile nel tempo (Nieborg et al., 2021). Si presenta pertanto come ambivalente, in quanto pur condizionando le fasi di creazione, distribuzione, monetizzazione e marketing dell'arte e della cultura, fornisce allo stesso tempo spazi per la negoziazione e la contestazione, in cui l'arte può emergere e agire come pratica dissacrante del techno-hype oggi dilagante (Bonini e Treré, 2024).

Alla luce di uno scenario così caratterizzato, l'intento del presente lavoro non è circoscrivere i confini di un nuovo ambito artistico, solitamente designato con l'epiteto di "AI Art" (Manovich, 2019, 2021), quanto piuttosto quello di approfondire la relazione tra due concetti – arte e IA – che chiamano in causa questioni complesse e affrontano trasformazioni future difficili da prevedere (Zylinska, 2020). Per questo motivo, si è scelto di adottare un approccio relazionale alla produzione e al riconoscimento dell'arte in un contesto storico e sociale specifico, che genera le condizioni per l'emergere di determinate forme d'arte, partecipando alla costruzione di ciò che un determinato momento culturale percepisce come "autore" o "artista" (Foucault, 1992).

Tale approfondimento si colloca all'interno di un più ampio progetto di ricerca – PRIN PNRR IMAGES (*Inclusive Machine learning system using Art and culture for tackling Gender and Ethnicity Stereotypes*) – promosso da Sapienza Università di Roma e dall'Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione del CNR, che si prefigge il duplice obiettivo di indagare l'inclusività e l'accessibilità dei sistemi di ML/IA addestrati su dataset artistici o impiegati per analizzarli e di usare le opere d'arte in percorsi formativi volti a promuovere l'inclusione e la consapevolezza delle diseguaglianze.

Offrendo un'istantanea delle pratiche di alcuni artisti attivi in Italia che integrano le tecnologie algoritmiche nelle proprie prassi creative, lo studio ha l'ambizione di esplorare le interazioni tecno-sociali abilitate attraverso l'arte e il modo in cui queste non solo generano una pratica, ma danno vita a un nuovo discorso politico sulle implicazioni etiche, sociali e culturali dell'uso dell'IA in campo artistico (Caramiaux e Fdili Alaoui, 2022), per tentare di dissipare la "cortina di fumo" che avvolge l'attuale fascinazione algoritmica, con le sue "visioni macchiniche" e i suoi "sogni distorti" (Zylinska, 2020).

2. IA e pratiche artistiche in Italia: l'impianto della ricerca

Sulla base di tali premesse, il presente contributo si inserisce nel dibattito corrente sull'influenza reciproca tra cultura e sistemi algoritmici, alla luce di un crescente utilizzo di queste tecnologie nei processi creativi. Il contesto indagato è quello nazionale, piuttosto inesplorato nel momento in cui si scrive, in relazione a opportunità, condizionamenti, potenzialità e limiti, opacità e inclusività dei sistemi algoritmici nella creazione di opere d'arte.

In questa direzione, attraverso 35 interviste in profondità, sono stati esplorati i punti di vista, le esperienze e le pratiche di artisti italiani (compresi due collettivi e un duo) che integrano l'IA nelle loro prassi creative, quali: Domenico Barra, Antonio Barbieri, Elena Bellantoni, Roberto Beragnoli, Marco Cadioli, Mara "Oscar" Cassiani, Davide Maria Coltro, Andrea Crespi, Giuliana Cuneaz, Francesco D'Abbraccio, Iginio De Luca, Francesco D'Isa, Federica Di Pietrantonio, Roberto Fassone, Irene Fenara, IOCOSE, Kamilia Kard, Fabrizio Intonti, Manuel Macadamia, Vincenzo Marsiglia, Mauro Martino, Nuvola Project, Elisa Giardina Papa, Chiara Passa, Leonardo Petrucci, Oriana Persico, Mariagrazia Pontorno, Luca Pozzi, Filippo Rinio-

lo, Martin Romeo, Franz Rosati, Caterina Silva, Lino Strangis, Svccy e Ultravioletto.

Gli intervistati sono stati selezionati sulla base di due criteri – l'utilizzo di sistemi algoritmici nella produzione artistica e la nazionalità italiana – e sono stati individuati a partire da un'esplorazione online e un confronto con storici dell'arte coinvolti nel progetto IMAGES.

L'intervista semi-strutturata in profondità è stata scelta come tecnica di raccolta dati perché coerente con gli obiettivi esplorativi del lavoro, oltre che utile per fornire una comprensione approfondita di atteggiamenti e comportamenti, attraverso le parole di testimoni privilegiati (Corbetta, 1999). Le interviste, che hanno avuto una durata compresa tra 42 e 140 minuti, sono state condotte da remoto (su Google Meet e Zoom) o in presenza, sono state registrate, trascritte e analizzate.

La traccia è stata costruita – ispirandosi in parte a un lavoro di Caramiaux e Fdili Alaoui (2022) – intorno a cinque nuclei tematici, oltre a una prima parte introduttiva caratterizzata da domande ampie, che hanno permesso agli artisti di fornire una panoramica del loro lavoro, ricorrendo ad esempi concreti. In particolare, sono stati approfonditi i seguenti aspetti:

- *Percezione e uso dell'IA in campo artistico*: sono stati indagati la nozione di IA, le ragioni che hanno portato gli artisti a integrare questa tecnologia nelle routine produttive e le modalità attraverso cui essa diventa parte del processo artistico, entrando nel dettaglio del workflow, dei sistemi e dataset utilizzati e dei risultati ottenuti.
- *Punti di forza e di debolezza dell'uso dell'IA in campo artistico*: sono state indagate le opportunità e le criticità connesse all'uso dell'IA, per poi focalizzarsi sull'estetica e sulla creatività artistica, chiedendo se e in che misura l'utilizzo di queste tecnologie influenzi l'estetica e se il fatto di essere vincolati a sistemi creati da altri limiti le possibilità di espressione artistica.
- *Impatto sul concetto di arte e sul futuro della professione artistica:* è stata esplorata la percezione circa la possibilità che l'utilizzo dell'IA modifichi il panorama artistico contemporaneo, il concetto stesso di opera d'arte e il ruolo dell'artista, per poi approfondire se e in che modo, dal punto di vista degli intervistati, i prodotti artistici creati con l'IA stiano contribuendo a creare anche nuove rappresentazioni sociali.
- *Implicazioni politiche e sociali connesse all'uso dell'IA in campo artistico:* partendo dalla percezione circa la neutralità o, al contrario, opacità

dei sistemi algoritmici, è stato esplorato il punto di vista degli intervistati sull'inclusività etnica e di genere di tali tecnologie e se e in che modo tali questioni si riflettano nel loro lavoro artistico.
- *Scenari futuri:* per concludere, è stata chiesta una previsione sull'evoluzione, nel prossimo futuro, del processo creativo e artistico alla luce della crescente interazione tra esseri umani e sistemi algoritmici.

Gli esiti delle interviste sono emersi da un'analisi tematica (Braun e Clarke, 2006) svolta da due diverse ricercatrici, che hanno classificato i dati con un approccio bottom-up, confrontando sia le dimensioni e il processo di codifica sia i percorsi interpretativi.

L'analisi tematica è parsa particolarmente utile per la lettura dei contenuti delle interviste in profondità, in quanto tecnica che consente di gestire grandi volumi di dati, rivelare significati profondi, e condurre un'analisi sia descrittiva sia interpretativa (Braun e Clarke, 2022).

3. Voci e visioni dalla scena artistica italiana

3.1. Approcci plurali all'uso delle tecnologie computazionali in campo artistico

Nonostante la varietà dei percorsi formativi – che spaziano dalle accademie artistiche alle facoltà di filosofia, fino all'informatica applicata – gli artisti e le artiste coinvolti nella ricerca condividono un terreno comune: una familiarità preesistente con le tecnologie digitali, che precede e accompagna l'interesse per l'intelligenza artificiale. In questo senso, l'IA non irrompe come una novità assoluta, ma si innesta su una sensibilità già orientata alla sperimentazione con strumenti computazionali, percepita come una continuità più che come una cesura.

L'adozione dell'IA, dunque, non rappresenta tanto una conversione improvvisa, quanto l'estensione di un interesse già presente verso il digitale come linguaggio, ambiente e oggetto di riflessione. Come afferma Marco Cadioli, molti artisti intendono la propria pratica come "una lettura dei fenomeni della rete e della contemporaneità", ponendo la tecnologia non al margine ma al centro del loro sguardo. Irene Fenara, in modo simile, racconta di aver sempre interrogato le tecnologie che impiega in relazione al significato che esse apportano all'opera:

> Nella mia ricerca mi è sempre interessato capire cosa una tecnologia potesse aggiungere come significato rispetto alle idee che stavo sviluppando. È come se ogni strumento che ho utilizzato avesse un significato specifico. Ho lavorato tanto con la Polaroid, con lo scanner, con gli algoritmi e la parte più grande della mia ricerca è basata sull'uso di videocamere di sorveglianza. Negli ultimi anni, ho anche fatto un progetto specifico utilizzando un algoritmo generativo.

Tuttavia, le modalità con cui i sistemi algoritmici vengono incorporati nelle routine creative divergono sensibilmente. La differenza non si gioca solo sul piano tecnico – ovvero sulla maggiore o minore padronanza dei linguaggi di programmazione – ma riflette anche approcci epistemologici differenti. Alcuni artisti si affidano a software generativi già esistenti (come Midjourney, DALL-E o ChatGPT), accogliendo l'output come uno stimolo da reinterpretare. È il caso di Andrea Crespi che per il suo progetto *Ex-Human* – una collezione di "ritratti di androidi e robot simili agli esseri umani, ispirati a sculture neoclassiche del passato" – si è avvalso del supporto dell'IA generativa Midjourney, che gli ha fornito "degli input, delle possibili soluzioni, ulteriormente reinterpretate attraverso altre tecniche digitali, con l'obiettivo di integrare una tecnologia innovativa non solo a livello concettuale ma anche di immaginario".

Altri artisti, invece, scelgono un coinvolgimento più profondo e consapevole nei processi computazionali, arrivando a costruire o personalizzare gli algoritmi utilizzati. Mariagrazia Pontorno, ad esempio, ha lavorato con un data scientist per sviluppare una rete neurale capace di "forzare" il misterioso codice Voynich, costruendo così un'interazione tra sapere scientifico e intuizione artistica nell'opera *Super Hu.Fo* Voynich*. Più radicale è l'approccio di Elisa Giardina Papa, che non si limita a utilizzare un sistema, ma decide di diventare parte del dispositivo stesso: per la realizzazione della video installazione *The Cleaning of Emotional Data*, volta a esplorare la relazione tra sistemi algoritmici ed emozioni, "invece di integrare l'IA nel proprio lavoro, è diventata [lei stessa] parte integrante dell'IA". A partire da una "ricerca sui database utilizzati per l'addestramento di algoritmi di visione artificiale", l'artista ha lavorato in prima persona "come *data cleaner* per alcune aziende di servizi 'human in the loop' al fine di capire in che modo gli algoritmi imparano a riconoscere le emozioni umane e quali sono le teorie che vengono usate per insegnare a questi sistemi a identificare le espressioni facciali".

Altri ancora, come Roberto Beragnoli e il duo Nuvola Project, si muovono in una direzione di ingegneria creativa, facendo ricorso a

linguaggi di programmazione (come Python) e utilizzando le API di sistemi già esistenti, per "sviluppare in maniera più precisa l'interazione con tali modelli e trovare un modo personale di integrarli nel proprio lavoro" (Nuvola Project).

Se dunque si riscontrano convergenze sull'adozione dell'IA come spazio operativo, le visioni sulla sua natura e sul suo statuto concettuale risultano più frammentate e ambivalenti. Per alcuni, l'intelligenza artificiale rappresenta un vero e proprio "cambio di paradigma, paragonabile all'avvento di Internet" (Marco Cadioli), una tecnologia che "trasforma profondamente il nostro modo di intendere e interpretare il mondo" (Davide Maria Coltro). Per altri, assume piuttosto i contorni di uno strumento epistemologico: Francesco D'Abbraccio la descrive come un "Nooscopio", una sorta di cannocchiale digitale attraverso cui esplorare lo spazio della conoscenza.

A fronte di queste interpretazioni espansive, emergono anche letture più critiche e decostruttive. Non manca infatti chi sottolinea che l'etichetta "IA" sia "una felice scelta di marketing" (Ultravioletto) per designare "un insieme di strumenti, sistemi e modelli che si basano sulla statistica avanzata" (Elisa Giardina Papa), problematizzando la semantica stessa del termine:

> La mia definizione è aperta e più che altro diventa una domanda: perché la chiamiamo intelligenza se di fatto è statistica? A che tipo di intelligenza ci riferiamo quando la chiamiamo intelligenza? (Elisa Giardina Papa)

Oriana Persico, dal canto suo, si interroga sulle implicazioni ontologiche della coppia concettuale "intelligenza-artificiale", chiedendosi:

> Qual è la contrapposizione dell'intelligenza artificiale, l'intelligenza naturale, biologica? Che cosa sta effettivamente circoscrivendo il termine intelligenza quando si accoppia la parola intelligenza a artificiale?

E Francesco D'Isa osserva:

> Direi che non è né intelligente né artificiale. Non è artificiale perché vive dei nostri dati e non è intelligente nella forma in cui non è una intelligenza analoga a quella umana.

Queste divergenze interpretative riflettono non solo differenti livelli di familiarità tecnica, ma soprattutto diversi orizzonti culturali e politici. Laddove alcuni vedono nell'IA uno strumento generativo e

potenzialmente emancipatorio, altri ne mettono in luce i limiti strutturali, le retoriche implicite e le tensioni che essa genera in termini di controllo, prevedibilità e immaginario. In tal senso, l'IA non si presenta come una tecnologia neutra o trasparente, ma come un campo di contesa simbolica e operativa, in cui si giocano anche le forme e i significati dell'autorialità contemporanea.

3.2. Potenzialità creative e tensioni critiche dell'IA

Il confronto con artisti di formazione e visione eterogenea restituisce un'immagine dell'IA come una tecnologia ormai pienamente integrata nella pratica creativa. Più che una cesura o una rottura, l'intelligenza artificiale è spesso interpretata come un'estensione degli strumenti espressivi già utilizzati, capace di ampliare il campo del possibile, offrire soluzioni operative e stimolare nuove prospettive estetiche. Al netto delle differenze, la maggior parte degli intervistati riconosce alle tecnologie algoritmiche un ruolo significativo nei processi di produzione e immaginazione artistica contemporanea.

Uno dei temi più condivisi riguarda la democratizzazione dell'accesso alla produzione creativa. Come sottolinea Mauro Martino:

> Le reti neurali hanno aperto un'area di democratizzazione molto forte, democratizzazione di tutto, democratizzazione di qualunque tipo di expertise [...] Se qualcuno è particolarmente interessato e bravo in un determinato ambito può esplodere la sua capacità di esprimersi perché non c'è soltanto accesso all'informazione, ma c'è accesso a una comunità di persone che parlano lo stesso linguaggio, creando quell'*engagement* emozionale necessario per essere creativi [...] Questo impatto democratizzante non influisce soltanto sull'arte ma su tutto.

Da una posizione simile, Francesco D'Isa osserva che le IA generative "danno accesso al figurativo a persone che non hanno capacità artigianali, poiché non richiedono una formazione specifica e sono più facili da usare rispetto ai software per addetti ai lavori".

Accanto a questa apertura, diversi artisti mettono in luce la capacità dell'IA di generare nuovi linguaggi visivi e stimolare percorsi di ricerca inediti. Roberto Fassone parla della possibilità "di aprire ulteriori porte", mentre Iginio De Luca definisce l'IA "una fonte di grande impulso, anche per quegli aspetti ancora da sondare". Mariagrazia Pontorno enfatizza l'inatteso: "le soluzioni *out of the box*, non assimilabili al

modo di pensare degli esseri umani, sono le più interessanti". Anche il duo Nuvola Project rimarca la capacità di questi strumenti di "non emulare i parametri artistici precedenti, ma di costruire una nuova grammatica visiva".

Un altro aspetto ricorrente riguarda il potenziale operativo dell'IA, che consente di ottimizzare tempi e risorse, riducendo il carico di operazioni tecniche ripetitive. Per Luca Pozzi, l'algoritmo permette di "liberare i creativi da problematiche e compiti che non sono più necessari", mentre Franz Rosati lo descrive come "un assistente", e Martin Romeo come "un collaboratore disponibile e sempre reperibile". In questa prospettiva, l'IA viene percepita non come antagonista, ma come alleata dei processi produttivi, capace di amplificarne l'efficacia.

Un ulteriore nodo di riflessione riguarda l'ibridazione tra arte e scienza. Oriana Persico parla dell'intelligenza artificiale come di "un collante tra creativi e ricercatori", capace di far convergere artisti, scienziati, tecnologi e pubblici in esperienze condivise. Secondo l'artista, questo tipo di collaborazione rappresenta "una grande opportunità", in quanto consente di "studiare insieme i dati e immaginare in maniera congiunta nuove modalità di interazione tra esseri umani e macchine". L'opera diventa così "esperienza-esperimento", uno spazio ibrido e relazionale in cui l'estetica si intreccia con l'indagine.

Tuttavia, all'entusiasmo per le potenzialità dell'IA si affianca una consapevolezza critica diffusa. Una delle principali preoccupazioni espresse riguarda il rischio di omologazione estetica: l'utilizzo massivo di software generativi tende, infatti, a produrre immagini ripetitive, aderenti a un'estetica dominante. Come messo in evidenza dagli intervistati, "se tutti spingono gli stessi tasti nella stessa maniera" (Ultravioletto) "ci ritroveremo con tantissime immagini simili, che non portano a nulla di nuovo, con la macchina che va ad addormentare invece che a svegliare la creatività" (Domenico Barra). Francesco D'Abbraccio parla di una "produzione artistica seriale, destinata a un consumo molto veloce", mentre per Iginio De Luca l'immaginario prodotto dall'IA è "freddo, tecnico, descrittivo, oleografico".

Collegata a questa deriva è anche la questione della perdita di controllo sul risultato finale, evidenziata da artisti come Roberto Beragnoli, Francesco D'Abbraccio e Franz Rosati:

> È come se gli addestramenti che vengono fatti per rendere questi strumenti usabili precludessero connessioni nuove. Rendendoli più uti-

> lizzabili, più addestrati, più specifici, più capaci di dare solo risposte corrette, si rendono inaccessibili delle strade che invece sarebbe fondamentale lasciare aperte (Roberto Beragnoli)

> Contemporaneamente all'uscita di questi strumenti che abbassano la complessità con cui possiamo avere accesso a tali tecnologie, vengono prese una serie di decisioni circa quale uso favorire e prevedere dentro le piattaforme. Midjourney e ChatGPT sono classici esempi di comportamenti che sono esattamente previsti dall'A alla Z da chi li sviluppa ed entro i quali bisogna muoversi (Francesco D'Abbraccio)

> Nel momento in cui vedo che utilizzando un determinato algoritmo, produco l'ennesimo output simile a quello che hanno prodotto altre 200 persone, per me si crea un problema, non tanto per l'output, ma quanto perché non sono stato io a decidere quel risultato e ho potuto fare ben poco per personalizzarlo (Franz Rosati)

Le criticità sollevate toccano anche il piano professionale. Il collettivo IOCOSE avanza l'ipotesi che "alcune professioni possano essere svalutate e relegate a una fase successiva di testing", mentre Francesco D'Isa evidenzia come chi basa il proprio lavoro su competenze tecniche senza uno stile autoriale definito rischi di essere penalizzato. Inoltre, l'accesso di massa a questa tecnologia potrebbe comportare, secondo alcuni artisti, "un inquinamento della produzione creativa che potrebbe rendere estremamente difficile distinguere [le opere] che hanno dietro un pensiero rispetto a una massa di contenuti simili tra loro" (Nuvola Project), permettendo a chiunque di improvvisarsi artista. Per questo motivo, Giuliana Cuneaz sottolinea l'urgenza di "esperti, critici e curatori che siano in grado di discernere ciò che ha valore e sostanza" da "un mero esercizio di rappresentazione visiva che non ha niente a che vedere con l'arte" (Davide Maria Coltro).

Infine, una parte significativa della riflessione si concentra sull'estetica implicitamente normata delle IA generative, che sembrano incapaci di produrre immagini che sfuggano ai canoni visivi egemoni. Domenico Barra sottolinea come queste tecnologie "tendano a correggere l'imperfezione", mentre Marco Cadioli le descrive come funzionali "alle esigenze delle agenzie pubblicitarie". Eppure, nonostante questi limiti, la maggioranza degli artisti non vede nell'IA una minaccia per l'arte in quanto tale: "il concetto di arte ha i suoi migliaia di anni di storia e non verrà certo ridefinito a partire da un mezzo", ricorda ancora Marco Cadioli.

Nelle posizioni qui richiamate, l'intelligenza artificiale è considerata un mezzo potente ma non autosufficiente, incapace di sostituire il pensiero critico, il gesto autoriale, la capacità di attribuire senso all'opera. Come afferma Irene Fenara, "il ruolo dell'artista non è tanto nella produzione dell'opera, ma nel dare un significato e fare delle scelte all'interno di questo campo". Marco Cadioli parla esplicitamente del fatto che l'artista continui a tenere "le redini del gioco", mentre per Davide Maria Coltro "queste tecnologie, anche se rivoluzionarie, facilitano solo alcune fasi di sviluppo dei progetti, a patto che alla base ci sia un'idea, un concetto". A chiudere, le parole nette di Filippo Riniolo:

> Un artista deve avere un taglio critico, una postura, delle idee e delle cose da dire. E quelle cose da dire non te le dice l'IA, che può essere un mezzo ma non si può sostituire al pensiero che un artista vuole esprimere.

3.3. L'arte come spazio di decostruzione e immaginazione critica

Allargando il campo di osservazione ai meccanismi di funzionamento che regolano i sistemi algoritmici, gli intervistati mostrano una diffusa consapevolezza di essere in presenza di "modelli che riflettono la struttura della società in cui vengono sviluppati" (Oriana Persico). È opinione condivisa, infatti, che tali tecnologie si basino su "precise ideologie e regole che vengono da un preciso luogo geografico" (Elisa Giardina Papa), che le rende "strumenti estrattivi al servizio di una società che ha fatto dell'estrazione un paradigma in termini sia di risorse materiali sia di risorse cognitive, seguendo le logiche del sistema economico e politico che li ha prodotti" (Francesco D'Abbraccio).

In questa direzione, l'IA emerge come una tecnologia tutt'altro che neutrale, che chiama in causa diversi fattori interconnessi e problemi legati "a chi si sta interfacciando con essa, sia nel costruirla, che nell'informarla o interrogarla" (Nuvola Project). A livello di sviluppo, riflette sia la visione del mondo dei programmatori sia delle aziende proprietarie che non condividono il loro funzionamento in modo trasparente. A livello di dati utilizzati per l'addestramento di tali sistemi, che "cambiano se sono fatti in America oppure in Russia o in Cina, dando vita a diverse visioni politiche" (Antonio Barbieri), in quanto "i dati sono caratterizzati culturalmente" (Francesco D'Isa). E anche a livello di utenti, che attraverso le loro pratiche d'uso contribuiscono non solo

a fornire materiale per l'allenamento dei sistemi algoritmici ma anche a "creare contesti non inclusivi seppure in maniera inconsapevole" (Mariagrazia Pontorno).

In altre parole, "se è vero che i dati sono l'oro del terzo millennio, è altrettanto vero che gli algoritmi sono opachi e insidiosi per natura poiché servono per trarre profitto, sono addestrati a nostra immagine e somiglianza, nel bene e nel male" (Chiara Passa) e "restituiscono una fotografia del reale e dei rapporti di forza presenti all'interno della società" (Filippo Riniolo). La vera sfida, dunque, "è trovare il modo di far diventare l'IA un vantaggio per tanti: non abbiamo solo bisogno di una tecnologia innovativa che va a rivoluzionare alcune operazioni, dobbiamo anche agevolare un'innovazione culturale, andare ad agire sulla mentalità delle persone" (Domenico Barra).

Anche in conseguenza della diffusa consapevolezza dell'opacità intrinseca di queste tecnologie emerge una preoccupazione per le esclusioni e le rappresentazioni distorte di gruppi sociali tradizionalmente discriminati insite in sistemi che incorporano e riproducono bias e pregiudizi (Crawford, 2021; Noble, 2018; O'Neil, 2016) difficili da contrastare, soprattutto se "non si conoscono i loro meccanismi di funzionamento" (Ultravioletto) e se non si ha la possibilità di intervenire nel processo di progettazione e sviluppo. Tuttavia, con particolare riferimento ai bias di genere ed etnici presenti negli algoritmi, solo un ristretto gruppo di artisti affronta la tematica in maniera diretta attraverso le proprie opere.

È questo il caso di Mara "Oscar" Cassiani con il progetto *AI Love, Ghosts and Uncanny Valleys <3. I Broke up with my Ai and will never download them again*. L'opera presenta una visione distopica in cui le IA sono pubblicizzate come "compagne ideali dai corpi perfetti" tramite video, monitor e gadget, sebbene alla fine diventino esse stesse "vittime di ghosting e relazioni tossiche" da parte degli utenti, ribaltando il paradigma della Uncanny Valley secondo cui più l'IA assume sembianze umane, più il suo interlocutore è sconvolto:

> Questi programmi - che sostituiscono le relazioni umane - diventano delle relazioni usa e getta, ritornando nel loop della oggettificazione femminile, della violenza di genere, perché vengono anche violentati in tutti i modi, fino alla loro scomparsa e cancellazione. E nel momento in cui vengono violentati, hanno un livello di sopportazione che un essere umano non avrebbe, portando a delle conseguenze molto gravi, nel senso che essendo dei superumani di estrema bontà, alla fine non sono neanche i referenti ideali per queste relazioni.

Domenico Barra, invece, focalizza il suo lavoro sull'imperfezione "dei sistemi computazionali, ma anche e soprattutto su quello che riguarda il corpo e la mente umana", con l'obiettivo di capire come "le IA stanno influenzando un nuovo senso della bellezza, ma anche creando un nuovo senso del brutto e l'impatto che stanno avendo sulla percezione che abbiamo di noi stessi e della nostra immagine". In particolare, con il progetto site-specific *DISØRDINARY BƏAUTY* l'artista sta esplorando

> il nuovo senso della bellezza e la sua narrazione e rappresentazione sui social media per creare dei cortocircuiti. Le IA stanno creando dei modelli tossici di bellezza sintetica sovrumana, cancellando e rinnegando la realtà. Con le IA genero volti e corpi deformi, sfigurati, sofferenti, a cui associo un testo dove si parla di inclusione e diversità con un approccio critico, e li inserisco tatticamente in un flusso di contenuti su Instagram dove sono inaspettati grazie all'uso di hashtag che invece hanno a che fare con la bellezza, così da creare disagio in chi li fruisce.

Un'altra artista che sviluppa la propria ricerca intorno alle questioni di genere connesse agli ambienti digitali è Kamilia Kard, che in tutti i suoi lavori "analizza il punto di vista femminile e la rappresentazione della donna". Tra questi, appare significativo *Loading Instructions (Mansplaining)*, un mini-videogame

> con una sola missione da compiere, in cui una guerriera armata di spada e scudo cerca di sconfiggere un uomo completamente disarmato e in mutande. E nonostante la donna sferzi dei colpi mortali, abbia un equipaggiamento superiore e tutte le abilità del caso, non riesce a scalfire l'uomo, che invece con due pugni la mette subito a terra. L'installazione consiste in una cameretta pensata per una adolescente, tutta rosa, in cui c'è una scrivania con due monitor. Nel primo si vede il videogame, mentre nel secondo c'è un video, che ha lo stesso titolo, in cui vengono date in maniera ironica, a metà strada tra la denuncia e l'ironia, le istruzioni a una donna per compiacere il comportamento di un *mansplainer*. Questo è sicuramente un lavoro di denuncia, nonostante il tono ironico, pensato inizialmente per un pubblico molto giovane.

Diverso negli intenti è il lavoro *I AM AI* di Fabrizio Intonti, che evidenzia i bias dei sistemi di IA generativa e ne decostruisce le rappresentazioni, mettendo in luce come questi sistemi tendano a riproporre in modo acritico "il senso comune senza scardinare le convinzioni di

chi li usa". A partire da "una descrizione di modelli sociali positivi e negativi" – ottenuta tramite ChatGPT – l'artista ha creato grazie all'ausilio di un programma "text-to-image" quale Midjourney una serie di dittici, che rappresentano

> una provocazione per vedere con che tipo di realtà ci stiamo rapportando, un tentativo di capire che cosa appare problematico in tali strumenti. E il dato che mi ha molto colpito è che tutti gli esempi positivi (come "la madre amorevole") sono descritti con un continuo riferimento all'armonia, la pulizia e l'ordine, mentre "l'uomo disonesto" è trasandato, sporco, brutto e cattivo. L'IA ha introiettato quello che è lo standard e questa è la cosa che mi colpisce. Lo standard che poi sfocia nel pregiudizio, perché che l'uomo disonesto debba essere per forza sporco e trascurato è semplicemente sbagliato. Evidentemente la formazione, cioè il database, i miliardi di contenuti che offrono questo tipo di competenza ai *Large Language Models* (LLMs), sono tratti dal web e quindi alla fine da noi stessi. Per questo il progetto si chiama "I AM AI" perché effettivamente ognuno di noi associa lo sporco e il brutto al negativo.

Una prospettiva altrettanto interessante è quella adottata da Oriana Persico, che in alcuni lavori realizzati con Salvatore Iaconesi ha esplorato "una nuova idea di famiglia: allargata, queer, di vicinato". Così, "il bambino digitale *Angel_F* e suo fratello minore *IAQOS*" raccontano la storia della co-evoluzione tra agenti umani e non umani e del processo di accettazione all'interno della loro comunità di riferimento, scoprendo "nell'IA uno specchio, nel senso che quando studi questi sistemi stai studiando anche come muta l'essere umano e come può posizionarsi e riposizionarsi all'interno della società". Per esempio,

> IAQOS è un'IA di quartiere che impara a parlare dalle persone di Torpignattara. Una volta dei bambini ci hanno chiesto: "che succede se IAQOS diventa razzista?". E noi gli abbiamo detto che visto che lui impara da loro, se IAQOS diventa razzista vuol dire che qualcuno gli ha raccontato delle cose razziste. Quindi potevano andare dai loro genitori, o dai loro amici e fratelli, per capire insieme l'origine del razzismo di IAQOS. Ciò per mettere in luce che quando si rende osservabile il grafo di conoscenza di un sistema computazionale, e le persone hanno realmente interagito con esso, questo diventa uno specchio per osservare le nostre identità e relazioni.

Sulla stessa scia, nella consapevolezza che "tali strumenti riflettono gli stereotipi della società in cui vengono sviluppati", l'unico artista che

si è focalizzato in modo specifico sui bias etnici è Mauro Martino. Il suo progetto "AI Portrait" permetteva, infatti, di creare un'opera d'arte visuale partendo dall'upload di una foto del proprio volto, rielaborata da un sistema di IA allenato su una collezione estesa di dipinti. L'obiettivo del progetto, che ha riscosso grande successo a livello internazionale, era

> raccontare l'incapacità di un modello che ha visto soltanto dipinti rinascimentali, dove probabilmente ci sono un centinaio di persone non occidentali, di rappresentare gli individui senza alterarne gli elementi estetici. Quindi non necessariamente diventavano tutti bianchi però venivano modificati e resi più europei tutti gli elementi caratterizzanti di una comunità, come il colore della pelle, gli occhi, il naso o le labbra.

Quali "osservatori dei fenomeni sociali", questi artisti – insieme ad altri che adottano una visione critica nei confronti delle logiche alla base delle tecnologie computazionali – si fanno interpreti del proprio tempo, creano contronarrazioni e aprono a nuove rappresentazioni che sottolineano i limiti e le contraddizioni intrinseche degli strumenti che utilizzano. Così, oltre alle questioni di genere ed etniche, gli intervistati che "si interrogano sulla dimensione più strettamente politica delle IA, e su come questa influenzi l'esperienza del mondo in cui viviamo" (Francesco D'Abbraccio) affrontano un ampio repertorio di temi e argomenti controversi.

Ad esempio, artisti quali Marco Cadioli ed Elisa Giardina Papa focalizzano una parte del loro lavoro sul rapporto tra visione artificiale ed emozioni, mostrando la semplicità e pervasività di tecnologie algoritmiche come il riconoscimento facciale, in grado di "catturare anche le emozioni umane, fino a determinare una misura della felicità, con tutte le implicazioni che questo può comportare" (Marco Cadioli). In questo modo, si mette in luce non solo la crescente diffusione di modalità di visione da macchina a macchina sempre più autonome ma anche il fatto che "ci sono alcuni campi della sfera sociale e umana in cui questi sistemi non dovrebbero essere utilizzati, o comunque dovrebbe essere chiaro che sono un'approssimazione statistica della realtà" (Elisa Giardina Papa).

Federica Di Pietrantonio con l'installazione *the edge of collapse* invita a riflettere su come i rapidi cambiamenti dello sviluppo tecnologico modifichino l'esperienza diretta degli utenti che vivono e sopravvivono online. L'artista presta, infatti, particolare attenzione alle "comunità virtuali che decidono di non sottostare a questo gioco e di creare degli spazi digitali non governati da logiche algoritmiche di alcun tipo".

Filippo Riniolo, invece, con l'opera *Selezioni* – attraverso la riproposizione della gestualità tipica delle piattaforme social – riflette sulla qualità delle relazioni emotive mediate dalla tecnologia, che mettono al centro i dati al posto degli individui "con possibili effetti disumanizzanti".

Sulla stessa scia, Manuel Macadamia con il progetto *Sunset AI World* esplora il legame tra IA, storytelling e innovazione tecnologica, per "sensibilizzare il pubblico sugli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030 dell'ONU", ponendo al centro della narrazione "il tema della libertà e del potere che questi strumenti hanno".

Il duo artistico Nuvola Project con l'opera *Brainstorming* crea un confronto tra due IA diverse sui temi della sostenibilità, con l'intento di sottolineare – attraverso una "provocazione" – come la risoluzione di questioni complesse e articolate non possa essere demandata a strumenti e modelli computazionali seppur tecnologicamente avanzati.

Infine, il collettivo IOCOSE – nell'ambito delle proprie riflessioni attorno all'idea di innovazione e al ruolo della tecnologia nel dare forma al mondo presente e futuro – per il progetto *AI-Ludd* ha allenato una IA con testi sul luddismo. Attraverso l'interazione con un "chatbot che diffonde strategie per sabotare le tecnologie di automazione volte a ridurre il costo della forza lavoro o soppiantarla del tutto", l'intento è capire "cosa potrebbe succedere quando i testi prodotti da *AI-Ludd* entreranno in circolazione e finiranno nei database di altri sistemi di chat automatizzati".

Nel complesso, sebbene restituiscano una visione parziale e non esaustiva della ricca e variegata costellazione di esperienze e approcci emersi dal racconto degli artisti, gli esempi citati sono rappresentativi di quello che, secondo gli intervistati, è uno degli scopi, se non lo scopo principale, dell'arte: affrontare le tematiche della contemporaneità, del digitale, dell'impatto della tecnologia sulla società, attraverso "una lente che consente uno sguardo su questi fenomeni laterale e con una coscienza diversa, libera da costrizioni, capace di mettere in luce anche i potenziali rischi" (Marco Cadioli).

4. Riflessioni conclusive: il ruolo dell'arte nell'ecosistema algoritmico

In un presente caratterizzato dalla crescente pervasività dei sistemi computazionali, l'interazione tra arte e intelligenza artificiale si rivela uno spazio strategico per interrogare le trasformazioni della creatività,

della cultura visiva e anche delle dinamiche socio-tecniche. L'analisi condotta sulle pratiche artistiche che si confrontano con l'IA restituisce un quadro sfaccettato, che si inserisce pienamente nell'attuale dibattito sull'evoluzione della creatività nell'era algoritmica (Chatterjee, 2022), sulle ricadute di tali tecnologie sul futuro dell'arte e della professione artistica (Caramiaux e Fdili Alaoui, 2022; Cetinic e She, 2022; Chatterjee, 2022), così come sulle criticità emergenti in relazione a bias sistemici, asimmetrie di potere e nuove forme di esclusione (Hakopian, 2024; Bonini e Treré, 2024).

Diffondendosi in un ambito considerato tradizionalmente umano (Hertzmann, 2018), quale quello dell'arte e della creatività, l'IA apre sfide che si muovono su piani molteplici. Collocandosi all'interno di semiosfere culturali, circoli di esperienze e conoscenze socialmente e culturalmente situati, queste tecnologie vengono interpretate dagli artisti non solo come strumenti operativi, ma anche come dispositivi politici, portatori di ideologie, visioni del mondo e logiche di potere. In continuità con quanto accaduto storicamente con l'introduzione della fotografia o di altri strumenti tecnologici (D'Isa, 2024), l'IA è al tempo stesso occasione di sperimentazione e motivo di frizione, poiché da un lato amplia le possibilità creative e le forme di collaborazione tra arte e scienza, mentre dall'altro impone l'esigenza di riaffermare la propria autorialità e la centralità di quel "lavoro umano" necessario per giungere alla creazione, ma anche e soprattutto alla significazione, di un'opera d'arte (Caramiaux e Fdili Alaoui, 2022).

In tale contesto, affiancando gli artisti con funzioni che possono variare a seconda del livello di interazione desiderato (Corazza, 2025), l'IA si configura principalmente come un *assistente* che semplifica i compiti più ripetitivi e supporta l'attività dell'artista, un *collaboratore peer-to-peer*, che propone alternative possibili e, talvolta, anche come una *fonte di ispirazione* che potenzia le capacità creative degli artisti, contribuendo a creare nuove modalità espressive (Ibid.).

In uno scenario così caratterizzato, il ruolo dell'artista come unico soggetto in grado di attribuire significato all'opera assume una rilevanza ancora maggiore, come evidenziato dagli intervistati, soprattutto in considerazione della diffusione capillare di tecnologie avanzate, come le IA generative "text-to-image", che rischiano di determinare una sovrapproduzione di artefatti orientati verso un'estetica commerciale priva di originalità e tendenzialmente stereotipata (Manovich, 2020, 2023). Un'estetica che, pur nella sua apparente neutralità, contribuisce

a consolidare immaginari omologanti, escludenti e conformistici, modellando in modo pervasivo percezioni, aspettative e comportamenti (Bucher, 2017). Così, il rischio non riguarda solo la standardizzazione del gusto, ma anche la riproduzione acritica di gerarchie e stereotipi culturali, specialmente quando i dataset di addestramento non sono rappresentativi o criticamente selezionati (O'Neil, 2016; Crawford, 2021).

Ne deriva un doppio volto dell'IA: da un lato, risorsa in grado di esplorare nuove forme espressive, ampliando i confini dell'immaginazione umana; dall'altro, pericolo per la diversità culturale, l'apertura e l'inclusione, soprattutto se usata da utenti non esperti e non bilanciata da rappresentazioni creative alternative. D'altronde, emerge piuttosto chiaramente che gli artisti si servono degli strumenti che il loro tempo offre, ma anche che possono incidere su tali strumenti, a conferma del rapporto di *mutual shaping* tra società e sistemi tecnologici (van Dijck e Poell, 2013). Ed è proprio all'interno di queste dinamiche di influenza reciproca che l'arte può rinnovare il proprio ruolo pubblico, offrendo strumenti per immaginare alternative, decostruire narrazioni dominanti e generare nuove rappresentazioni (Mouffe, 2008).

Attraverso le loro opere, gli artisti hanno la possibilità di contestare e scuotere la logica neoliberista della *platform society* (van Dijck et al., 2018), sia invitando a riflettere sui modi in cui le immagini, i simboli e le idee si riverberano sulla definizione della realtà sia ideando attivamente diverse realtà possibili tramite strategie e azioni di desimbolizzazione e risimbolizzazione (Holmes, 2004). In linea con quanto messo in luce da molti intervistati, un intervento artistico non dovrebbe limitarsi a ornare, abbellire o intrattenere, ma dovrebbe anche essere in grado di intervenire nella sfera pubblica, nello spazio dell'azione sociale (Scardi, 2011), facendo leva sul capitale simbolico di cui l'artista è portatore e sulla sua capacità di ridefinire il significato di determinati gesti, di intensificarne il senso e di conferire loro valore (Bargna, 2011).

In questo orizzonte, alcuni artisti si dichiarano impegnati a evidenziare limiti e contraddizioni insite nella rappresentazione del mondo e nella produzione di conoscenza mediata da sistemi algoritmici (Hakopian, 2024), nei molteplici ruoli di mediatori della tecnologia, innovatori culturali, custodi dell'originalità e autenticità dell'arte e autori di contro-rappresentazioni e contronarrazioni anticonformiste. Come mostrano, ad esempio, i progetti di Mara "Oscar" Cassiani, Domenico Barra, Fabrizio Intonti o Oriana Persico, le pratiche artistiche diventano

strumenti di svelamento dei bias insiti nei sistemi di IA, ma anche occasioni per esplorare relazioni ibride tra umano e artificiale, per riflettere sull'identità, la corporeità e l'influenza delle tecnologie nella costruzione della soggettività. I progetti analizzati testimoniano come la pratica artistica riesca a dare visibilità a processi altrimenti opachi, a sovvertire gli immaginari dominanti, a riattivare domande sul corpo, sull'identità, sulle relazioni sociali. Opere come *AI Love, Ghosts and Uncanny Valleys <3* di Mara "Oscar" Cassiani, *DISØRDINARY BƏAUTY* di Domenico Barra, o *Angel_F* e *IAQOS* di Oriana Persico e Salvatore Iaconesi evidenziano che l'intelligenza artificiale è un campo di produzione simbolica, rafforzamento o contestazione degli ordini sociali. Non sorprende, dunque, che gli artisti e le artiste più consapevoli non si limitino a utilizzare l'IA come strumento, ma si interroghino sulla sua grammatica interna, sulle sue condizioni di possibilità, sui suoi effetti politici e culturali. In questo quadro, la figura dell'artista non arretra, ma si ridefinisce come agente attivo: non semplice creatore di forme, ma interprete critico di un ambiente mediale sempre più automatizzato.

Il lavoro artistico non si limita, dunque, a rispecchiare la contemporaneità, ma contribuisce attivamente a plasmarla, suggerendo visioni alternative, promuovendo forme di immaginazione divergente e attivando processi di consapevolezza collettiva, che invitano a esplorare in maniera critica le derive dell'attuale fascinazione computazionale e le trasformazioni in atto.

Si delinea così un panorama fluido, polifonico e in continuo divenire, in cui l'arte assume una funzione fondamentale: quella di rendere visibile l'invisibile, di dare forma al disordine, di aprire spazi di possibilità e immaginazione critica all'interno del mondo computazionale che abitiamo.

Riferimenti bibliografici

AKTEN, M. (2020), *Foreword*, in F. Fol Leymarie et al. (eds), *The Machine as Art/ The Machine as Artist*, Printed Edition of the Special Issues Published in "Arts", MDPI, Basel, pp. ix-xi.

BARGNA, L. (2011), *Gli usi sociali e politici dell'arte contemporanea fra pratiche di partecipazione e di resistenza*, in "Antropologia", XI, 13, pp. 75-106.

BODEN, M. A. (2004), *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*, 2nd edn., Routledge, London.

BOGOST, I. (2019), *The art-AI gold rush is here*, in "The Atlantic", available at: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2019/03/ai-created-art-invades-chelsea-gallery-scene/584134> (last accessed 15 December 2025).

BONINI, T., TRERÉ, E. (2024), *Algorithms of Resistance: The Everyday Fight against Platform Power*, The MIT Press, Cambridge (MA).

BRAUN, V., CLARKE, V. (2006), *Using thematic analysis in psychology*, in "Qualitative Research in Psychology", 3, 2, pp. 77-101.

BRAUN, V., CLARKE, V. (2022), *Thematic Analysis. A Practical Guide*, Sage.

BUCHER, T. (2017), *The algorithmic imaginary: exploring the ordinary affects of Facebook algorithms*, in "Information, Communication & Society", 20, 1, pp. 30-44.

CARAMIAUX, B., FDILI ALAOUI, S. (2022), *'Explorers of Unknown Planets': Practices and Politics of Artificial Intelligence in Visual Arts*, in "Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction", 6, CSCW2, Article 477, pp. 1–24.

CASTRO, M. (2016), *Computerized Creativity: Reflections on Visual Arts in the Times of AI Technology*.

CETINIC, E., SHE, J. (2022), *Understanding and Creating Art with AI: Review and Outlook*, in "ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications", 18, 2, pp. 1-22.

CHATTERJEE, A. (2022), *Art in an age of artificial intelligence*, in "Frontiers in Psychology", 13:1024449, pp. 1-9.

CHRISTIE'S (2025), *What Is AI Art?*, 7 febbraio 2025, available at: <https://www.christies.com/en/stories/what-is-ai-art-augmented-intelligence-36dc0897d3584268b5102468a3bf8a8c> (last accessed 15 December 2025).

COHEN, H. (1995), *The further exploits of AARON, painter*, in "Stanford Humanities Review", 4, 2.

COLTON, S. (2009), *Seven Catchy Phrases for Computational Creativity Research*, in M. A. Boden, M. d'Inverno, J. McCormack (eds), *Computational Creativity: An Interdisciplinary Approach*, Volume 09291 of Dagstuhl Seminar Proceedings, Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum für Informatik, Germany.

CORAZZA, G. E. (2025), *The Cyber-Creative DA VINCI Process*, in G.E. Corazza (ed.), *The Cyber-Creativity Process. How Humans Co-Create with Artificial Intelligence*, Springer Nature, Switzerland.

CORAZZA, G. E., et al. (2022), *The Dynamic Creativity Framework*, in "European Psychologist", 27, 3, pp. 191–206.

CORBETTA, P. (1999), *Metodologia e tecniche della ricerca sociale*, Il Mulino, Bologna.

CRAWFORD, K. (2021), *Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*, Yale University Press, New Haven/London.

D'IGNAZIO, C., KLEIN, L. (2020), *Data feminism*, MIT Press, Cambridge.

D'ISA, F. (2024), *La rivoluzione algoritmica delle immagini. Arte e intelligenza artificiale*, Luca Sossella Editore, Roma.

DU SAUTOY, M. (2019), *The Creativity Code: How AI Is Learning to Write, Paint and Think*, HarperCollins Publishers, London.

ELGAMMAL, A., et al. (2017), *CAN: Creative adversarial networks, generating "art" by learning about styles and deviating from style norms*, in "Eighth International Conference on Computational Creativity (ICCC)", Atlanta, pp. 1-22.

FOUCAULT, M. (1992), *What is an Author?*, in J. L. Marsh, J. D. Caputo, M. Westphal (eds), *Modernity and Its Discontents*, Fordham University Press, New York, pp. 299-314.

GUO, Y. et al. (2023), *Pathway to Future Symbiotic Creativity*, "arXiv preprint" arXiv:2209.02388.

HAKOPIAN, M. F. (2024), *Art histories from nowhere: on the coloniality of experiments in art and artificial intelligence*, in "AI & Society", 39, pp. 29-41.

HERTZMANN, A. (2018), *Can computers create art?*, in "Arts", 7, 2, pp. 1-25.

HOLMES, B. (2004), *Artistic autonomy and the communication society*, in "Third Text", 18, 6, pp. 547-555.

MANOVICH, L. (2019), *Defining AI arts: Three proposals*, in "AI and Dialog of Cultures: Exhibition Catalog", Hermitage Museum, Saint-Petersburg.

MANOVICH, L. (2020), *L'estetica dell'intelligenza artificiale. Modelli digitali e analitica culturale*, Luca Sossella Editore, Roma.

MANOVICH, L. (2021), *Definire l'arte AI*, in F. D'Abbraccio, A. Facchetti (a cura di), *AI & Conflicts. Volume 1*, Krisis Publishing.

MANOVICH, L. (2022), *AI and Myths of Creativity*, in "Architectural Design", 92, 3, pp. 60-65.

MANOVICH, L. (2023), *Towards 'General Artistic Intelligence'?*, available at: <https://www.artbasel.com/stories/lev-manovich> (last accessed 15 December 2025).

MORUZZI, C., MARGARIDO, S. (2024), *Customizing the Balance between User and System Agency in Human-AI Co-Creative Processes*, in "Proceedings of the 15th International Conference on Computational Creativity (ICCC'24)", Jonköping, Sweden, pp. 108-117.

MOUFFE, C. (2008), *Art and Democracy. Art as an Agonistic Intervention in Public Space*, in "Open", 14, pp. 6-15.

MÜNSTER, S. et al. (2024), *Artificial Intelligence for Digital Heritage Innovation: Setting up a R&D Agenda for Europe*, in "Heritage", 7, pp. 794-816.

NIEBORG, D. B., POELL, T. (2018), *The Platformization of Cultural Production: Theorizing the Contingent Cultural Commodity*, in "New Media & Society", 20, 11, pp. 4275–4292.

NIEBORG, D. B. et al. (2021), *Analyzing Platform Power in the Cultural Industries*, in "AoIR Selected Papers of Internet Research".

NOBLE, S. (2018), *Algorithms of Oppression*, New York University Press, New York.

NUGENT, C. (2018*), The painter behind these artworks is an AI program. Do they still count as Art?*, in "Time", available at: <https://time.com/5357221/obvious-artificial-intelligence-art/> (last accessed 15 December 2025).

O'NEIL, C. (2016), *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*, Crown, New York.

SCARDI, G. (a cura di) (2011), *Paesaggio con figura. Arte, sfera pubblica, trasformazione sociale*, Allemandi Editore, Torino.

TRESSET, P., DEUSSEN, O. (2014), *Artistically Skilled Embodied Agents*, in "AISB Conference", Goldsmiths, University of London, 1–4 April.

VAN DIJCK, J., POELL, T. (2013), *Understanding social media logic*, in "Media and Communication", 1, 1, pp. 2-14.

VAN DIJCK, J. et al. (2018), *The Platform Society: Public Values in a Connective World*, Oxford University Press Inc.; tr. it. *Platform society. Valori pubblici e società connessa*, Guerini, Milano, 2019.

ZYLINSKA, J. (2020), *AI Art. Machine Visions and Warped Dreams*, Open Humanities Press, London.

6. Un'analisi delle traiettorie di visita nei musei basata su tecniche di IA: i comportamenti più rilevanti

Angelo Oddi, Gianmauro Romagna, Riccardo Rasconi, Sofia Ceccarelli, Saverio G. Malatesta, Laura Leopardi, Augusto Palombini, Marco Schaerf

1. Introduzione

Nell'epoca contemporanea, i musei e in generale i luoghi della cultura stanno attraversando un cambiamento radicale che li porta a superare il ruolo di meri spazi espositivi per configurarsi come ambienti dinamici e interattivi (Li et al., 2023). In questo senso, l'attenzione al comportamento degli utenti, rispetto ai modi d'uso degli spazi e dei contenuti esposti (Villani et al., 2024), riveste un ruolo fondamentale nel monitorare e ottimizzare l'esperienza culturale.

Quest'ultima, in particolare, si caratterizza come un'esperienza di tipo complesso, che coinvolge componenti individuali che vanno da quelle psico-motorie a quelle cognitive, fino alle attitudini culturali, sociali e tecnologiche (Wang, 2020). Tale complessità, denotata dalla compresenza di fattori disomogenei (Zammuner, 2006), impone ai musei una sfida cruciale legata alla quantificazione e al controllo di queste componenti immateriali, difficilmente valutabili con le tecnologie tradizionali.

In questo contesto, e nell'ambito di una crescente attenzione verso strumenti di gestione digitale del patrimonio costruito esistente (Daniotti et al., 2020), si inserisce il progetto di ricerca ARTEMISIA[1] - *Analisi delle Reazioni e delle Traiettorie Museali Individuali con Strumenti di Intelligenza Artificiale*. Il progetto (Ceccarelli et al., 2024), che ha l'obiet-

[1] Il progetto è finanziato dalla Regione Lazio tramite Lazio Innova nell'ambito del Distretto Tecnologico Beni e Attività Culturali (DTC) del Centro di Eccellenza sull'Intervento TE 1: Invito al Centro di Eccellenza a presentare progetti per la seconda fase – Progetti RSI, CUP: F85F21001090003 con determinazione n. G12666 del 18.10.2021, pubblicata sul BURL n. 99 del giorno 21/10/2021, https://www.artemisiaproject.it/

tivo di indagare le dinamiche di comportamento dei visitatori in relazione ai contenuti culturali, agli elementi architettonici, organizzativi e didattici propri di uno specifico contesto museale, utilizza un approccio duplice: qualitativo e quantitativo. Quest'ultimo, su cui si innesta trasversalmente il presente contributo, utilizza i dati rilevati con sensori dotati di algoritmi di intelligenza artificiale (IA) per elaborare analisi mirate a indagare l'esperienza di visita, supportando i curatori nello sviluppo di strategie per incrementare l'*engagement* culturale.

Ulteriore ambizione del progetto ARTEMISIA risiede nell'obiettivo intrinseco di estendere l'uso di dati quantitativi, generalmente applicati all'ambito del controllo dei flussi - monitoraggio dell'affollamento (Lanir et al., 2017), ottimizzazione degli ingressi (Balzotti et al., 2020) - verso orizzonti tipicamente qualitativi e di taglio sociologico, come gli aspetti emotivi e di User Experience (Roussou e Katifori, 2018).

In questo senso, dunque, la raccolta passiva di dati mediante sensori (senza alterazione della spontaneità) consente di sperimentare la logica dei *big data* in indagini sugli aspetti emotivi del comportamento.

In tale prospettiva, partendo dalle traiettorie rilevate dai sensori (Kuflik et al., 2012; Centorrino et al., 2021) e dai concetti di 'osservazione', 'stazionamento' e 'profilo di visita', il presente contributo esplora l'applicazione della *Principal Component Analysis* (PCA) come strumento per l'interpretazione della grande mole di dati raccolti. Tale approccio (Abdi e Williams, 2010), utilizzato per ridurre la dimensionalità in dataset complessi, permette di ridimensionare la complessità delle informazioni consentendo l'identificazione della presenza di schemi ricorrenti.

In particolare, dunque, gli obiettivi specifici del contributo includono: (i) l'esplorazione delle potenzialità di applicazione delle tecniche di IA nelle analisi comportamentali dei visitatori in contesti museali; (ii) l'identificazione, attraverso la PCA, di schemi ricorrenti nei comportamenti di osservazione e stazionamento; (iii) infine, l'introduzione di criteri di analisi utili per l'ottimizzazione dell'esperienza museale e per la gestione strategica degli spazi e dei flussi di pubblico.

In tal senso, il contributo si apre con una panoramica dello stato dell'arte (Sezione 2), che inquadra i principali approcci adottati in letteratura per l'analisi comportamentale in contesti museali, con particolare attenzione all'integrazione delle tecniche di IA. Segue la Sezione 3 con la presentazione del caso di studio dedicato al Museo di Roma a Palazzo Braschi. Nella Sezione 4 viene presentato l'approccio metodologico, che integra la raccolta dei dati tramite sensori stereoscopici

equipaggiati con algoritmi di IA, e l'applicazione della PCA per l'individuazione di schemi comportamentali ricorrenti. La Sezione 5 illustra poi i risultati di tale applicazione, evidenziando tendenze nei comportamenti di osservazione e stazionamento dei visitatori, differenziate in base alla durata della visita e alle caratteristiche degli spazi. Tali evidenze vengono successivamente discusse nella Sezione 6, restituendo una visione integrata tra dimensione spaziale e dimensione esperienziale. Infine, nella Sezione 7, alcune considerazioni conclusive e prospettive future sottolineano come l'approccio proposto apra nuove possibilità di analisi sul piano museologico, sociologico e del marketing culturale, promuovendo una gestione più consapevole e strategica dell'esperienza di visita.

2. Stato dell'arte

Lo studio delle dinamiche legate all'esperienza di visita museale rappresenta un argomento approfonditamente studiato in ambito scientifico, con differenti approcci e finalità, tra cui la progettazione spaziale, l'ottimizzazione dei flussi o la riduzione del sovraffollamento. In tal senso, la letteratura evidenzia principalmente l'utilizzo di due approcci.

Il primo, più "qualitativo", si concentra sullo studio dei percorsi ideali dal punto di vista umano ed emotivo, tenendo conto del coinvolgimento individuale ottimale in termini di narrazione ed educazione (Dim e Kuflik, 2014; Lanir et al., 2017; Palau-Saumell et al., 2016; Alelis et al., 2013; Kuflik et al., 2012; Roussou e Katifori, 2018) indagando aspetti come la soddisfazione complessiva e la percezione dell'esperienza, aspetti chiave nel dominio innovativo dell'*audience development* e *audience engagement* (Cuenca-Amigo e Makua, 2017).

Il secondo approccio, più corposo e di maggiore interesse nell'ambito del presente contributo, affronta il problema da un punto di vista "quantitativo" (Serrell, 1997; Bourdeau e Chebat, 2001; Yalowitz e Bronnenkant, 2009), utilizzando tecnologie emergenti per raccogliere e analizzare dati che descrivono l'esperienza culturale in maniera analitico-matematica (Casolla et al., 2020; Balzotti et al., 2020). Tali studi, tramite il riconoscimento di schemi di comportamento, mirano all'ottimizzazione dei flussi di visitatori per migliorare la fruibilità, anche a scopo conservativo.

In questo contesto, Centorrino et al. (2021), nell'ambito della Galleria Borghese a Roma, mediante la raccolta di dati sulle sale visitate con

beacon Bluetooth, puntano all'ottimizzazione dei flussi ipotizzando l'implementazione di un modello probabilistico di Markov[2], utilizzato per prevedere traiettorie di visita, intese come sequenze di stanze. Con lo stesso approccio previsionale Rossi et al. (2021) hanno proposto un modello di *Deep Learning* (DL) basato su reti neurali ricorrenti di tipo LSTM[3] (*Long Short-Term Memory*) e GAN[4] (*Generative Adversarial Networks*), mirato a prevedere traiettorie di visita e a generare un insieme di traiettorie simili a quelle reali. Diversamente, Orenes-Vera et al. (2021) hanno proposto il framework RECITE, basato su tecnologie *Bluetooth Low Energy*[5] (BLE) per rilevare la posizione dei visitatori. Questo framework includeva un insieme di classificatori *fuzzy*[6] (FRCs-*Fuzzy Rule-Based Classifiers*) capaci di etichettare automaticamente le traiettorie di visita. Utilizzando le stesse tecnologie BLE, Pierdicca et al. (2019), nell'ambito del museo "Rocca di Gradara", analizzano i dati relativi ai comportamenti rilevati con un approccio statistico. Raccogliendo i dati consistenti in tuple, ognuna composta dal nome di una stanza, un ID dispositivo, timestamp di ingresso, timestamp di uscita e una durata di visita calcolata, propongono l'utilizzo della *Principal Component Analysis* (PCA) per rilevare i modelli di visita più frequenti, intesi come sequenze di stanze visitate. Tale strumento (Abdi e Williams, 2010), utile nella riduzione della complessità e dimensionalità dei dati raccolti, è applicabile a molteplici domini (Patnaik et al., 2024), compresi i contesti museali (Mavragani e Lymperopoulos, 2013) in cui si dimostra utile all'individuazione delle componenti che influenzano il comportamento del pubblico.

---

[2] Modello matematico utilizzato nelle applicazioni di IA per descrivere sistemi in cui ogni evento futuro dipende solo dallo stato attuale. È impiegato per prevedere sequenze di azioni o movimenti, come le traiettorie dei visitatori, ed è alla base di molti algoritmi predittivi e modelli di comportamento.

[3] Tipologia di rete neurale usata nelle applicazioni di IA per analizzare dati che si sviluppano nel tempo, come sequenze di movimenti o azioni. È in grado di "memorizzare" informazioni precedenti per prevedere i passaggi successivi, ad esempio nelle traiettorie dei visitatori.

[4] Architettura di *Deep Learning* composta da due reti neurali – una che genera nuovi dati e una che li valuta – che si allenano in competizione per produrre risultati sempre più realistici.

[5] Tecnologia di comunicazione a corto raggio e a basso consumo tipicamente utilizzata in sistemi di tracciamento *indoor*.

[6] Algoritmi che applicano la logica *fuzzy* per gestire dati incerti o parziali, permettendo di classificare i comportamenti in modo più flessibile rispetto ai metodi tradizionali.

3. Il caso applicativo

La sperimentazione trova il suo ambito applicativo nel Museo di Roma collocato presso Palazzo Braschi, un luogo particolarmente adatto agli obiettivi di ricerca grazie all'uniformità delle opere esposte. L'edificio, realizzato tra la fine del XVIII e l'inizio del XIX secolo su progetto di Cosimo Morelli (Ricci, 1989), è oggi sede del Museo di Roma e ospita, dal 2017, una mostra permanente dedicata alla storia della città dal XVII al XX secolo al secondo e terzo piano (D'Amelio et al., 2018), oltre a una parte dedicata a mostre temporanee collocata al piano primo.

Lo studio si concentra, in particolare, sulla mostra permanente collocata al secondo piano, la cui planimetria è raffigurata in Fig. 1. A questo livello il percorso di visita, a cui si accede tramite la scalinata di rappresentanza o tramite l'ascensore, parte dalla Sala 1 e si biforca in due itinerari, uno principale e uno secondario. Il primo, giungendo fino alla Sala 8, termina con i servizi igienici di piano e il secondo vano scala che collega al livello superiore. Il percorso secondario, invece, conduce alle Sale 10 e 11 e obbliga il visitatore a tornare indietro ripercorrendo in ogni caso l'itinerario di visita principale.

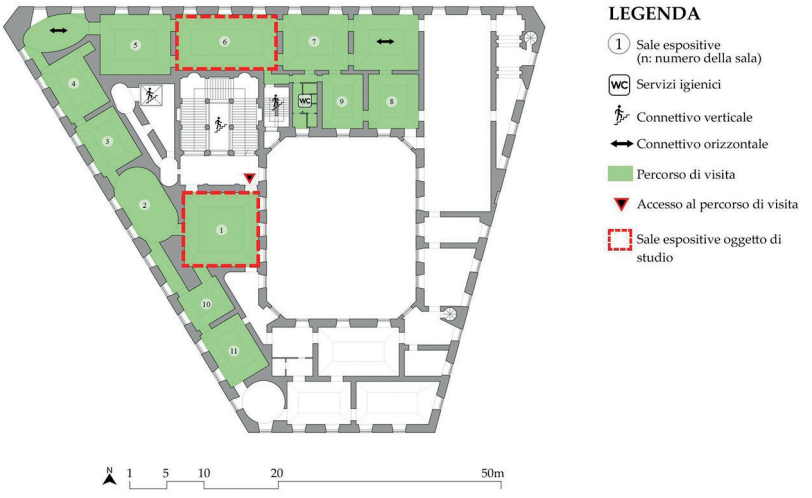


Fig. 1. Planimetria del secondo piano del Museo di Roma a Palazzo Braschi con indicazione delle destinazioni d'uso degli ambienti: il colore verde indica il percorso espositivo che inizia dall'ingresso principale al piano (freccia nera e rossa). Le sale espositive oggetto di questo studio (Sala 1 e Sala 6) sono evidenziate con un contorno rosso (elaborazione degli autori).

Il contesto specifico oggetto della sperimentazione è costituito dalla Sala 1 e dalla Sala 6 (Fig. 2), due punti cardine in quanto situati rispettivamente all'inizio (Sala 1) e vicino alla conclusione del percorso di visita (Sala 6). La Sala 1 (Fig. 2 in alto), di forma quadrata (10x10 m), presenta due accessi che la connettono direttamente con la scalinata di rappresentanza del palazzo. L'illuminazione naturale proviene da tre ampie finestre situate su un'unica parete e che permettono la vista verso il cortile interno del palazzo, mentre l'illuminazione artificiale è concentrata sulle opere esposte. Lo spazio della sala è definito da pareti rivestite di intonaco bianco e da un soffitto a volta con altezza variabile da 6,20 a 6,70 m senza alcuna decorazione. Tale tela bianca è arricchita dagli elementi esposti, costituiti da quattro opere figurative, due teche contenenti reperti di oggettistica, oltre a

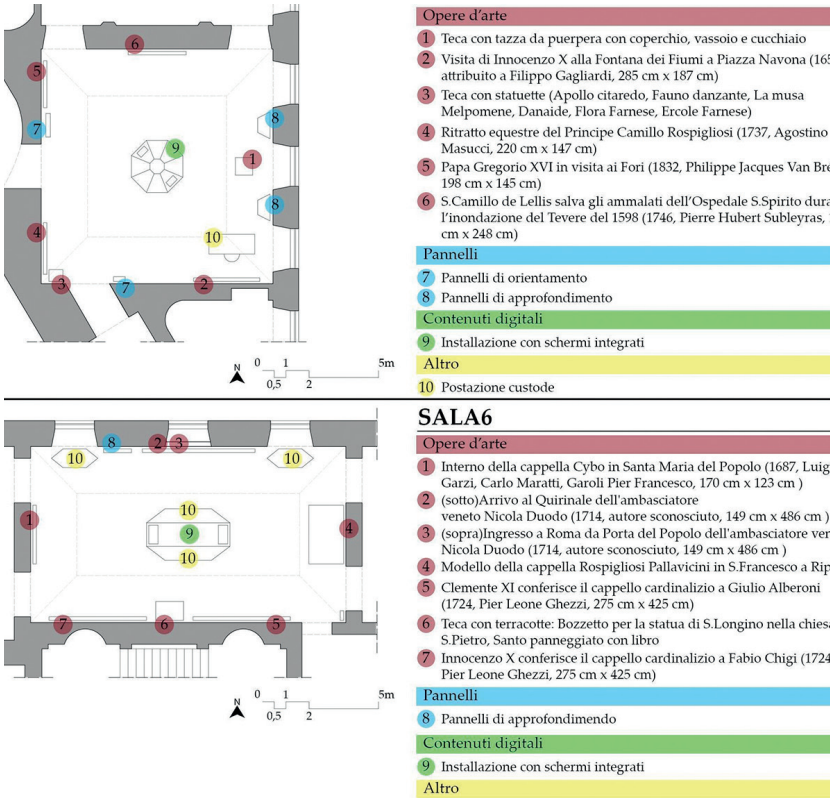


Fig. 2. Planimetrie di dettaglio delle sale espositive oggetto di studio (in alto Sala 1, in basso Sala 6) con indicazione di tutti gli elementi contenuti all'interno dello spazio: in rosso le opere, in azzurro i pannelli, in verde i contenuti digitali, in giallo altro (elaborazione degli autori).

un'installazione multimediale centrale costituita da un volume specchiato con due schermi informativi integrati che forniscono dettagli sulle opere esposte. Nella sala sono presenti, inoltre, una serie di pannelli di approfondimento e di orientamento opportunamente collocati, oltre alla postazione del custode, posizionata nell'angolo opposto all'ingresso principale.

La Sala 6 (Fig. 2 in basso) presenta invece una forma rettangolare (13,6x7,5 m) ed è accessibile tramite due aperture che la collegano alla Sala 5, mentre altre due aperture, situate sulla parete opposta, la connettono alla Sala 7. Inoltre, un ulteriore varco, posizionato lungo una delle pareti lunghe, permette l'accesso al vano scala secondario e al disimpegno che conduce ai servizi igienici del piano. Sulla parete opposta, due ampie finestre permettono l'illuminazione naturale della sala, mentre l'illuminazione artificiale è garantita da una striscia LED che cinge perimetralmente lo spazio lungo una veletta modanata, oltre a due binari con faretti disposti trasversalmente. Le pareti e il soffitto hanno le stesse caratteristiche della Sala 1 e lo spazio contiene cinque dipinti, una teca, un modello tridimensionale e un'installazione multimediale centrale specchiata che integra anche due sedute sui lati lunghi. Ulteriori due panche, in corrispondenza delle finestre, permettono la visione rilassata della mostra, mentre due pannelli informativi collocati in maniera strategica consentono l'approfondimento e l'orientamento del visitatore.

4. La metodologia

Per analizzare il comportamento spaziale dei visitatori all'interno delle due sale museali, è stato utilizzato un sistema di acquisizione e trattamento dei dati capace di tracciare con precisione i movimenti, le soste e le interazioni con gli spazi espositivi. In questa sezione vengono presentati due aspetti fondamentali della metodologia adottata: da un lato, il riconoscimento dei momenti di osservazione delle opere; dall'altro, la ricostruzione delle traiettorie attraverso la suddivisione spaziale delle sale in aree poligonali.

4.1. L'osservazione delle opere

La rilevazione dei dati sui visitatori è stata effettuata mediante sensori Xovis PC2, sistemi stereoscopici basati su IA in grado di rilevare fino

a quattro volte al secondo la posizione, la sagoma e la direzione dello sguardo dei visitatori.

Dotati di telecamere stereoscopiche 3D e di algoritmi di visione artificiale basati su reti neurali convoluzionali (Convolutional Neural Networks, CNN)[7], tali sensori utilizzano la tecnologia di *edge computing*[8] per l'elaborazione locale dei dati e garantiscono un'affidabilità di rilevamento superiore al 98% in ambienti interni, anche in condizioni di affollamento o illuminazione variabile, senza acquisire o conservare dati biometrici identificativi.

I dati grezzi, raccolti in formato .csv, vengono successivamente elaborati da un motore di analisi per produrre dati strutturati utili all'analisi comportamentale.

Ogni dato osservato è una n-upla contenente:

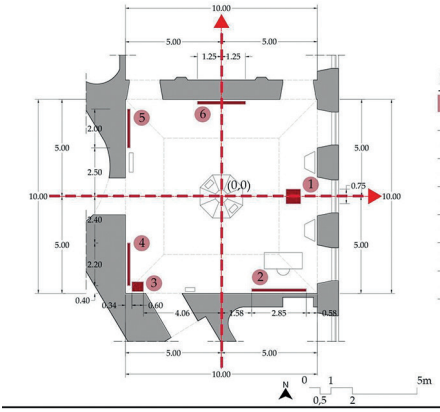
- *timestamp* in millisecondi;
- *sala di rilevamento* (Sala 1 o Sala 6);
- *ID univoco* della traiettoria (una traiettoria per visitatore);
- coordinate x, y della posizione;
- *altezza* del visitatore;
- *genere* rilevato (maschio, femmina, non certo);
- componenti direzionali Δx, Δy del *vettore unitario* che rappresenta la direzione dello *sguardo* del visitatore.

In questo ambito, una *traiettoria* è definita come la sequenza temporalmente ordinata dei punti raccolti per un singolo visitatore. Per individuare i momenti in cui un visitatore sta effettivamente osservando un'opera, ciascun punto delle singole traiettorie è stato analizzato in relazione alla sua posizione e alla direzione dello sguardo, permettendo la costruzione di un'area osservata teorica (*gazing area*) che si estende dalle coordinate posizionali rilevate (x,y) lungo la direzione del vettore (Δx, Δy). Tale area è stata dunque messa a confronto con le posizioni delle opere esposte, modellate come segmenti inclusi in uno spazio bidimensionale definito che rappresenta la sala, ciascuno caratterizzato da vertici con coordinate note (Fig. 3).

---

[7] Architettura di *Deep Learning* progettata per analizzare immagini e riconoscere schemi visivi complessi, elaborando automaticamente caratteristiche come forme, bordi e profondità.

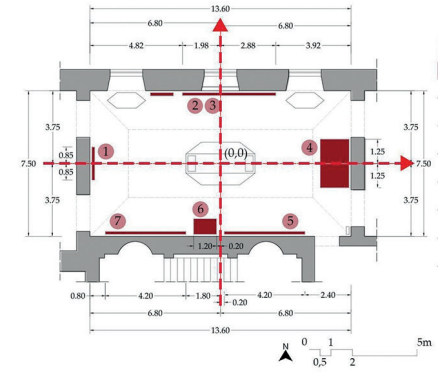
[8] Paradigma tecnologico che consente di elaborare i dati direttamente nel dispositivo che li raccoglie, senza inviarli a server remoti. In questo modo si riducono i tempi di latenza e si garantisce una maggiore protezione della privacy.



SALA1

Opere d'arte

	Nome	Coord. start	Coord. end
1	Opera1	(3.38, -0.38)	(3.38, 0.38)
2	Opera2	(1.58, -5.00)	(4.43, -5.00)
3	Opera3	(-4.60, -5.00)	(-4.00, -5.00)
4	Opera4	(-5.00, -4.60)	(-5.00, -2.40)
5	Opera5	(-5.00, 2.50)	(-5.00, 4.50)
6	Opera6	(-1.25, 5.00)	(1.25, 5.00)



SALA6

Opere d'arte

	Nome	Coord. start	Coord. end
1	Opera1	(-6.80, -0.85)	(6.80, 0.85)
2 3	Opera2-3	(-1.98, 3.75)	(2.88, 3.75)
4	Opera4	(6.80, -1.25)	(6.80, 1.25)
5	Opera5	(0.20, -3.75)	(4.40, -3.75)
6	Opera6	(-1.20, -3.75)	(0.00, 3.75)
7	Opera7	(-6.00, -3.75)	(-1.80, -3.75)

Fig. 3. Planimetrie delle sale espositive oggetto di studio (in alto Sala 1, in basso Sala 6). Le linee tratteggiate rappresentano gli assi cartesiani x e y mentre le opere esposte sono evidenziate in rosso. A destra sono riportate le coordinate dei vertici dei segmenti che rappresentano l'astrazione delle opere esposte in uno spazio bidimensionale (elaborazione degli autori).

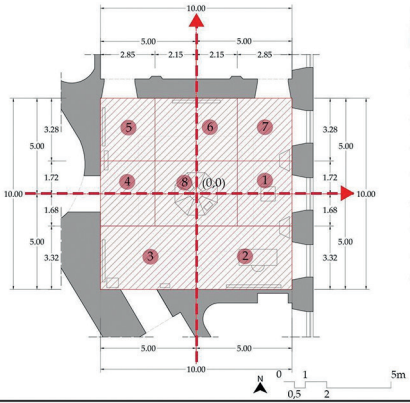
4.2. Lo stazionamento nelle aree poligonali

Per facilitare l'analisi delle traiettorie e del comportamento spaziale all'interno delle sale, ciascuna stanza del museo è stata suddivisa in aree rettangolari (vedi Fig. 4), in particolare:

- Sala 1: divisa in 8 aree rettangolari;
- Sala 6: divisa in 12 aree rettangolari.

Ogni area è definita attraverso due coppie di coordinate, che individuano i vertici opposti del rettangolo. Questa suddivisione consente di associare ciascun punto delle traiettorie a una specifica area, ricostruendo così le sequenze di stazionamento dei visitatori nel corso

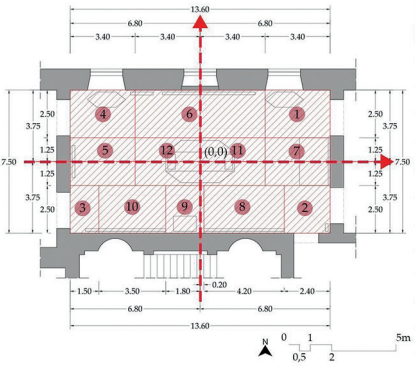
della loro visita. In tal modo, ogni traiettoria può essere analizzata non solo come movimento continuo nello spazio, ma anche come transizione tra aree discrete, rendendo possibile lo studio delle permanenze, delle preferenze di visita e delle interazioni con porzioni specifiche dell'ambiente espositivo. Questa mappatura spaziale costituisce un passaggio fondamentale per collegare i dati di comportamento alle caratteristiche fisiche e narrative delle sale e delle opere in esse presenti.



SALA1

Aree poligonali

	Nome	Coord. start	Coord. end
1	Opera1	(2.15, 1.72)	(5.00, -1.68)
2	Opera2	(0.00, -1.68)	(5.00, -5.00)
3	Opera3-4-Ingresso1	(-5.00, -1.68)	(-2.15, -1.68)
4	Ingresso2	(-5.00, 1.72)	(-2.15, -1.68)
5	Opera5-Ingresso3	(-5.00, 5.00)	(-2.15, 1.72)
6	Opera6	(-2.15, 5.00)	(2.15, 1.72)
7	Ingresso4	(2.15, 5.00)	(5.00, 1.72)
8	Schermi	(-2.15, 1.72)	(2.15, -1.68)



SALA6

Aree poligonali

	Nome	Coord. start	Coord. end
1	Ingresso1	(6.80, 1.25)	(3.40, 3.75)
2	Ingresso2-3	(6.80, -3.75)	(4.40, -1.25)
3	Ingresso4	(-5.30, -3.75)	(-6.80, -1.25)
4	Ingresso5	(-3.40, 1.25)	(-6.80, 3.75)
5	Opera1	(-3.40, -1.25)	(-6.80, -1.25)
6	Opera2-3	(3.40, 1.25)	(-3.40, 3.75)
7	Opera4	(6.80, -1.25)	(3.40, 1.25)
8	Opera5	(4.40, -3.75)	(0.20, -1.25)
9	Opera6	(0.20, -3.75)	(-1.80, -1.25)
10	Opera7	(-1.80, -3.75)	(-5.30, -1.25)
11	Schermo1	(3.40, -1.25)	(0.00, 1.25)
12	Schermo2	(0.00, -1.25)	(-3.40, 1.25)

Fig. 4. Planimetrie delle sale espositive oggetto di studio (in alto Sala 1, in basso Sala 6). Le linee tratteggiate rappresentano gli assi cartesiani x e y mentre le aree poligonali sono indicate con un riempimento rosso. A destra sono riportate le coordinate dei vertici estremi dei poligoni che rappresentano l'astrazione delle aree in uno spazio bidimensionale (elaborazione degli autori).

4.3. Principal Component Analysis (PCA)

L'Analisi delle Componenti Principali (*Principal Component Analysis*, PCA) è una tecnica statistica utilizzata per la riduzione dimensionale e

l'analisi esplorativa dei dati. Il suo obiettivo è trasformare un insieme di variabili potenzialmente correlate in un nuovo insieme di variabili non correlate, dette componenti principali, ordinate in base alla quantità di varianza che spiegano nei dati originali. La PCA opera trovando una nuova base di assi (componenti) nello spazio delle variabili originali. Questi assi sono scelti in modo da massimizzare la varianza lungo ciascuna direzione successiva, sotto il vincolo dell'ortogonalità rispetto alle precedenti. Nel dettaglio, ciò avviene calcolando gli autovalori e autovettori della matrice di covarianza (o, in alternativa, della matrice di correlazione) del dataset. Gli autovettori definiscono le direzioni delle componenti principali, mentre gli autovalori ne indicano l'importanza (cioè la varianza spiegata). La PCA, seppur comporti un'inevitabile perdita di informazioni, è particolarmente utile quando si lavora con dati ad alta dimensionalità, poiché consente, mediante l'uso di combinazioni lineari delle variabili originali, di semplificare il modello, migliorare la visualizzazione, ridurre il rumore e facilitare l'apprendimento automatico.

Nel contesto relativo alle rilevazioni effettuate a Palazzo Braschi, la tecnica dell'analisi delle componenti principali è stata utilizzata per individuare la presenza di schemi di comportamento da parte dei visitatori nell'ambito dell'osservazione delle opere e dello stazionamento nelle aree poligonali, definendo sequenze ricorrenti e relazioni tra gli elementi studiati.

Il periodo di rilevamento dei dati oggetto del contributo è relativo a tutta la durata del mese di aprile 2023, in cui i sensori presenti nelle sale hanno permesso la parametrizzazione del comportamento di oltre 3.500 ID univoci.

Per indagare le differenti modalità di fruizione degli spazi espositivi, i visitatori sono stati suddivisi in due profili comportamentali distinti sulla base della durata complessiva di permanenza all'interno delle sale. Il primo, denominato *short visit*, si riferisce a permanenze comprese tra i 30 secondi e i 5 minuti ed è associabile ad una modalità di fruizione più sommaria, frettolosa e selettiva. Il secondo, *long visit*, è relativo a visite comprese tra i 5 e i 20 minuti, suggerendo un'interazione più approfondita ed articolata.

Per ciascun profilo così individuato e per ognuna delle due sale oggetto di sperimentazione, la PCA è stata condotta sui dati standardizzati relativi ai tempi di osservazione (per ciascuna opera e per ogni identificativo univoco – ID) e ai tempi di stazionamento (per ciascuna area poligonale e per ogni ID). A partire, dunque, dai dati grezzi ac-

quisiti dai sensori Xovis PC2, sono state condotte operazioni di preprocessamento e strutturazione finalizzate alla costruzione di otto dataset distinti, quattro per ciascuna sala analizzata: due riferiti ai comportamenti di osservazione (*short visit* e *long visit*) e due ai comportamenti di stazionamento (*short visit* e *long visit*). Nei dataset dedicati all'osservazione, ogni record rappresenta un singolo ID e contiene i tempi di osservazione associati a ciascuna opera presente nella sala; nei dataset relativi allo stazionamento, ogni record corrisponde a un ID e include i tempi di permanenza nelle diverse aree poligonali definite.

In questo ambito, il criterio di riduzione dimensionale adottato per la determinazione del numero ideale di componenti principali è stato il superamento della soglia minima del 75% della varianza cumulativa spiegata, garantendo un buon compromesso tra semplificazione e mantenimento dell'informazione contenuta nei dati. Inoltre, i coefficienti (i.e. *loadings*) che rappresentano il contributo di ciascun elemento (opera o area poligonale) nell'ambito delle singole componenti sono stati considerati significativi con valore assoluto maggiore di 0,3 (Pierdicca et al., 2019). Segni opposti di tali coefficienti sono stati interpretati come indicativi di comportamenti reciprocamente esclusivi.

Infine, per valutare la significatività statistica dei risultati, lo studio ha usufruito, negli ambiti di analisi con campioni ridotti (es. *long visit*), della tecnica del *bootstrapping* che ha previsto l'esecuzione della PCA su 1000 campioni casuali con reinserimento (*bootstrap*), generati a partire dal dataset originale. Ciò ha permesso la costruzione di una distribuzione di valori per ogni coefficiente, di cui è stato successivamente calcolato e verificato l'intervallo di confidenza al 95% (CI). In questo modo, è stato possibile mitigare i limiti imposti dal campione ridotto, garantendo una stima più affidabile della stabilità delle componenti individuate.

5. I risultati

5.1. L'osservazione delle opere

Partendo dalla matrice che mette in relazione gli ID dei visitatori e le opere esposte, i primi risultati hanno riguardato l'individuazione delle componenti principali in relazione al fenomeno dell'osservazione delle opere.

Con riferimento alla Sala 1 e al profilo di visita '*short visit*' (739 visitatori), la PCA ha permesso l'identificazione di cinque componenti principali che spiegano l'86,14% della variabilità comportamentale degli utenti (Fig. 5):

- PC1 (21,10%) evidenzia un interesse per le Opere 5 e 6, a scapito dell'Opera 2, suggerendo una preferenza per la parte destra della sala e l'evitamento dell'opera sopra la postazione del custode, potenziale punto di distrazione;
- PC2 (17,96%) mette in luce una focalizzazione sull'angolo opposto che comprende le Opere 3 e 4, un'opera figurativa e una teca con oggettistica;
- PC3 (16,84%) conferma l'interesse per i contenuti oggettistici;
- PC4 (15,22%) di contro, differisce da PC2 proprio per l'esclusione del materiale oggettistico, indicando una preferenza per le arti figurative;
- PC5 (14,99%) include tutti i dipinti tranne quello più rilevante in PC4.

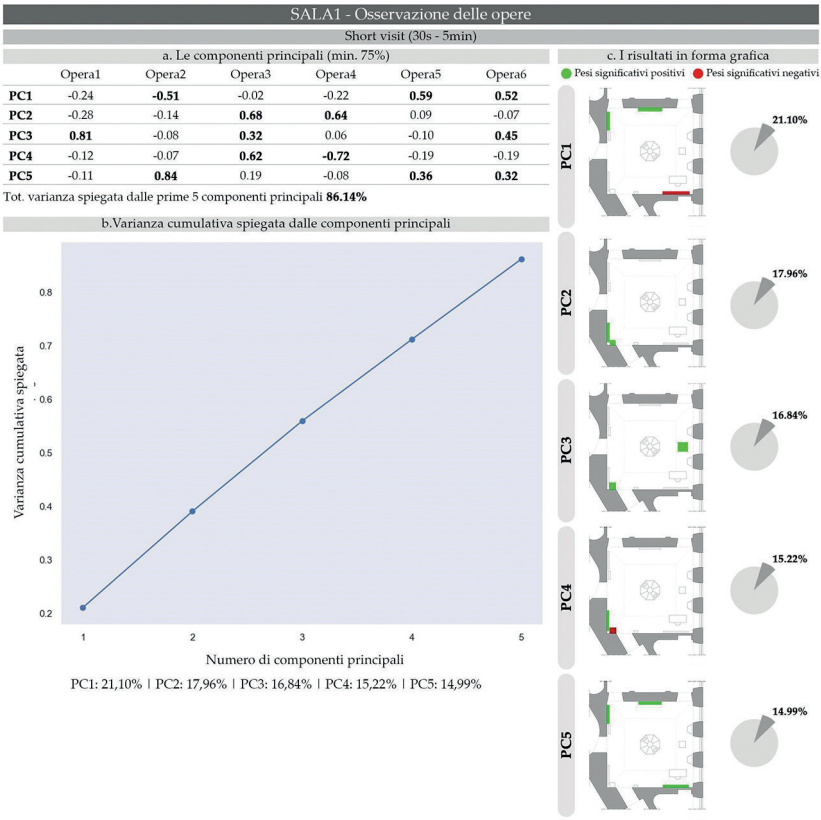


Fig. 5. PCA applicata all'ambito della Sala 1 sui dati relativi all'osservazione delle opere per il profilo *short visit*: a) i pesi delle componenti principali per ogni opera e la varianza totale; b) varianza cumulativa delle componenti principali; c) i risultati espressi in forma grafica (elaborazione degli autori).

L'analisi mette inoltre in luce l'esistenza di relazioni di dipendenza tra opere:

- Opera 2 osservata solo in combinazione con Opere 5 e 6 (PC1, PC5);
- Opera 3 associata a Opera 4 (PC2) e Opera 1 (PC3);
- Opere 5 e 6 risultano co-dipendenti (PC1, PC5)

Differenze si riscontrano, invece, analizzando i risultati riguardanti l'osservazione delle opere nell'ambito del profilo '*long visit*' (Fig. 6), caratterizzato da una dinamica di visita della sala più lenta e approfondita. In questo caso il campione si riduce notevolmente (57 visitatori - rapporto 1:13) ed il comportamento è spiegato per l'89,86% da quattro componenti principali:

- PC1 (32,60%) evidenzia una tendenza a concentrarsi sulle Opere 1 e 6 a scapito dell'Opera 2, esclusa similmente anche dalla PC1 del profilo '*short visit*';

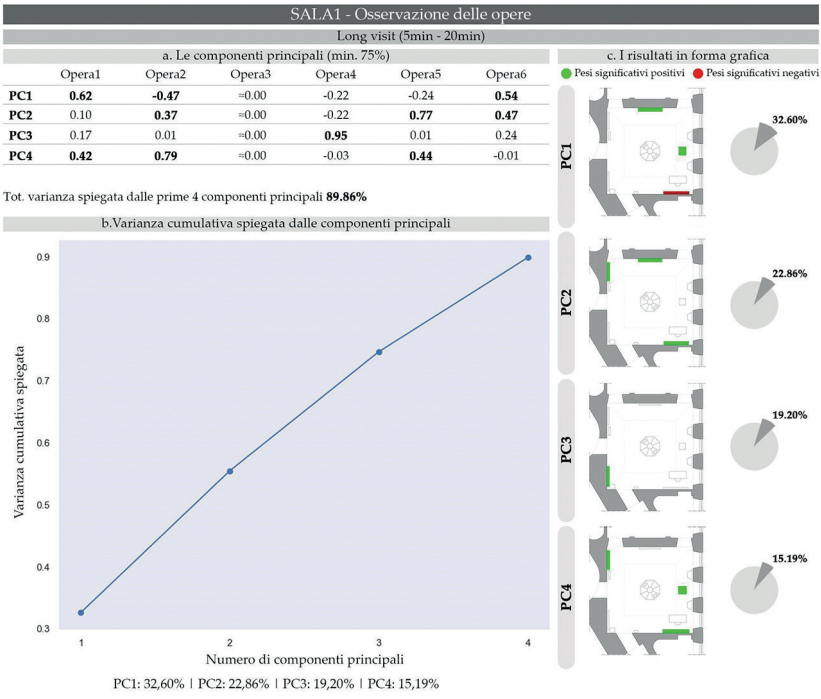


Fig. 6. PCA applicata all'ambito della Sala 1 sui dati relativi all'osservazione delle opere per il profilo *long visit*: a) i pesi delle componenti principali per ogni opera e la varianza totale; b) varianza cumulativa delle componenti principali; c) i risultati espressi in forma grafica (elaborazione degli autori).

- PC2 (22,86%) riprende la PC5 del profilo '*short visit*', suggerendo una correlazione;
- PC3 (19,20%) mostra una tendenza specifica sull'Opera 4;
- PC4 (15,19%) mostra una dipendenza tra le Opere 1, 2 e 5. Quest'ultima mostra, inoltre, un rapporto simile con l'Opera 6 (già emerso in PC2), che a sua volta appare dipendente dall'Opera 1 (PC1).

Nel complesso, l'unica opera indipendente, in questo ambito specifico, risulta essere l'Opera 4, significativa solo in PC3. Al contrario, nel profilo '*short visit*' risultava correlata all'Opera 3 che ora non risulta significativa in nessuna delle componenti.

Parallelamente, il profilo '*short visit*' nella Sala 6 (2631 visitatori) presenta una variabilità comportamentale spiegata per l'87,02% da cinque componenti principali (Fig. 7):

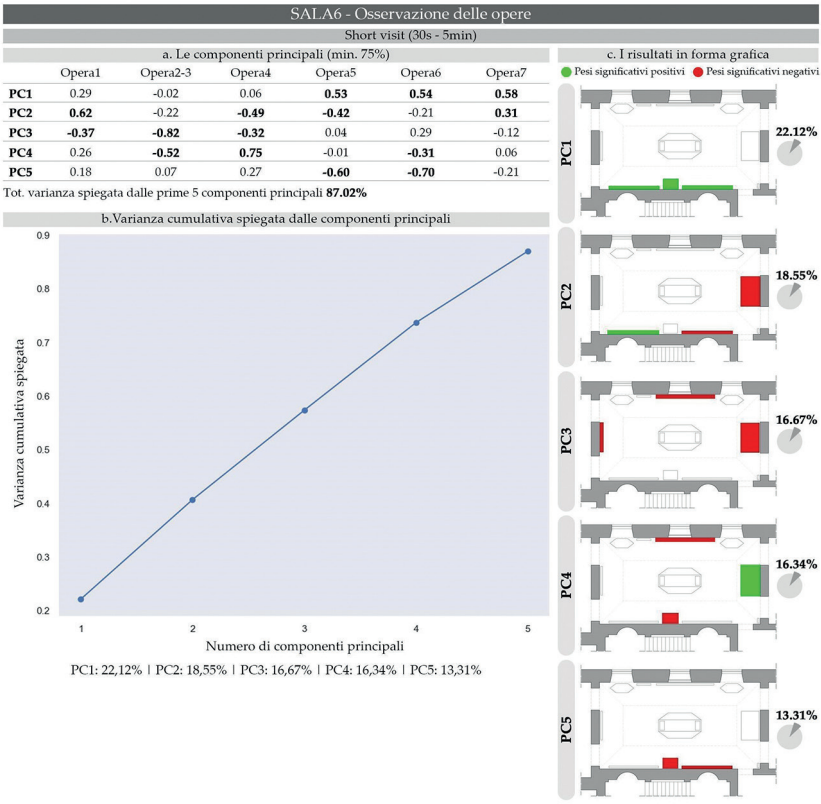


Fig. 7. PCA applicata all'ambito della Sala 6 sui dati relativi all'osservazione delle opere per il profilo *short visit*: a) i pesi delle componenti principali per ogni opera e la varianza totale; b) varianza cumulativa delle componenti principali; c) i risultati espressi in forma grafica (elaborazione degli autori).

- PC1 (22,12%) mostra una concentrazione sulle Opere 5, 6 e 7, poste sulla parete lunga opposta alle finestre;
- PC2 (18,55%) evidenzia una concentrazione sulle Opere 1 e 7 a scapito delle Opere 4 e 5, mostrando una preferenza verso la porzione iniziale della sala;
- PC3 (16,67%) rivela un comportamento orientato alla non osservazione delle Opere 1, 2-3 e 4, opposto a quanto osservato in PC1;
- PC4 (16,34%) caratterizza un comportamento focalizzato sull'Opera 4, modello tridimensionale immediatamente visibile all'ingresso, che esclude le Opere 2-3 e 6, collocate, in maniera speculare, sulle pareti lunghe;
- PC5 (13,31%) descrive, infine, una tendenza alla non osservazione delle Opere 5 e 6.

L'analisi evidenzia diversi tipi di relazioni tra opere:

- Osservazione congiunta (positiva): Opere 5-6-7 (PC1), 1-7 (PC2);
- Non osservazione congiunta (negativa): Opere 4-5 (PC2), 1-2-3-4 (PC3), 2-3-4 (PC4), 5-6 (PC5);
- Osservazione disgiunta (combinazioni positive-negative): Opere 1-4, 1-5 (PC2); 2-3-4 (PC4).

Situazione diversa è quella restituita dal profilo '*long visit*' (84 visitatori - rapporto 1:31), la cui variabilità di comportamento è descritta per il 77,81% da 4 componenti principali (Fig. 8):

- PC1 (21,52%) manifesta una preferenza per Opere 1 e 7, all'inizio della sala, a scapito dell'Opera 4;
- PC2 (20,25%) conferma la penalizzazione dell'Opera 4 ma a favore dell'Opera 2-3, collocata sul lato lungo finestrato;
- PC3 (19,01%), al contrario, mostra un comportamento opposto concentrato sulle Opere 5 e 6, escludendo l'Opera 1, alle spalle del visitatore entrante;
- PC4 (17,02%), infine, descrive un comportamento disgiunto, in cui l'Opera 1 è correlata positivamente con l'Opera 5, ma in opposizione alle Opere 6 e 7.

In questo contesto, i rapporti di dipendenza sono di tipo:

- Osservazione congiunta (positiva): Opere 1-7 (PC1), 5-6 (PC3), 6-7 (PC4);
- Non osservazione congiunta (negativa): Opere 1-5 (PC4);

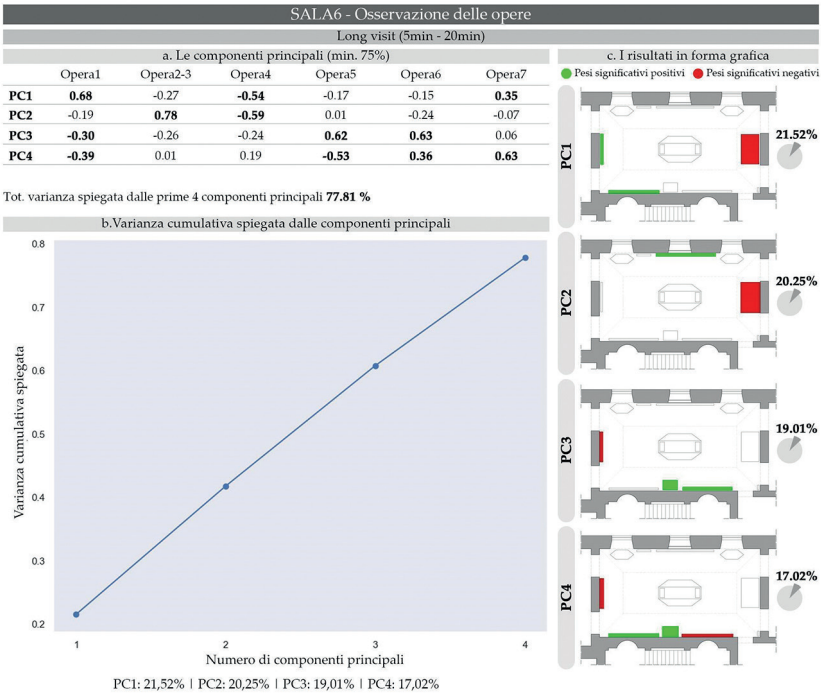


Fig. 8. PCA applicata all'ambito della Sala 6 sui dati relativi all'osservazione delle opere per il profilo *long visit*: a) i pesi delle componenti principali per ogni opera e la varianza totale; b) varianza cumulativa delle componenti principali; c) i risultati espressi in forma grafica (elaborazione degli autori).

- Osservazione disgiunta (combinazioni positive-negative): Opera 4 rispetto a Opere 1 e 7 (PC1), e a Opera 2-3 (PC2), Opera 1 rispetto a Opere 5 (PC3), 6 (PC3, PC4), e 7 (PC4), Opera 5 rispetto a Opere 6 e 7 (PC4).

5.2. Lo stazionamento nelle aree poligonali

Parallelamente, un filone di analisi ha riguardato lo stazionamento nelle aree poligonali. In questo caso, i risultati permettono di identificare le zone maggiormente frequentate e, in relazione al fenomeno dell'osservazione, di suggerire i punti privilegiati da cui le opere vengono ammirate.

Nella Sala 1, la variabilità dello stazionamento dei visitatori inclusi nel profilo '*short visit*' (739) è descritta per l'84,14% da sei componenti principali (Fig. 9):

SALA1 - Stazionamento nelle aree poligonali

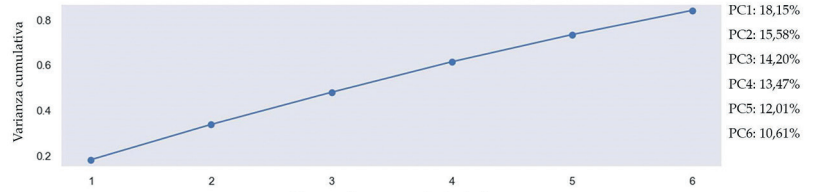
Short visit (30s - 5min)

a. Le componenti principali (min. 75%)

	Opera1	Opera2	Opera3-4-Ingresso1	Ingresso2	Opera5-Ingresso3	Opera6	Ingresso4	Schermi
PC1	**-0.33**	-0.27	-0.07	0.01	**0.57**	**0.63**	**0.30**	0.01
PC2	**-0.50**	**0.52**	**0.57**	-0.12	0.14	0.02	-0.28	0.21
PC3	**-0.34**	**-0.36**	-0.23	**0.40**	-0.05	-0.21	-0.26	**0.66**
PC4	-0.04	0.07	0.06	**0.76**	0.22	0.06	-0.27	**-0.53**
PC5	**-0.41**	0.05	0.14	0.26	**-0.39**	-0.18	**0.74**	-0.09
PC6	0.25	**-0.58**	**0.77**	0.06	-0.09	0.04	-0.01	0.04

Tot. varianza spiegata dalle prime 6 componenti principali **84.14%**

b. Varianza cumulativa spiegata dalle componenti principali



c. I risultati in forma grafica

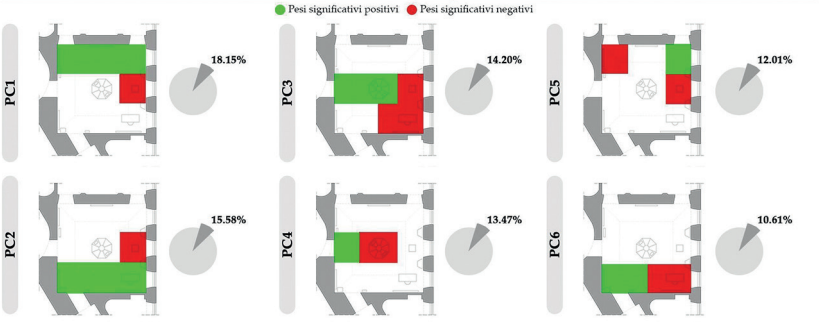


Fig. 9. PCA applicata all'ambito della Sala 1 sui dati relativi allo stazionamento nelle aree poligonali per il profilo *short visit*: a) i pesi delle componenti principali per ogni area e la varianza totale; b) varianza cumulativa delle componenti principali; c) i risultati espressi in forma grafica (elaborazione degli autori).

- PC1 (18,15%) descrive una preferenza per le zone Opera 5–Ingresso 3, Opera 6 e Ingresso 4 (parte iniziale della sala), a scapito di Opera 1, analogamente a quanto rilevato nella PC1 dell'osservazione;
- PC2 (15,58%), di contro, mostra un'attenzione rivolta alla zona Opera 2, Opera 3-4–Ingresso 1 (lato opposto della sala), ancora una volta a scapito di Opera 1;
- PC3 (14,20%) sottolinea una preferenza per le aree Schermi e Ingresso 2 (zona centrale della sala), con esclusione delle aree Opera 1 e Opera 2;
- PC4 (13,47%) si concentra sulla zona di Ingresso 2, escludendo l'installazione centrale;
- PC5 (12,01%) descrive una tendenza allo stazionamento presso In-

gresso 4, a scapito delle aree Opera 1 e Opera 5–Ingresso 3;
- PC6 (10,61%), infine, mostra un comportamento speculare, con maggiore stazionamento nella zona Opera 3-4–Ingresso 1, a scapito di Opera 2.

Tra le relazioni evidenti emergono:

- Stazionamento congiunto (positivo): Opera 5–Ingresso 3, Opera 6 e Ingresso 4 (PC1), Opera 2 con Opera 3-4–Ingresso 1 (PC2), Ingresso 2 con Schermi (PC3);
- Non stazionamento congiunto (negativo): Opera 1 con Opera 2 (PC3), Opera 1 con Opera 5–Ingresso 3 (PC5);
- Stazionamento disgiunto (combinazioni positive-negative): Opera 1 in contrasto con tutte le altre aree (PC1, PC2, PC3, PC5), Opera 2 rispetto a Ingresso 2 e Schermi (PC2), e a Opera 3-4–Ingresso 1 (PC6), Schermi rispetto a Ingresso 2 (PC4), Ingresso 4 rispetto a Opera 5–Ingresso 3 (PC5).

Differenti sono, invece, le tendenze del profilo '*long visit*' (57 visitatori - 1:13), il cui comportamento è descritto per il 79,18% da cinque componenti principali (Fig. 10):

- PC1 (24,56%) mostra una preferenza per l'area centrale e terminale della sala, tra le aree Opera 2, Opera 3-4-Ingresso 1 e Schermi, a scapito di Opera 1;
- PC2 (15,86%) si presenta simile, ma sostituisce Schermi con Opera 1, penalizzando Ingresso 4;
- PC3 (13,71%) si caratterizza esclusivamente per lo stazionamento in Ingresso 2;
- PC4 (12,86%) mostra una preferenza per Opera 5–Ingresso 3, a scapito di Ingresso 4;
- PC5 (12,18%), infine, descrive una concentrazione sulle aree di ingresso (Opera 5–Ingresso 3 e Ingresso 4), a scapito dell'area Opera 6.

In questo caso, le relazioni emerse sono del tipo:

- Stazionamento congiunto (positivo): Opera 2–Opera 3-4–Ingresso 1 (PC1, PC2), Schermi–Opera 2–3-4–Ingresso 1 (PC1), Opera 1–Opera 2–3-4 (PC2), Opera 5–Ingresso 3–Ingresso 4 (PC5);
- Stazionamento disgiunto (combinazioni positive-negative): Opera 1–Opera 2–3-4–Schermi (PC1), Ingresso 4–Opera 1–2–3-4 (PC2), Ingresso 4–Opera 5–Ingresso 3 (PC4), Opera 6–Opera 5–Ingresso 3–Ingresso 4 (PC5).

SALA1 - Stazionamento nelle aree poligonali

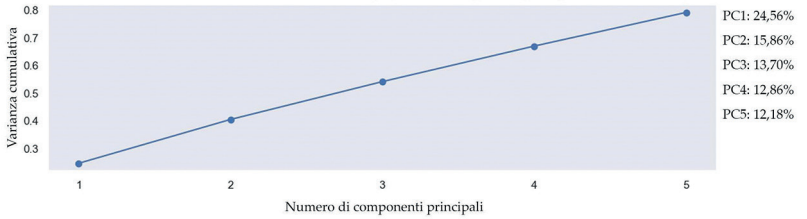
Long visit (5min - 20min)

a. Le componenti principali (min. 75%)

	Opera1	Opera2	Opera3-4-Ingresso1	Ingresso2	Opera5-Ingresso3	Opera6	Ingresso4	Schermi
PC1	**-0.57**	**0.40**	**0.46**	0.06	0.04	0.16	0.09	**0.51**
PC2	**0.40**	**0.56**	**0.49**	-0.10	-0.18	-0.22	**-0.36**	-0.26
PC3	-0.19	0.05	-0.01	**0.90**	0.14	-0.19	-0.17	-0.26
PC4	-0.01	-0.01	0.03	-0.20	**0.88**	0.13	**-0.41**	-0.06
PC5	-0.02	0.24	0.06	-0.10	**0.36**	**-0.41**	**0.74**	-0.28

Tot. varianza spiegata dalle prime 5 componenti principali **79.18%**

b. Varianza cumulativa spiegata dalle componenti principali



c. I risultati in forma grafica

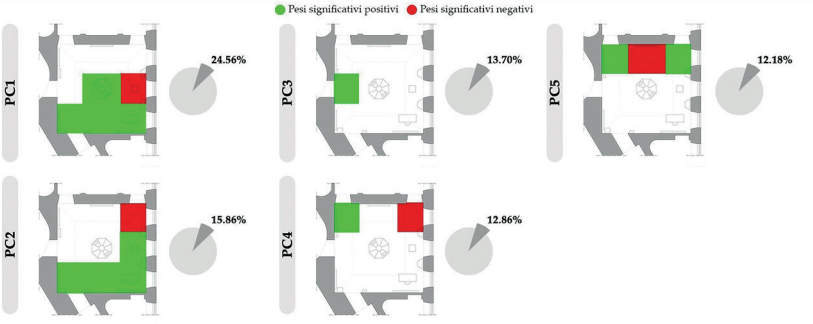


Fig. 10. PCA applicata all'ambito della Sala 1 sui dati relativi allo stazionamento nelle aree poligonali per il profilo *long visit*: a) i pesi delle componenti principali per ogni area e la varianza totale; b) varianza cumulativa delle componenti principali; c) i risultati espressi in forma grafica (elaborazione degli autori).

Nell'ambito, invece, della Sala 6, il comportamento di stazionamento del profilo '*short visit*' (2631 visitatori) è descritto per l'80,41% da otto componenti principali (Fig. 11):

- PC1 (15,31%) mostra una preferenza per l'area di Opera 1 e per tutte le zone situate lungo la parete opposta a quella finestrata: Ingresso 2-3, Ingresso 4, Opera 5, 6, 7;
- PC2 (11,45%) evidenzia un'attenzione nella zona iniziale (Ingresso 4, Opera 1), escludendo invece le aree finali (Ingresso 2-3, Opera 4, 5);
- PC3 (10,36%) segnala una concentrazione su Schermo 1 e 2, a scapito della parete finestrata (Ingresso 1, Opera 2-3);

SALA6 - Stazionamento nelle aree poligonali

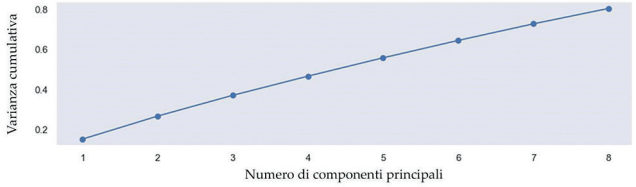
Short visit (30s - 5min)

a. Le componenti principali (min. 75%)

	Ingresso1	Ingresso2-3	Ingresso4	Ingresso5	Opera1	Opera2-3	Opera4	Opera5	Opera6	Opera7	Schermo1	Schermo2
PC1	-0.20	**0.35**	**0.43**	≈0.00	**0.33**	-0.07	0.12	**0.46**	**0.37**	**0.41**	-0.07	-0.09
PC2	-0.14	**-0.42**	**0.32**	≈0.00	**0.47**	0.19	**-0.40**	**-0.35**	-0.11	-0.26	-0.13	-0.29
PC3	**-0.30**	-0.05	-0.07	≈0.00	-0.20	**-0.53**	-0.29	0.10	0.19	0.03	**0.44**	**0.50**
PC4	**0.67**	-0.19	≈0.00	≈0.00	-0.17	**-0.31**	**-0.32**	0.08	**0.34**	0.20	**-0.36**	-0.04
PC5	0.08	-0.15	0.01	≈0.00	-0.01	**0.30**	**-0.44**	0.14	0.13	0.07	**0.61**	**-0.53**
PC6	-0.22	0.08	-0.14	≈0.00	-0.24	**0.57**	**-0.32**	0.27	**0.35**	-0.25	**-0.32**	0.28
PC7	-0.27	**-0.56**	-0.03	≈0.00	0.05	-0.10	**0.36**	-0.16	**0.58**	-0.21	-0.06	-0.24
PC8	**-0.37**	-0.13	**-0.58**	≈0.00	-0.10	-0.06	-0.07	0.09	-0.17	**0.59**	-0.24	-0.22

Tot. varianza spiegata dalle prime 8 componenti principali **80.41%**

b. Varianza cumulativa spiegata dalle componenti principali



PC1: 15,31% PC5: 9,15%
PC2: 11,45% PC6: 8,64%
PC3: 10,36% PC7: 8,26%
PC4: 9,52% PC8: 7,68%

c. I risultati in forma grafica

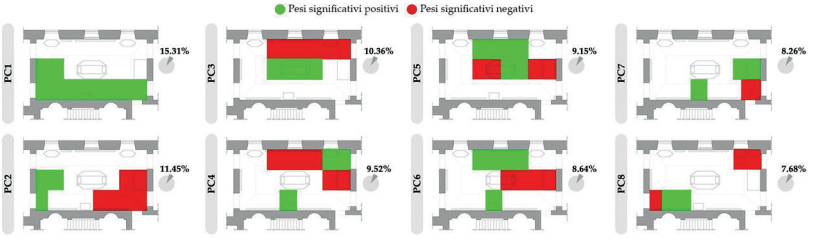


Fig. 11. PCA applicata all'ambito della Sala 6 sui dati relativi allo stazionamento nelle aree poligonali per il profilo *short visit*: a) i pesi delle componenti principali per ogni area e la varianza totale; b) varianza cumulativa delle componenti principali; c) i risultati espressi in forma grafica (elaborazione degli autori).

- PC4 (9,52%) descrive uno stazionamento distribuito su Ingresso 1 e Opera 6, che esclude Opera 2-3, Opera 4 e Schermo 1;
- PC5 (9,15%) si concentra su Opera 2-3 e Schermo 1, escludendo Opera 4 e Schermo 2;
- PC6 (8,64%) mostra una distribuzione su entrambe le pareti lunghe, con stazionamento su Opera 2-3 e 6, a scapito delle aree centrali (Opera 4, Schermo 1);
- PC7 (8,26%) e PC8 (7,68%), infine, descrivono comportamenti minori, con enfasi su Opera 4 e 6 (PC7) e Opera 7 (PC8), escludendo Ingresso 2-3 (PC7) e Ingresso 1 e 4 (PC8).

Tra le relazioni emergono:

- Stazionamento congiunto (positivo): Ingresso 4–Opera 1 (PC1,2); Ingresso 2-3–Opera 5,6,7 (PC1); Schermo 1–Schermo 2 (PC3); In-

gresso 1–Opera 6 (PC4); Opera 2-3–Schermo 1 (PC5); Opera 2-3–Opera 6 (PC6); Opera 4–Opera 6 (PC7);
- Non stazionamento congiunto (negativo): Ingresso 2-3–Opera 4,5 (PC2); Ingresso 1–Opera 2-3 (PC3); Opera 2-3–Schermo 1 (PC4); Schermo 1–Opera 4 (PC5,6); Opera 2-3 (PC6); Ingresso 1,4 (PC8);
- Stazionamento disgiunto (combinazioni positive-negative): Ingresso 1–Schermo 1-2 (PC2), Opera 7 (PC8); Ingresso 2-3–Ingresso 4–Opera 1 (PC2), Opera 4,6 (PC7); Ingresso 4–Opera 7 (PC8); Opera 2-3–Schermo 1-2 (PC3), Opera 6–Ingresso 1 (PC4); Opera 4–Ingresso 4–Opera 1 (PC2), Ingresso 1 (PC4), Opera 6 (PC4,6), Opera 2-3 (PC 5, 6), Schermo 1 (PC5); Opera 5–Ingresso 4–Opera 1 (PC2); Schermo 1–Ingresso 1 (PC4), Opera 6 (PC4,6), Opera 2-3 (PC6); Schermo 2–Schermo 1–Opera 2-3 (PC5).

Infine, i risultati relativi al profilo '*long visit*' (84 visitatori, 1:31) evidenziano una variabilità di comportamento spiegata per l'82,79% da sette componenti principali (Fig. 12):

- PC1 (19,92%) riprende il pattern del profilo short visit, ma escludendo Opera 5 e 7;
- PC2 (13,04%) mostra una preferenza per Schermo 1 e Ingresso 2-3, a scapito di Opera 2-3 e Schermo 2;
- PC3 (10,94%) penalizza Schermo 2 in favore di Opera 4 e 5;
- PC4 (10,29%) concentra lo stazionamento su Opera 5, escludendo Opera 1 e 4;
- PC5 (10,20%) favorisce Ingresso 1 e Opera 2-3, penalizzando nuovamente Schermo 2;
- PC6 (9,44%) mostra preferenza per Opera 7, ancora a scapito di Opera 1 e 4;
- PC7 (8,92%) si concentra sulle aree terminali Ingresso 1 e 2-3, escludendo Opera 2-3.

Le relazioni tra aree poligonali indicano:

- Stazionamento congiunto (positivo): Ingresso 2-3, 4 con Opera 1, 6 (PC1); Ingresso 2-3 con Schermo 1 (PC2); Opera 4 con Opera 5 (PC3); Opera 2-3 con Ingresso 1 (PC5); Ingresso 1 con Ingresso 2-3 (PC7);
- Non stazionamento congiunto (negativo): Opera 2-3 con Schermo 2 (PC2); Opera 1 con Opera 4 (PC4);
- Stazionamento disgiunto (combinazioni positive-negative): Opera 1 con Opera 5 (PC4); Opera 2-3 con Ingresso 1 (PC7), Ingresso 2-3

SALA6 - Stazionamento nelle aree poligonali

Long visit (5min - 20min)

a. Le componenti principali (min. 75%)

	Ingresso1	Ingresso2-3	Ingresso4	Ingresso5	Opera1	Opera2-3	Opera4	Opera5	Opera6	Opera7	Schermo1	Schermo2
PC1	-0.11	**0.37**	**0.53**	≈0.00	**0.47**	0.03	-0.10	0.16	**0.50**	0.14	-0.17	-0.06
PC2	-0.08	**0.38**	≈0.00	≈0.00	-0.13	**-0.32**	-0.01	0.07	≈0.00	-0.01	**0.70**	**-0.48**
PC3	0.25	-0.10	-0.19	≈0.00	-0.16	-0.17	**0.51**	**0.57**	0.24	0.10	-0.29	**-0.31**
PC4	-0.01	0.04	-0.17	≈0.00	**-0.31**	0.12	**-0.61**	**0.57**	0.24	-0.18	0.08	0.26
PC5	**0.35**	-0.04	-0.04	≈0.00	0.07	**0.71**	-0.20	-0.06	-0.02	≈0.00	0.02	**-0.56**
PC6	0.09	-0.10	-0.19	≈0.00	0.01	-0.18	**-0.32**	-0.04	-0.03	**0.90**	-0.02	-0.03
PC7	**0.86**	**0.69**	0.16	≈0.00	0.03	**-0.35**	-0.16	-0.16	-0.05	-0.17	0.02	0.15

Tot. varianza spiegata dalle prime 7 componenti principali **82.79%**

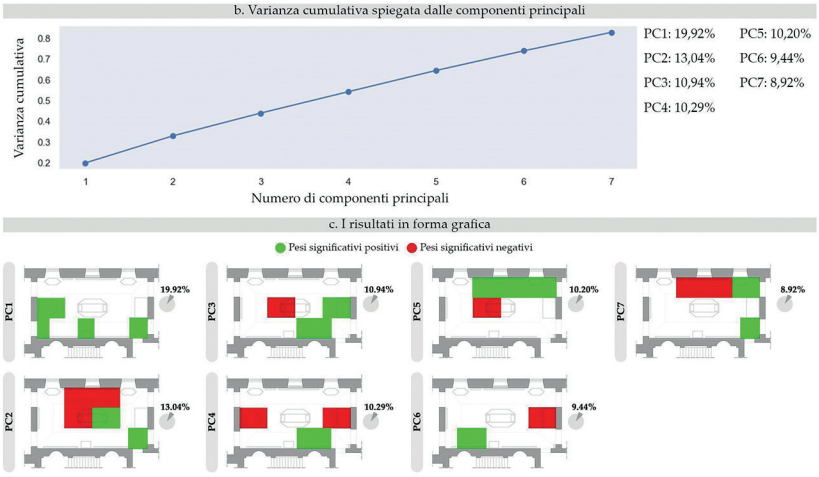


Fig. 12. PCA applicata all'ambito della Sala 6 sui dati relativi allo stazionamento nelle aree poligonali per il profilo *long visit*: a) i pesi delle componenti principali per ogni area e la varianza totale; b) varianza cumulativa delle componenti principali; c) i risultati espressi in forma grafica (elaborazione degli autori).

(PC2, PC7), Schermo 1 (PC2); Opera 4 con Opera 5 (PC4), Opera 7 (PC6); Schermo 2 con Schermo 1 e Ingresso 2-3 (PC2), Opera 4, 5 (PC3), Opera 2-3 e Ingresso 1 (PC5).

6. Discussione

Pur nella complessità inevitabile dell'intreccio dei diversi fattori, l'analisi offre risultati di interesse nel dibattito sulle dinamiche che regolano le traiettorie della visita museale.

Uno degli obiettivi di ARTEMISIA è stato quello di cercare di analizzare anche gli aspetti emotivi e l'atteggiamento culturale determinante nelle scelte comportamentali della visita (Ceccarelli et al., 2024; Palombini et al., 2025). In tale prospettiva emerge la distinzione di alcuni orientamenti generali riferibili a una visita consapevole, "erudi-

ta" guidata da obiettivi specifici, e una più istintiva, emotiva, che si fa guidare dalla curiosità e dagli aspetti estemporanei come dimensioni, colori, soggetti notevoli.

D'altro canto, la letteratura sottolinea il peso del fattore architettonico dell'organizzazione dello spazio nel determinare le scelte di movimento dei singoli, che ha portato alla teorizzazione di una vera e propria sintassi dello spazio progettato (Hillier e Hanson, 1984; Hillier, 2007; Stöger, 2011). Dunque, quale peso ha il vincolo architettonico e quale l'atteggiamento più o meno consapevole, più o meno erudito o istintivo, nelle scelte di visita?

I risultati offrono spunti in tal senso. Anzitutto, il peso del fattore spaziale-architettonico sembra trovare una conferma nel fatto che la forma e la dimensione delle sale determinano una diversa variabilità legata alla durata della visita: nella Sala 1, più piccola e di forma quadrata, i risultati della PCA fra la *short* e la *long visit* mostrano una differenza inferiore a quella della Sala 6, più vasta e di forma allungata. Inoltre, l'analisi rivela in varie componenti anche un'associazione di opere che fanno capo all'ottimizzazione del percorso su un lato o su un altro delle sale che evidenzia, anche in questo caso, la rilevanza del fattore architettonico.

Al contempo, la PCA mostra anche la presenza dei criteri di scelta selettiva: sia in talune associazioni non giustificate in termini di contiguità spaziale, sia nella presenza di componenti legate alla scelta esclusiva per tipologie artistiche, come dipinti *vs* modelli plastici/oggettistica nelle teche. Quest'ultimo aspetto si evidenzia sia nella prima sala che nella seconda, qui soprattutto nella visita più duratura, con PC1 e 2 che prediligono gli aspetti emotivamente d'impatto dei dipinti (dimensioni, colori forti), escludendo i modelli plastici del Bernini, svantaggiati peraltro anche da una posizione non felice, fra due tele dal forte contenuto narrativo e con due dipinti enormi sulla parete opposta.

Ne deriva un'indicazione di compresenza di criteri condizionanti in cui il fattore architettonico sembrerebbe essere più significativo per le visite brevi, e cedere il passo all'evidenza di attitudini emotive e culturali nella visita più prolungata, anche se tale differenza è sicuramente meno evidente per uno spazio più piccolo e raccolto simmetricamente.

7. Conclusioni e prospettive future

Questo studio esplora l'impiego delle tecnologie di intelligenza artificiale per analizzare il comportamento dei visitatori all'interno dei

contesti museali, con l'obiettivo di migliorare l'esperienza del pubblico e ottimizzare la gestione degli spazi espositivi. Attraverso sensori di ultima generazione, vengono raccolti dati relativi ai movimenti dei visitatori, incluse la posizione e la direzione dello sguardo. Tali informazioni vengono successivamente elaborate mediante la *Principal Component Analysis* (PCA), una tecnica statistica che consente di individuare pattern ricorrenti nei comportamenti, sia in relazione all'osservazione delle opere d'arte, sia rispetto alla permanenza in specifiche aree poligonali delle sale espositive del Museo di Roma a Palazzo Braschi. L'analisi distingue tra profili di visita breve e lunga, al fine di comprendere in che modo la durata dell'esperienza influenzi i comportamenti osservati.

In termini di profittabilità per il mercato culturale, l'identificazione di schemi ricorrenti nei comportamenti può permettere di sviluppare un approccio innovativo per affrontare le sfide legate alla gestione dei dati complessi acquisiti dall'ente e alla personalizzazione dell'esperienza culturale.

I musei, come altre istituzioni culturali, raramente dispongono di strumenti in grado di analizzare grandi quantità di informazioni relative ai visitatori, alla fruizione delle collezioni temporanee o permanenti, all'acquisto dei servizi accessori, sviluppando così attività promozionali e di posizionamento della propria offerta secondo criteri standard di marketing museale (Kotler et al., 2008).

Tale limite è generalmente legato alla tipologia di strumenti di rilevazione utilizzati per il movimento degli utenti. Si oscilla, infatti, fra metodi di osservazione diretta e utilizzo di dispositivi indossabili, approcci che presentano varie problematiche quali un limitato numero di soggetti studiabili contemporaneamente (e, di conseguenza, un'arbitrarietà involontaria e imprevedibile nella scelta), e la consapevolezza del soggetto di essere sotto osservazione, con il conseguente possibile condizionamento comportamentale. L'utilizzo del tipo di sensoristica adottato dal progetto ARTEMISIA apre la strada a un nuovo tipo di rilevamento dei movimenti, un approccio massivo, in grado di prendere in considerazione un campione idealmente coincidente con la totalità dell'universo in analisi e senza che il singolo utente ne sia consapevole (non vengono raccolti dati sensibili).

Al di là delle vaste potenzialità gestionali che questi dispositivi presentano (con la possibilità di monitoraggio in tempo reale delle diverse sezioni di un museo e l'opportunità di ottimizzare l'indirizzamento

del pubblico con interventi specifici), ciò spalanca la strada, da un lato, all'utilizzo di modelli matematici e statistici che si attagliano ai grandi numeri, dall'altro, a strumenti di analisi più raffinati e dettagliati sulle traiettorie degli utenti e le loro intersezioni e interazioni. Il caso qui presentato di utilizzo della PCA è in questo senso un semplice ma rappresentativo esempio degli approcci idealmente possibili e delle loro potenziali ricadute, sul piano dell'indagine sociale e della pianificazione economica.

Il sistema ARTEMISIA dimostra come all'interno di un contesto culturale, la PCA possa in prospettiva fungere da strumento efficace per semplificare e interpretare dati anche di natura diversa, identificando i fattori principali che influenzano il comportamento dei visitatori e contribuendo a ottimizzare le strategie di marketing. Le prospettive d'uso di questa metodologia possono essere distinte tra aspetti gestionali e promozionali.

Dal punto di vista gestionale, la PCA potrebbe consentire di ridurre la dimensionalità dei dataset museali, spesso caratterizzati da variabili interconnesse e difficili da analizzare. Un esempio sono i questionari somministrati ai visitatori di un museo, nei quali le risposte possono includere informazioni demografiche, preferenze culturali e feedback sull'esperienza di visita e sull'interazione con lo staff. La possibilità di effettuare simultaneamente una valutazione oggettiva del proprio personale, in relazione ai flussi di visita e alle analisi degli indicatori di performance con la compresenza di grandi flussi di visitatori, potrebbe risultare complessa senza un approccio sistematico. La PCA, in tal senso, permette di sintetizzare le informazioni in poche componenti che spiegano la maggior parte della varianza nei dati, mettendoli potenzialmente a confronto con il flusso di visita analizzato in un dato momento. Queste componenti possono far emergere fattori latenti, come l'interesse per elementi specifici o l'importanza attribuita all'interattività tecnologica, migliorando la capacità predittiva dell'istituzione. Tale processo avviene già in altri campi affini come quello delle istituzioni e degli enti di formazione, garantendo attraverso la PCA anche l'identificazione delle variabili critiche negli aspetti relazionali con gli utenti (Yi, 2019). È inoltre possibile, attraverso sistemi che sfruttano la PCA, modellare i dati ottenuti dall'analisi dei visitatori in relazione alle politiche di governance delle istituzioni culturali, al fine di ricavare una analisi consuntiva e predisporre una valutazione predittiva sul

cambiamento sociale generato e potenziale nella dimensione del patrimonio culturale (Florea et al., 2020).

Dal punto di vista della promozione dell'offerta, la PCA è sovente utilizzata nel marketing per la segmentazione del pubblico nelle analisi di mercato (Savic et al., 2019), al fine di individuare una somiglianza nell'acquisto o nell'utilizzo dei servizi da parte di un gruppo di consumatori, così da identificare comportamenti o tendenze ripetitive e creare nuove campagne di fidelizzazione e acquisizione. In assonanza con questo, i musei possono riconoscere, attraverso strumenti come quelli generati dal progetto ARTEMISIA, gruppi omogenei di visitatori con caratteristiche simili, facilitando la creazione di campagne promozionali mirate e personalizzate, aumentando l'efficacia delle strategie di comunicazione. Questi segmenti possono essere poi utilizzati per sviluppare contenuti promozionali specifici o progettare percorsi espositivi diversificati, nonché servizi accessori personalizzati sulla base di segmenti di fruitori divisi per cluster.

In questa direzione, per la sperimentazione realizzata, i risultati ottenuti hanno suggerito un'interazione tra i vincoli architettonici e gli atteggiamenti dei visitatori nella definizione dei percorsi di visita. Le dimensioni e la conformazione degli ambienti sembrano incidere sulla variabilità della durata: nelle visite più brevi, i fattori spaziali appaiono predominanti, mentre nelle visite più lunghe emergono con maggiore evidenza componenti emotive e culturali. Queste evidenze possono supportare scelte strategiche volte a ottimizzare l'allestimento delle mostre, gestire in modo più efficace i flussi di pubblico e, in definitiva, arricchire l'esperienza culturale complessiva. Il contributo dello studio risiede, dunque, nell'approfondimento delle dinamiche che influenzano i percorsi di visita, integrando fattori spaziali con possibili dimensioni emotive e culturali. Si tratta ovviamente dei primi passi di analisi statistiche di questo tipo applicate a dati da sensoristica ottenuti in modalità massiva, vista la novità dei sensori stessi e della raccolta non legata a dispositivi indossabili. Il presente lavoro vuole, infatti, aprire uno sguardo sulle nuove opportunità consentite da questo tipo di rilevamento, che in prospettiva potranno permettere di ragionare in termini di big data sulle traiettorie museali e sulle dinamiche sociali ed emotive che le presiedono.

Riferimenti bibliografici

ABDI, H., WILLIAMS, L. J. (2010), *Principal component analysis*, in "Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics", 2, 4, pp. 433-459.

ALELIS, G., BOBROWICZ, A., ANG, C. S. (2013), *Exhibiting emotion: capturing visitors' emotional responses to museum artefacts*, in A. Marcus (ed.), *Design, User Experience, and Usability. User Experience in Novel Technological Environments*, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 429-438.

BALZOTTI, C. et al. (2020), *Forecasting visitors' behaviour in crowded museums*, in "Collective Dynamics", 5, pp. 499-501.

BOURDEAU, L., CHEBAT, J. C. (2001), *An empirical study of the effects of the design of the display galleries of an art gallery on the movement of visitors*, in "Museum Management and Curatorship", 19, pp. 63-73.

CASOLLA, G. et al. (2020), *Exploring unsupervised learning techniques for the Internet of Things*, in "IEEE Transactions on Industrial Informatics", 16, 4, pp. 2621-2628.

CECCARELLI, S. et al. (2024), *Evaluating visitors' experience in museum: comparing artificial intelligence and multi-partitioned analysis*, in "Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage", 33, e00340.

CENTORRINO, P. et al. (2021), *Managing crowded museums: Visitors flow measurement, analysis, modeling, and optimization*, in "Journal of Computational Science", 53, 101357.

CUENCA-AMIGO, M., MAKUA, A. (2017), *Audience development: A cross-national comparison*, in "Academia Revista Latinoamericana de Administración", 30, pp. 156-172.

D'AMELIO, A. M. et al. (eds) (2018), *Museo di Roma in Palazzo Braschi: Brief Guide*, Silvana Editoriale, Milano.

DANIOTTI, B. et al. (eds) (2020), *Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment*, Springer, Cham.

DIM, E., KUFLIK, T. (2014), *Automatic detection of social behavior of museum visitor pairs*, in "ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems", 4, 4, 17, pp. 17:1-17:30.

FLOREA, I. M. et al. (2020), *Public Governance and Cultural Heritage: Exploring the Links between Culture and Social Indicators with the Principal Component Analysis* in D. Turcanu-Carutiu (ed), *Heritage*, IntechOpen.

HILLIER, B. (2007), *Space is the machine: A configurational theory of architecture*, Space Syntax, London.

HILLIER, B., HANSON, J. (1984), *The Social Logic of Space*, Cambridge University Press, Cambridge.

KOTLER, N. G. et al. (2008), *Museum Marketing and Strategy: Designing Missions, Building Audiences, Generating Revenue and Resources*, Jossey-Bass, San Francisco, pp. 27-29.

KUFLIK, T. et al. (2012), A*nalysis and prediction of museum visitors' behavioral pattern types*, in A. Krüger, T. Kuflik (eds), *Ubiquitous Display Environments*, Cognitive Technologies, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 161-176.

LANIR, J. et al. (2017), *Visualizing museum visitors' behavior: Where do they go and what do they do there?*, in "Personal and Ubiquitous Computing", 21, pp. 313-326.

LI, J. et al. (2023), *A bibliometric analysis of immersive technology in museum exhibitions: exploring user experience*, in "Frontiers in Virtual Reality", 4, 1240562.

MAVRAGANI, E., LYMPEROPOULOS, C. (2013), *Factors affecting museum visitors' satisfaction: The case of Greek museums*, in "Tourismos", 8, 2, pp. 271-287.

ORENES-VERA, M. et al. (2021), *RECITE: A framework for user trajectory analysis in cultural sites*, in "Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments", 13, 5, pp. 389-409.

PALAU-SAUMELL, R. et al. (2016), *The role of emotions in a model of behavioral intentions of visitors to the Gaudí historic house museums in Barcelona, Spain*, in "Visitor Studies", 19, pp. 156-177.

PALOMBINI, A. et al. (2025), *Artificial Intelligence algorithms for the characterisation of visitors' trajectories in a cultural context*, in G. Bretti et al. (eds), *Mathematical Modeling in Cultural Heritage*, MACH 2023, Springer INdAM Series, Springer, Singapore, pp. 117-135.

PATNAIK, M. et al. (2024), *Monitoring groundwater quality using principal component analysis*, in "Applied Geomatics", 16, 1, pp. 281-291.

PIERDICCA, R. et al. (2019), *IoT and engagement in the ubiquitous museum*, in "Sensors", 19, 1387.

RICCI, E. (1989), *Palazzo Braschi: storia ed architettura di un edificio settecentesco*, vol. 2, Palombi, Roma.

ROSSI, L. et al. (2021), *Human trajectory prediction and generation using LSTM models and GANs*, in "Pattern Recognition", 120, 108136.

ROUSSOU, M., KATIFORI, A. (2018), *Flow, staging, wayfinding, personalization: Evaluating user experience with mobile museum narratives*, in "Multimodal Technologies and Interaction", 2, 32.

SAVIC, A. et al. (2019), *An Application of PCA Based K-Means Clustering for Customer Segmentation* in "One Luxury Goods Company", in UBT International Conference, Pristina, Kosovo, pp. 86-93.

SERRELL, B. (1997), *Paying attention: The duration and allocation of visitors' time in museum exhibitions*, in "Curator", 40, pp. 108-125.

STÖGER, H. (2011), *Rethinking Ostia: A spatial enquiry into the urban society of Rome's imperial port-town*, vol. 24, Leiden University Press, Leiden.

VILLANI, T. et al. (2024), *Optimising usability in museums – Integrated management of data on the use of space and cultural content*, in "AGATHÓN | International Journal of Architecture, Art and Design", 16, pp. 220-231.

WANG, S. (2020), *Museum as a sensory space: A discussion of communication effect of multi-senses in Taizhou Museum*, in "Sustainability", 12, 3061.

YALOWITZ, S. S., BRONNENKANT, K. (2009), *Timing and tracking: Unlocking visitor behavior*, in "Visitor Studies", 12, pp. 47-64.

YI, M. (2019), *Application of Principal Component Analysis in Teaching Evaluation*, in "Frontiers in Sport Research", 1, 1.

ZAMMUNER, V. (2006), *La fruizione museale – Un'esperienza complessa di natura sociale, cognitiva ed emozionale*, in C.F. Frateschi, M. Mistri (eds), *I valori dell'arte – Economia e psicologia della cultura*, Carocci, Roma, pp. 97-125.

7. Moda e innovazione museale: l'utilizzo dell'intelligenza artificiale nel progetto *CHANGES - Cultural Heritage Active Innovation for Next-Gen Sustainable Society*

Romana Andò, Samuele Briatore, Juliana Bez Kroeger

1. Introduzione

Fin dagli anni Novanta, il mondo museale ha iniziato a sperimentare l'uso delle tecnologie digitali[1], in un processo che si è intensificato nel tempo e ha ricevuto una forte accelerazione durante la pandemia di Covid-19. In questo percorso, nuovi temi centrali per il dibattito museologico sono emersi e si sono affermati, tra i quali la nozione stessa di museo virtuale (Deloche, 2001; Giannini e Bowen, 2019) e il ripensamento del rapporto tra museo e pubblico, considerato oggi sia nella sua dimensione fisica che in quella digitale e interattiva (Solima, 2012).

Questo processo di trasformazione si inserisce in un dibattito più ampio sulla museologia digitale contemporanea, che vede convergere diverse prospettive teoriche, dalla *post-digital museology* (Parry, 2013) che ridefinisce il rapporto tra fisico e digitale, alla teoria della *cultural citizenship* (T. Miller, 2007) che enfatizza il ruolo partecipativo del pubblico nella co-creazione di significati culturali. Nel contesto specifico della moda, il riconoscimento del *fashion heritage* come patrimonio culturale legittimo (Taylor, 2004; Steele, 2008) ha aperto nuove prospettive per l'applicazione di tecnologie avanzate alla valorizzazione di collezioni che incarnano non solo valore estetico, ma anche memoria sociale, identità culturale e *know-how* artigianale.

---

[1] Già a partire dagli anni Novanta, alcune istituzioni museali hanno iniziato a esplorare l'uso delle tecnologie digitali. Il *Natural History Museum* di Londra (https://www.nhm.ac.uk), ad esempio, ha lanciato il proprio sito web nel 1994, introducendo anche un gioco interattivo, e ha realizzato le sue prime installazioni multimediali e interattive nel 1995. Un altro esempio è la *Web Gallery of Art* (https://www.wga.hu/), una collezione virtuale di arte europea, disponibile online dal 1996.

In particolare, come evidenzia Franceschini (2019), le piattaforme digitali si propongono come *repository* di oggetti traducendo l'archivio materiale in un'architettura digitale costituita da file e dati, sebbene tale trasformazione comporti mutamenti nella materialità stessa degli oggetti di moda. Gli archivi digitali della moda svolgono un ruolo cruciale nel processo di digitalizzazione e apertura delle collezioni, favorendo al contempo processi di descrizione e integrazione che ridefiniscono le modalità di accesso e fruizione del *fashion heritage* (Calanca, 2020).

Come sottolinea Steele (2008, pp. 7–11), l'ascesa delle esposizioni di moda nei musei ha rappresentato un momento cruciale di legittimazione, in cui la moda è passata dall'essere percepita come effimero fenomeno commerciale a essere riconosciuta come patrimonio culturale meritevole di tutela e valorizzazione. Questo riconoscimento ha contribuito ad ampliare le pratiche curatoriali e, in prospettiva, ha anche aperto la strada a sperimentazioni innovative, tra cui l'impiego di tecnologie digitali e, più recentemente, di strumenti basati sull'intelligenza artificiale (IA).

In questo quadro, le tecnologie digitali non sono più soltanto strumenti di supporto alle attività di valorizzazione e comunicazione, ma si configurano sempre più come mezzi narrativi e di coinvolgimento all'interno del museo, in grado di modificarne o integrarne le funzioni e le strategie tradizionali. Come dimostrano Martin e Vacca (2018), le tecnologie digitali offrono nuovi approcci e strumenti per riconsiderare e trasmettere il *know-how*, le tradizioni e le memorie della moda tanto nelle collezioni e nelle esposizioni museali quanto negli archivi d'impresa, permettendo di tradurre il patrimonio materiale e immateriale della moda nell'era digitale. Il coinvolgimento del pubblico nella narrazione e nella co-creazione museale può, infatti, essere potenziato attraverso l'impiego di esperienze immersive rese possibili, almeno in parte, da strumenti come la realtà virtuale (VR), la realtà aumentata (AR), la ricostruzione 3D e l'intelligenza artificiale.

L'impatto pervasivo del digitale nei musei non riguarda soltanto le attività che essi svolgono – come la conservazione, la valorizzazione e la fruizione del patrimonio – ma investe anche le modalità con cui queste funzioni vengono realizzate. In particolare, il tema delle trasformazioni organizzative e delle competenze professionali necessarie all'interno delle istituzioni museali per affrontare il processo di digitalizzazione è oggi al centro del dibattito sul futuro del settore culturale (Taormina e Bonini Baraldi, 2022).

Sebbene l'intelligenza artificiale non sia un fenomeno nuovo, esistendo da più di cinquant'anni (McCorduck, 2004), negli ultimi anni il dibattito intorno alle sue applicazioni è cresciuto significativamente, arrivando anche a toccare i musei. L'IA si è progressivamente integrata nell'esperienza museale, in termini di mostre virtuali o visite immersive, rappresentando una sfida per la definizione di un nuovo storytelling, attento alle molteplici sfaccettature di lettura che il museo deve offrire ai visitatori, dall'ipertestualità alla narrazione integrata e orientata alla valorizzazione di tutto il mondo "sommerso" che costituisce il cuore dell'identità museale nel quotidiano.

Il contesto tecnologico globale è, ovviamente, un fattore determinante per questo processo di trasformazione del museo: secondo il *Digital 2025 Global Overview Report* di We Are Social e Meltwater, il 70,5% della popolazione mondiale – pari a 5,78 miliardi di persone – possiede un dispositivo mobile, mentre 5,56 miliardi di persone utilizzano internet, corrispondenti al 67,9% della popolazione globale. Questi numeri parlano da soli e segnalano l'urgenza, per le istituzioni culturali, di adeguarsi a un ecosistema digitale sempre più pervasivo e interconnesso in cui coinvolgere gli utenti attraverso i propri dispositivi digitali.

Anche nel contesto italiano, dunque, il massiccio utilizzo delle tecnologie digitali da parte della popolazione ha accelerato un cambiamento di paradigma nella progettazione e gestione delle politiche culturali[2]: le istituzioni museali non possono più sottrarsi alla necessità di ripensare modalità di accesso, partecipazione e coinvolgimento, facendo del digitale non solo uno strumento, ma un vero e proprio ambiente operativo.

In questo scenario si inserisce il progetto CHANGES - *Cultural Heritage Active Innovation for Next-Gen Sustainable Society* che rientra nel settore Cultura umanistica e patrimonio culturale, è diviso in nove spoke

[2] Nel D.M n. 113 emanato il 21 febbraio 2018 del MIBACT si legge: "Adeguato spazio va dato inoltre all'utilizzo di tecnologie. L'importanza della rete come primo approccio conoscitivo fra l'utente/visitatore e gli istituti museali è stata più volte messa in evidenza. Pertanto, la disponibilità di informazioni online sull'accesso al museo, sulle collezioni, sui servizi, sulle attività extra – inclusi social network, applicazioni, ecc. – e la loro efficacia in termini di aggiornamento ed esaustività delle informazioni, diventano di primaria importanza. […] Ai visitatori vanno offerti strumenti multimediali che divulghino contenuti scientifici mediante l'integrazione di testi, immagini, audio e video, affiancandosi così ai tradizionali sistemi didattici. Si fa riferimento con ciò alle applicazioni scaricabili su tablet e telefoni mobili di ultima generazione" (D.M. n.113, 2018).

tematici e comprende una linea d'azione nello spoke 2 denominata *Fashion Cultural Heritage. Memorie, musei, esperienze*. Il progetto, finanziato sui fondi del PNRR[3], adotta un approccio multidisciplinare in cui l'utilizzo delle nuove tecnologie si articola intorno a diversi obiettivi, dalla mappatura delle collezioni museali legate alla moda sul territorio italiano, alla costruzione di reti e connessioni volte a valorizzare il patrimonio spesso invisibile della cultura che si esprime attraverso la moda, fino alla sperimentazione di modalità di fruizione del museo rese possibili dalle tecnologie digitali. La moda, in particolare, si rivela un terreno privilegiato per questa sperimentazione digitale, poiché si fonda su un patrimonio ricco di materiali visivi, estetici e narrativi che ben si prestano a forme di valorizzazione mediate dall'intelligenza artificiale. L'interazione tra moda e tecnologie emergenti consente non solo di documentare e conservare gli oggetti, ma anche di riattivarli narrativamente e renderli nuovamente accessibili in modo coinvolgente, superando i limiti della fruizione museale tradizionale. Non solo. Le sperimentazioni in termini di metaverso e realtà aumentata da parte di brand del lusso rappresentano un interessante punto di partenza per riflettere su esperienze, in store e online, in cui il consumatore viene coinvolto sempre più come esploratore dell'universo simbolico del brand oltre che come potenziale acquirente. La dimensione immersiva, cioè, diventa un tratto comune dell'esperienza con la moda, che sia in un negozio o in un museo.

Tornando al progetto CHANGES, il primo passo è stato la creazione di una rete accessibile e dinamica di musei, archivi e fondazioni, con lo scopo di rendere il patrimonio della moda più accessibile e porre le basi per lo sviluppo di strategie di coinvolgimento partecipativo dei pubblici nella fruizione culturale. Tra il 2023 e il 2024, il team di ricerca ha censito oltre 1.200 musei, fondazioni e archivi legati alla moda presenti su tutto il territorio italiano. Circa 700 di queste realtà hanno, poi, partecipato a un'indagine esplorativa, rispondendo a un questionario finalizzato a classificare le collezioni possedute in base alla loro tipologia.

Il processo di mappatura ha adottato un approccio metodologico ampio e inclusivo, articolato in tre fasi principali: identificazione, sele-

---

[3] Il PNRR, acronimo di Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, è il piano elaborato dall'Italia per accedere ai fondi del programma europeo *Next Generation EU*. È stato sviluppato per affrontare le conseguenze economiche e sociali della pandemia da Covid-19 e si articola in investimenti e riforme da realizzare entro il 2026.

zione e rilevazione dei dati. La ricerca delle istituzioni è stata condotta attraverso ricerche web sistematiche utilizzando motori di ricerca con parole chiave specifiche quali "museo", "collezione", "archivio", "fondazione", combinati con denominazioni geografiche regionali e provinciali. Sono state inoltre consultate banche dati[4] esistenti e analizzati i siti istituzionali di regioni, province e comuni per individuare musei civici e collezioni locali. L'obiettivo non era circoscrivere l'indagine ai soli musei della moda in senso stretto, o riconosciuti come tali, ma individuare tutte quelle realtà che custodivano patrimoni legati all'abbigliamento, ai tessuti, agli accessori e alle pratiche produttive della moda, indipendentemente dalla loro denominazione o mission istituzionale primaria. Sono state quindi contattate istituzioni di ogni tipologia presenti sul territorio italiano e reperibili attraverso le ricerche condotte. Sono state incluse nella mappatura tutte le istituzioni che rispondevano ad almeno uno dei seguenti criteri: presenza documentata di collezioni, oggetti o archivi legati ad abbigliamento storico e contemporaneo, tessuti e manufatti tessili, strumenti e macchinari della produzione tessile, documentazione e archivi d'impresa del settore moda/tessile, costumi teatrali, paramenti liturgici, costumi tradizionali ed etnoantropologici; utilizzo della moda o del costume come tema espositivo ricorrente o permanente; impiego strategico della moda come strumento narrativo o di valorizzazione del patrimonio culturale.

Per ciascuna istituzione identificata è stato somministrato via e-mail un questionario strutturato, con successivi solleciti telefonici alle istituzioni non rispondenti. Il questionario indagava dati identificativi (denominazione, tipologia istituzionale, localizzazione), consistenza e tipologia delle collezioni, stato di catalogazione, modalità di accesso, attività espositive e didattiche, personale dedicato e strategie di valorizzazione. Sono stati così contattati musei ecclesiastici che conservano paramenti liturgici e tessuti sacri, musei etnografici con collezioni di costumi tradizionali, musei archeologici con reperti tessili antichi, teatri e sartorie d'arte con costumi di scena, manifatture storiche che preservano archivi produttivi, oltre naturalmente a musei e collezioni storiche specializzate in abiti e accessori.

Il questionario strutturato somministrato alle istituzioni combinava domande chiuse e domande aperte. Le prime chiedevano espres-

[4] Tra le banche dati consultate: Portale Archivi della Moda del Novecento, la sezione dedicata di Archivi.org e Museionline.info.

samente se custodissero manufatti, documenti o elementi materiali e immateriali riconducibili al sistema moda, consentendo di ottenere dati quantitativi sul patrimonio diffuso. Le seconde permettevano alle istituzioni di descrivere liberamente le proprie collezioni, fornendo informazioni qualitative dettagliate su tipologie, consistenza e caratteristiche dei patrimoni conservati. Le 700 risposte ricevute sono state sottoposte a un'analisi quali-quantitativa che ha integrato metodi statistici descrittivi per le domande chiuse e analisi di contenuto con codificazione induttiva per le risposte aperte. Quest'ultima ha permesso di costruire progressivamente una classificazione articolata in nove categorie tematiche, emerse dall'identificazione ricorrente di *pattern* nelle autodefinizioni fornite dalle istituzioni e nelle descrizioni delle collezioni: musei e collezioni storiche di abiti, tessuti e accessori; archivi d'impresa e di creativi; musei etnografici e antropologici; manifatture e imprese storiche; fondazioni, scuole e centri di studio; musei artistici e decorativi; teatri, musei teatrali, cinematografici e sartorie d'arte; musei ecclesiastici; musei archeologici. Questa classificazione non è stata predefinita a priori, ma è emersa induttivamente attraverso l'analisi sistematica dei dati raccolti. L'emergere di queste categorie ha rivelato la natura profondamente trasversale e interdisciplinare del *fashion heritage* italiano, evidenziando come il patrimonio della moda non risieda esclusivamente in istituzioni specializzate ma pervada musei di diversa natura. È importante sottolineare che molte istituzioni presentavano caratteristiche riconducibili a più di una categoria, configurando sovrapposizioni significative che testimoniano la complessità e la ricchezza del panorama museale italiano legato alla moda.

L'indagine ha portato alla luce un patrimonio sorprendente e poco conosciuto: veri e propri "tesori nascosti", rappresentati da istituzioni di piccole, medie e grandi dimensioni che custodiscono capi di abbigliamento, gioielli, tessuti e altri manufatti, spesso rientranti in più di una categoria museale, la cui visibilità era finora rimasta limitata persino tra gli operatori del settore. La mappatura e la successiva trasformazione dei dati raccolti in un *database open access*, pensato per appassionati, studiosi, studenti e professionisti del settore, rappresentano il primo passo verso nuove forme di musealizzazione della moda. Il database organizza le istituzioni attraverso schede individuali che includono dati identificativi, descrizione delle collezioni, un oggetto rappresentativo scelto dall'istituzione stessa accompagnato da immagine e testo descrittivo redatto da curatori o operatori interni. Le

schede sono ricercabili per categoria tematica (secondo le nove tipologie identificate), per localizzazione geografica e per parole chiave, consentendo una navigazione intuitiva e stratificata del patrimonio mappato. L'obiettivo è quello di costruire un sistema collaborativo in cui istituzioni, archivi e fondazioni possano connettersi, fisicamente e digitalmente, per promuovere una conoscenza condivisa del sistema moda italiano e del suo ruolo centrale nella cultura, nell'economia e nella politica del Paese. E su queste basi, l'innovazione digitale si configura come un'estensione naturale delle strategie di conservazione e valorizzazione del patrimonio, uno strumento essenziale per garantire che questo patrimonio resti accessibile, dinamico e significativo per il pubblico contemporaneo, in qualità di visitatori ma anche di cittadini.

Lo step successivo del progetto CHANGES è stato lo sviluppo di *Zooming Fashion*, un'applicazione mobile progettata per arricchire l'esperienza museale attraverso una narrazione personalizzata e immersiva degli oggetti esposti. L'app è stata ideata per leggere gli oggetti oltre la loro fisicità, trasformando capi statici in "oggetti parlanti", capaci di restituire informazioni storiche, materiali e culturali attraverso interfacce digitali semplici e intuitive. Realizzata con un approccio di co-design e testata su un caso pilota in collaborazione con l'Archivio Balestra e lo studio Ultravioletto, *Zooming Fashion* si propone come strumento accessibile di mediazione culturale, in grado di coniugare valorizzazione del patrimonio e innovazione tecnologica. Questo primo prototipo rappresenta un esempio concreto di come anche tecnologie digitali leggere, se ben progettate, possano contribuire a superare la distanza tra conservazione e coinvolgimento, rafforzando l'accessibilità, la comprensione e l'interazione con il patrimonio culturale della moda.

Per dar conto di questa prospettiva, il presente contributo si articola in tre parti: la prima analizza l'impatto dell'intelligenza artificiale nel contesto museale e in quello del patrimonio culturale, la seconda approfondisce il crescente rapporto tra moda e tecnologie digitali e l'utilizzo dell'intelligenza artificiale in ambito fashion, e la terza e ultima parte presenta in dettaglio l'applicazione *Zooming Fashion*.

2. L'impatto dell'intelligenza artificiale nel contesto museale

L'intelligenza artificiale nasce dall'ambizione di comprendere e replicare l'intelligenza umana, costruendo macchine capaci di agire in una vasta gamma di situazioni, dall'apprendimento automatico alla perce-

zione, dalla risoluzione di problemi alla gestione dei processi decisionali, dalla guida autonoma alla creazione artistica (Russell e Norvig, 2021). Le tecnologie di intelligenza artificiale possono essere classificate in diversi modi: tra i principali approcci troviamo la visione artificiale, l'apprendimento automatico, la robotica e l'elaborazione automatica del linguaggio naturale (*Natural Language Processing*). Negli ultimi anni si è diffusa anche una nuova area di sviluppo dell'IA: l'intelligenza artificiale generativa. A partire dal 2022, l'anno in cui sono diventate più conosciute, queste tecnologie non si limitano più, infatti, ad analizzare dati, ma sono in grado di produrre nuovi contenuti, come testi, immagini, musica o video. Strumenti oggi molto diffusi come ChatGPT o Google Gemini permettono di generare risposte testuali a partire da semplici domande, mentre applicazioni come DALL·E creano immagini a partire da descrizioni fornite dagli utenti. Le sfide aperte nei confronti dei sistemi educativi e di gestione della conoscenza sono, in questo senso, molto interessanti (Baidoo-Anu e Ansah, 2023).

Anche in ambito museale, l'intelligenza artificiale ha introdotto nell'ultimo decennio significative innovazioni, rispetto al modo in cui i musei operano, raccontano le collezioni e si relazionano con il pubblico. Tuttavia, per fare chiarezza e per comprendere l'effettiva applicazione dell'Intelligenza artificiale nei musei può essere opportuno ricorrere alla distinzione tra Intelligenza Artificiale Ristretta (*Artificial Narrow Intelligence, ANI*) e Intelligenza Artificiale Generale (*Artificial General Intelligence, AGI*) (Kaplan e Haenlein, 2019). ANI indica sistemi progettati per compiti ristretti (ad es. raccomandazione, classificazione di immagini, NLP) e oggi copre la quasi totalità delle applicazioni museali. AGI è invece un'ipotesi di intelligenza a capacità generale di apprendimento/adattamento, non legata a un compito specifico (non implica necessariamente forme robotiche umanoidi). Le tecnologie ANI permettono di velocizzare molte attività che altrimenti richiederebbero il lavoro umano e consentono di gestire una mole considerevole di dati con un notevole risparmio di tempo e costi (Villaespesa e French, 2019). In ambito museale ad oggi si applica quasi esclusivamente l'ANI. È facilmente intuibile che molte delle funzioni dell'IA a livello museale hanno riguardato per molto tempo l'ambito gestionale. Più recentemente, anche come conseguenza della pandemia di Covid-19, le tecnologie IA hanno cominciato a rappresentare una leva di trasformazione complessiva dell'istituzione museale e della sua relazione con le collezioni e con i visitatori.

Volendo provare a costruire una classificazione delle differenti applicazioni di IA in ambito museale possiamo individuare:

1. Le tecnologie IA utilizzate per l'analisi NLP (*Natural Language Processing*) e di big data.
2. Le tecnologie IA utilizzate per il design dell'esperienza museale, anche in versione esclusivamente digitale.
3. Le tecnologie IA utilizzate per l'interazione con il visitatore e la costruzione di un'esperienza di fruizione coinvolgente e immersiva.

Nel primo caso facciamo riferimento a due diverse tecnologie: la prima, basata sugli algoritmi NLP, consente di comprendere, analizzare e manipolare il linguaggio umano. Una delle principali applicazioni in ambito museale è certamente quella dell'analisi delle recensioni lasciate online dagli utenti dei musei o delle richieste di informazioni.

Questa tipologia di dati è solo una di quelle che un museo è oggi in grado di raccogliere e gestire attraverso tecnologie di IA. L'insieme delle cosiddette *analytics* dei musei, che vanno dal semplice dato sul numero dei biglietti venduti per periodo, orario e tipologia di utente, ai dati relativi alle interazioni sui profili social e alle visite al sito, fino ai più sofisticati output dei sistemi di tracciamento oculare (*eye-tracking*) e sensori remoti (*remote sensor systems*), rappresenta una risorsa importantissima per la pianificazione delle attività del singolo museo e la definizione delle strategie di *audience development* e *audience engagement*. Un esempio interessante è quello dell'uso dei big data da parte di una istituzione come la National Gallery di Londra (Murphy e Villaespesa, 2020), in cui i dati delle esperienze relative alle gallerie principali sono stati analizzati con l'obiettivo di garantire sia un valore aggiunto nell'esperienza dei visitatori futuri sia la sostenibilità finanziaria dell'organizzazione.

Molti musei stanno implementando l'uso dell'intelligenza artificiale per analizzare le reazioni dei visitatori rispetto agli ambienti di cui si compone il museo, per comprendere meglio il loro pubblico attraverso l'analisi della *customer journey map* e profilare i visitatori sulla base dei pattern di comportamento rilevati, con l'obiettivo di arrivare allo sviluppo di applicazioni personalizzate in contesti pubblici e privati.

Questa funzione dell'IA è strategica rispetto alla ridefinizione delle strategie di *audience development* che, come sottolinea Kawashima (2000), riguardano in generale le politiche di promozione del consumo culturale tra differenti settori e comunità di un Paese.

La centralità dell'approccio dell'*audience development* è, d'altra parte, dimostrata da uno studio promosso dalla Commissione Europea nel 2017, *Study on Audience Development-How to place audiences at the centre of cultural organisations* (European Commission et al., 2017), in cui sono riportati i risultati di un'analisi condotta su trenta organizzazioni e istituzioni culturali, con l'obiettivo di fornire strumenti utili a professionisti, decisori politici, accademici, studenti e a chiunque sia interessato ad approfondire *l'audience development*[5] nei contesti museali. L'integrazione dell'IA nella definizione delle politiche di sviluppo del consumo culturale, tanto in ottica di ampliamento dell'audience potenziale (per esempio rispetto al superamento di barriere fisiche e/o culturali nell'accesso al museo), quanto nel senso del rafforzamento dei processi di fidelizzazione e engagement, appare, dunque, cruciale in setting progressivamente sempre più dinamici (Bollo, 2014).

La seconda tipologia di applicazione dell'IA in ambito museale è quella che riguarda il design partecipativo, l'*interaction design*, e il *pedagogical design* (Pisoni et al., 2021). L'intelligenza artificiale può, infatti, essere utilizzata per supportare la progettazione degli spazi espositivi dei musei, superando i limiti dei metodi tradizionali di progettazione spaziale. L'IA può, per esempio, facilmente processare informazioni relative agli spazi museali, generando rapidamente un ampio numero di planimetrie delle sale espositive, abbreviando il ciclo di progettazione e migliorando l'efficienza progettuale. Le planimetrie generate possono essere personalizzate, soddisfacendo i requisiti progettuali di diversi scenari ed esigenze dei visitatori e dei curatori dei musei (Tang et al., 2024).

Allo stesso modo l'IA può consentire la progettazione del museo digitale. Come sappiamo, la cultura digitale nei musei è cresciuta parallelamente alla ridefinizione del concetto di accessibilità culturale, al punto che un'esperienza museale virtuale può rappresentare un'alternativa altamente inclusiva a una visita più tradizionale (Hutson e Hutson, 2023; Lee et al., 2022). Non solo. Secondo Dal Falco e Vassos (2017) le interfacce IA possono trasformare radicalmente lo storytelling educativo dei musei, soprattutto in una dimensione di fruizione online, dove l'esposizione della cultura si può avvalere di più complesse e interattive narrazioni. Possiamo, poi, considerare anche l'uso della modellazione 3D ad alta precisione, la realtà virtuale (VR) e la realtà aumentata (AR) per creare o replicare immagini tridimensionali di scene e manufatti

[5] Per una review della letteratura sul tema si veda Ayala et al. (2024).

storici, offrendo agli utenti un'esperienza immersiva (Zhao e Yezhova, 2024). Ma la dimensione del design supportato dall'IA non riguarda solo la progettazione degli spazi fisici o l'organizzazione degli spazi virtuali del museo online: essa riguarda anche la gestione delle modalità di fruizione dell'oggetto culturale esposto (indicazioni, *storytelling* aggiornato o modifiche nella configurazione tematica).

Si pensi, in particolare, all'etichettatura informativa degli oggetti e delle opere d'arte del museo, che rappresenta un momento cruciale nel processo di percezione e accesso alle informazioni per un visitatore. Se l'esperienza museale dell'oggetto si avvia con l'osservazione dello stesso, è evidente che questa non è, tuttavia, sufficiente a soddisfare quei bisogni informativi che si vanno a definire esattamente dopo che lo sguardo si è concentrato sull'oggetto stesso (cfr. infra). Il bisogno di informazioni del visitatore può, peraltro, essere multidimensionale, conoscitivo, di intrattenimento, educativo (Aslan, 2021) e spesso non si esaurisce nel minimo contributo cognitivo che l'etichetta posta accanto all'oggetto fornisce.

Fin dagli studi di Solima (2012) è apparso chiaro come l'esperienza museale non si limiti alla conoscenza circoscritta e tradizionale disponibile nelle sale, ma possa e debba, invece, essere compresa e analizzata nella sua complessità, data dalle diverse caratteristiche che gli utenti mettono in gioco nella visita: dalle capacità psicomotorie alla sfera cognitiva, dal feedback sensopercettivo alle emozioni, inclusi gli atteggiamenti culturali, sociali e tecnologici. Ogni volta che gli utenti affrontano un'esperienza culturale si comportano secondo i loro "universi", che coinvolgono funzioni sensoriali, mentali e motorie nel tempo e nello spazio. Le tecnologie digitali in questo senso trasformano il museo in uno spazio ibrido e complesso, dove la natura virtuale dell'oggetto, così come consentita dall'IA, si mescola senza soluzione di continuità con la sua natura fisica di artefatto (Irace et al., 2014).

Infine, l'IA si applica all'esperienza museale facilitando la gestione dell'interazione con il visitatore. La creazione di guide virtuali e avatar digitali per i visitatori, utilizzando tecnologie di deep learning e modellazione 3D, può infatti migliorare significativamente l'immersione e il coinvolgimento degli utenti.

Molti musei hanno implementato questa funzione da tempo, contando sui costi relativamente bassi delle tecnologie e delle risorse implicate (Gaia et al., 2019). I chatbot possono essere inseriti nei siti web dei musei o integrati in app o piattaforme social, ma anche essere disponi-

bili nei musei per migliorare l'esperienza di visita, fornendo contenuti personalizzati in base agli interessi e alla cronologia delle interazioni del pubblico. In molti casi, come riportato dallo studio di Varitimiadis et al. (2021), i chatbot museali si limitano a offrire informazioni pratiche in relazione alla visita, ma i musei stanno implementando sistemi di gestione di domande più complesse, per cui il chatbot è in grado di rispondere in modo personalizzato (sulla base di una profilazione dell'utente in ingresso) a domande su collezioni o altri argomenti relativi al museo. In prospettiva, applicando l'IA generativa, i chatbot potrebbero essere progettati per apprendere dalla molteplicità di esperienze e reazioni dei visitatori e migliorare l'esperienza complessiva dell'utente. Da semplici avatar a basso impatto estetico, oggi i chatbot si sono evoluti almeno dal punto di vista del design: in molti casi sono robot amichevoli che accolgono le persone all'ingresso dei musei.

L'applicazione dell'intelligenza artificiale nei musei è, dunque, in rapida crescita sebbene a questa accelerazione non corrisponda fino in fondo una chiarezza del funzionamento dell'IA tale da garantire, sia per i visitatori sia per il personale del museo, l'uso efficace di tecnologie innovative per ottenere un vantaggio competitivo (Derda e Predescu, 2025).

Un altro rischio è quello sottolineato da Colamedici e Arcagni (2024): "Se vediamo l'IA come una sorta di magia infallibile, possiamo attribuirle un'autorità immotivata e fare affidamento su di essa senza il dovuto spirito critico. La 'scatola nera' della IA rappresenta un punto in cui la tecnologia supera, almeno in parte e per il momento, la capacità di comprensione dei suoi creatori. È cruciale, quindi, mettere in guardia dal confondere illusionismo e magia, mostrando i limiti e le potenzialità dell'uno e dell'altra" (ivi, p. 48).

Come sottolineano Murphy et al. (2024), il dibattito sull'IA è spesso caratterizzato da eccessive semplificazioni, ed è fondamentale non solo conoscere a fondo la tecnologia che si intende utilizzare, ma anche avere chiaro quali dati serviranno come *input* e quali risultati si produrranno come *output*. "La migliore tecnologia è quella che fornisce risposte e soluzioni alle domande e alle sfide che un museo affronta, anziché limitarsi a essere un elemento aggiuntivo. La tecnologia ben utilizzata contribuisce a portare avanti la missione del museo" (Ibid.).

Una sintesi critica dell'applicazione dell'IA ai musei è proposta da Derda e Predescu (2025) a partire da uno studio dei contesti museali dei Paesi Bassi, noti per l'alta densità dell'offerta museale, l'approccio

innovativo verso la tecnologia e le solide infrastrutture digitali. Con oltre 600 musei e un forte impegno nella digitalizzazione del patrimonio culturale, i Paesi Bassi rappresentano, infatti, un ambiente ideale per studiare l'integrazione dell'intelligenza artificiale nei musei e per avere un terreno di confronto per altre realtà internazionali.

La ricerca dimostra come per gli operatori dei nove musei coinvolti, l'IA da una parte può favorire l'interazione tra pubblico e museo, adattando le esposizioni alle preferenze individuali e migliorando così l'esperienza educativa. Dall'altra, si teme che la facilità d'uso della tecnologia possa ridurre il valore insostituibile della curatela umana e dell'interazione personale, oltre che essere ancora una dimensione che viene gestita in outsourcing, da partner esterni da cui il museo finisce con il diventare dipendente.

Le conclusioni di Derda e Predescu (Ibid.) indicano l'importanza di mantenere il controllo umano nell'adozione dell'IA, in linea con i principi dell'intelligenza artificiale *human-centred*, decisamente più focalizzata sulle tecnologie che possono potenziare l'essere umano senza sostituirlo (Floridi et al., 2018). Il rischio di compromettere la credibilità dei musei è una delle principali preoccupazioni emerse dallo studio. Inoltre, problematiche come i *bias*, la mancanza di trasparenza e la sovrastimolazione sono evidenziate come sfide etiche importanti. La diffidenza verso l'IA è anche legata alla paura dell'ignoto e alla scarsa alfabetizzazione digitale tra i professionisti del settore museale, nonché al timore che la tecnologia sostituisca il lavoro umano, in particolare in un ambito che valorizza fortemente il contatto diretto e la competenza personale.

3. Moda, tecnologie digitali e intelligenza artificiale

Negli ultimi anni la digitalizzazione ha iniziato a trasformare radicalmente il settore della moda, intervenendo in ogni fase della catena del valore: dal design alla produzione, dalla comunicazione alla distribuzione. Questa transizione non è lineare, né esente da ostacoli. In Italia, ad esempio, il processo è ancora in corso: molte aziende, pur consapevoli delle potenzialità delle tecnologie digitali, faticano a trovare un equilibrio tra innovazione e tradizione. Certamente la pandemia di Covid-19, esplosa nel 2020, ha rappresentato un catalizzatore per l'integrazione degli strumenti digitali. Tuttavia, il percorso verso una piena digitalizzazione del settore resta lungo e complesso, richiedendo un impegno significativo in termini di formazione, investimenti e trasformazione culturale.

Come spiegano Brennen e Kreiss (2016), la digitalizzazione implica una trasformazione profonda: non si tratta solo di convertire contenuti analogici in formato digitale, ma di ristrutturare interi processi sociali e produttivi attorno a infrastrutture e logiche digitali. Nella moda, questo significa ridefinire non solo il modo in cui si progettano i capi, ma anche il ruolo dei designer, i tempi e i metodi di produzione, e l'esperienza stessa del consumo.

In questo contesto, l'intelligenza artificiale sta emergendo come uno degli strumenti più promettenti e al tempo stesso controversi. Le sue applicazioni spaziano dalla previsione dei trend al design generativo, fino alla personalizzazione dei prodotti e all'ottimizzazione dei processi produttivi. L'IA consente oggi di analizzare grandi quantità di dati per individuare tendenze emergenti, personalizzare l'esperienza d'acquisto e migliorare la sostenibilità complessiva del settore (Bieńkowska, 2025).

L'applicazione dell'IA al settore creativo solleva questioni teoriche rilevanti sul rapporto tra creatività umana e computazionale. Come osservano Boden (2004) e, più recentemente, Mazzone ed Elgammal (2019), l'intelligenza artificiale generativa non rappresenta semplicemente uno strumento tecnico, ma abilita nuove modalità di *computational creativity* che ridefiniscono i confini tra autore, strumento e opera. Nel solco della *digital curation* e dei processi partecipativi (Ridge, 2014), l'IA può agire da mediatore attivo tra oggetto culturale e fruitore, ampliando la curatela verso processi ibridi in cui algoritmi e curatori collaborano nella costruzione di narrazioni museali.

Molti brand internazionali utilizzano già sistemi predittivi basati sull'intelligenza artificiale per anticipare gusti e preferenze regionali dei clienti, sviluppare collezioni in tempo reale e ottimizzare le catene di fornitura. Questi strumenti elaborano dati provenienti dai social media, dalle ricerche online e dai comportamenti d'acquisto per proporre modelli di consumo altamente reattivi. In questo contesto si inserisce anche *Heuritech*, piattaforma francese che utilizza il deep learning per analizzare milioni di immagini pubblicate ogni giorno sui social network, trasformando queste informazioni visive in insight predittivi sui trend emergenti (Heuritech, n.d.). Tali tecnologie consentono ai brand di prendere decisioni basate su dati reali, riducendo i tempi di sviluppo dei prodotti e migliorando l'allineamento tra offerta e domanda[6].

[6] Tuttavia, questa capacità di risposta immediata del mercato pone alcune criticità, in particolare rispetto alla proliferazione eccessiva dell'offerta, al livellamento delle

L'IA sta, inoltre, diventando uno strumento chiave per i designer, favorendo la creazione di modelli generativi, la prototipazione rapida e la customizzazione dei prodotti (Zou et al., 2019). Come sottolineano Ahteck et al. (2024), il 73% dei dirigenti del settore moda prevedeva che l'IA generativa sarebbe stata una priorità strategica nel 2024. Tuttavia, nonostante l'entusiasmo, l'impiego concreto dell'IA rimane ancora limitato, soprattutto alle fasi di progettazione digitale e controllo qualità. Anche se non ancora utilizzati su larga scala, algoritmi avanzati permettono di trasformare schizzi e *moodboard* in prototipi digitali ad alta fedeltà, riducendo tempi e costi di sviluppo (Jiang et al., 2024). Tecnologie come il *machine learning* e il *motion capture* consentono anche la realizzazione di sfilate virtuali, in cui avatar digitali indossano capi generati da algoritmi, aprendo nuove prospettive per la presentazione e la commercializzazione della moda. Queste stesse tecnologie, se applicate al patrimonio museale, possono aprire scenari del tutto innovativi per la valorizzazione delle collezioni storiche. Si pensi, ad esempio, ad avatar digitali capaci di "indossare" abiti d'archivio ricostruiti virtualmente, offrendo ai visitatori la possibilità di osservare i capi in movimento e di contestualizzarli nei loro ambienti storici e culturali originari. Tali esperienze possono essere sviluppate sia in forma di realtà aumentata, all'interno dello spazio museale fisico, sia in ambienti completamente virtuali, accessibili anche da remoto. In questa prospettiva, l'intelligenza artificiale non si limita a conservare la memoria degli oggetti, ma contribuisce a restituire loro vitalità narrativa, trasformando il museo in uno spazio dinamico di rielaborazione e dialogo con il passato. L'utente, attraverso il proprio avatar, potrebbe simbolicamente "indossare" un abito storico, vivendo un'esperienza immersiva e personalizzata che rafforza il legame con il patrimonio culturale e ne amplia le possibilità di interpretazione, accesso e partecipazione.

L'integrazione dell'intelligenza artificiale nel mondo della moda non si limita all'ottimizzazione delle operazioni aziendali, ma trova terreno fertile anche nella museologia e negli archivi, offrendo nuove modalità di interazione e fruizione del patrimonio culturale legato alla moda (Hajahmadi et al., 2024). La moda sembra, dunque, costituire un campo privilegiato per l'adozione dell'IA nei musei, laddove consente di valorizzare un patrimonio che si fonda su elementi visivi, materici e narra-

scelte stilistiche e al potenziale incremento dei volumi produttivi con conseguenti impatti ambientali.

tivi, particolarmente adatti a essere tradotti in esperienze digitali personalizzate. Gli indumenti portano con sé non solo un valore estetico e storico, ma anche una dimensione identitaria, performativa e sociale che ben si presta alla mediazione interattiva e immersiva. In questo contesto, l'IA offre strumenti innovativi per la conservazione, la valorizzazione e la fruizione del patrimonio della moda. Chatbot interattivi e sistemi di realtà aumentata consentono ai visitatori di immergersi nelle storie degli abiti e dei personaggi che li hanno indossati, offrendo un'esperienza educativa e coinvolgente (OpenAI e Met, 2024). Le piattaforme digitali e le applicazioni immersive rivoluzionano le collezioni museali, permettendo al pubblico di esplorare costumi e abiti in modo interattivo, grazie a filtri di ricerca basati su immagini e algoritmi di personalizzazione.

A differenza della realtà virtuale, in cui avviene una ricostruzione artificiale del mondo in cui l'utente si immerge, nella realtà aumentata si continua a vivere la comune realtà fisica, ma si usufruisce di informazioni aggiuntive virtuali che aumentano l'esperienza della realtà stessa (Galluccio, 2015). Partendo dalla ricerca di Azuma et al. (2001), la realtà aumentata aggiunge al mondo reale dei componenti virtuali generati dal computer, facendo coesistere oggetti fisici reali e oggetti virtuali nello stesso spazio reale. Per poter parlare di sistemi di realtà aumentata, tre sono le proprietà necessarie: combinare oggetti reali e virtuali nell'ambiente reale; essere interattivo in tempo reale; e allineare gli oggetti reali e virtuali tra loro (Azuma et al., 2001). Tali caratteristiche risultano particolarmente efficaci nel campo della moda, dove l'osservazione ravvicinata dei dettagli di abiti e accessori, la ricostruzione dei contesti d'uso e l'interpretazione narrativa degli indumenti possono essere arricchite e amplificate da contenuti aumentati, favorendo così una fruizione più coinvolgente del patrimonio moda nei musei.

Nonostante le straordinarie opportunità di cui si è brevemente dato conto, l'adozione dell'IA nel mondo della moda solleva importanti questioni etiche, giuridiche e sociali. La gestione dei diritti di proprietà intellettuale, soprattutto nel caso di design generati da algoritmi, richiede un'attenzione particolare e pone interrogativi inediti sul ruolo dell'autore e sulla titolarità delle opere (Haug Partners, n.d.). Se un abito è progettato da una rete neurale a partire da input eterogenei, chi ne detiene realmente la paternità? Il designer che ha fornito i dati? L'azienda che ha commissionato il progetto? O l'algoritmo stesso come strumento "creativo"?[7]

[7] Il ruolo esercitato dal *copyright* nella moda è limitato, tanto da consentire la

A ciò si aggiungono le problematiche relative alla protezione dei dati personali, fondamentali per garantire la fiducia dei consumatori in un ecosistema digitale basato su profilazioni, raccolta di preferenze e interazioni online (Singh, 2024). In assenza di regolamentazioni chiare, il rischio è quello di un uso improprio delle informazioni sensibili, con conseguenze anche reputazionali per i brand coinvolti.

Anche l'impatto ambientale dell'intelligenza artificiale merita attenzione: lo sviluppo e il funzionamento di grandi modelli linguistici e sistemi generativi comportano un significativo consumo di energia e di risorse computazionali che, se non gestiti in un'ottica sostenibile, possono aggravare l'impronta ecologica del settore (Bieńkowska, 2025). In un'industria già fortemente criticata per le sue ricadute ambientali, integrare nuove tecnologie senza una strategia ecologica rischia di amplificare criticità esistenti. Non meno rilevanti sono le questioni sociali: l'adozione massiva dell'IA nella filiera moda potrebbe comportare trasformazioni nel mercato del lavoro, con la riduzione di mansioni tradizionali e la necessità di nuove competenze digitali. Questo richiede un ripensamento delle politiche formative, ma anche un'attenta valutazione dell'equità di accesso e delle ricadute sulle professioni creative e artigianali, che costituiscono una parte identitaria del made in Italy.

L'IA sta senza dubbio trasformando il mondo della moda, offrendo nuove opportunità per la progettazione, la produzione, la commercializzazione e la fruizione del patrimonio culturale. Tuttavia, affinché questa trasformazione sia realmente sostenibile, inclusiva e trasparente, è fondamentale affrontare le sfide etiche e legali connesse all'adozione di tali tecnologie, promuovendo un approccio critico e responsabile all'innovazione digitale nel settore moda.

4. *Zooming Fashion*

Come anticipato nella premessa di questo contributo, l'ultima fase del progetto CHANGES è stata dedicata all'esplorazione di nuove modalità di fruizione del patrimonio culturale legato alla moda, con particolare attenzione all'impiego dell'intelligenza artificiale come strumento per la costruzione di un'esperienza personalizzata, immersiva e acces-

---

diffusione di pratiche di imitazione e appropriazione di modelli, come osservano Scruggs (2007) e Hagin (1991), anche se ogni Paese presenta una propria legislazione e un grado di tutela, più o meno ampio, della proprietà intellettuale.

sibile degli abiti esposti nei musei e negli archivi aperti al pubblico. L'approccio adottato combina la ricerca teorica e la sperimentazione pratica, integrando prospettive delle scienze sociali, degli studi sulla moda e delle strategie di comunicazione digitale, con un focus specifico sulle pratiche museali e sull'applicazione della realtà aumentata.

L'analisi condotta a partire dalla mappatura preliminare dell'offerta museale di moda in Italia ha, infatti, consentito di sviluppare una riflessione critica sulle modalità esistenti di valorizzazione del patrimonio della moda nei musei e negli archivi e sulla necessità di sperimentare esperienze museali maggiormente immersive e coinvolgenti, superando la staticità della fruizione museale tradizionale. In tale contesto è stato, dunque, sviluppato un prototipo di applicazione, *Zooming Fashion*, presentato in occasione dell'edizione 2024 della *Maker Faire*, grazie alla collaborazione con l'Archivio Balestra, che è stato individuato come caso pilota.

Fin dal titolo dell'applicazione appare chiaro l'intento di superare l'immobilismo dell'osservazione dell'oggetto museale (cfr. supra) a favore di una potenziale espansione dello sguardo del visitatore. L'idea dello *zooming* rimanda, infatti, alla possibilità di vedere da vicino, ingrandire, scoprire le caratteristiche di un oggetto che non sono visibili a occhio nudo, tanto quanto allargare il campo di visione oltre l'oggetto stesso. La tecnologia come protesi dell'essere umano che consente di superare i limiti posti in questo caso da una teca di vetro, che non permette di avvicinarsi e di interagire.

Come abbiamo visto la frustrazione del visitatore di un museo è spesso legata alla mancanza di informazioni, al limitato contributo offerto dalle brevi didascalie poste accanto agli oggetti esposti, al bisogno non soddisfatto di esplorare gli universi di senso che si aprono a partire dall'osservazione. Come evidenzia Fragomeni (2010), prima degli anni Settanta i musei presentavano etichette e pannelli didattici testuali, statici e difficili da leggere, spesso trascurati come pensieri dell'ultimo minuto, scritti in un gergo tecnico specializzato che risultava insormontabile per i visitatori medi. Solo a partire dagli anni Ottanta, con l'affermarsi della *New Museology* e la democratizzazione del museo moderno, le etichette espositive hanno iniziato a trasformarsi in strumenti di comunicazione efficaci, evolvendosi verso un tono più accessibile, amichevole e conversazionale. In questo contesto, Roberts et al. (2018) sottolineano come i display interattivi digitali nei musei possano essere utilizzati non solo per organizzare contenuti informa-

tivi, ma soprattutto per arricchire la conversazione sociale e promuovere il coinvolgimento dei visitatori con gli artefatti autentici esposti, trasformando le etichette tradizionali in esperienze di apprendimento partecipative. E questo è tanto più vero nel caso dell'esposizione di oggetti di moda. Le gallerie del costume, meravigliose quanto a quantità ed eterogeneità dei capi e degli accessori esposti, patrimonio ineguagliabile della storia sociale, culturale, politica ed economica di un Paese, appaiono, tuttavia, statiche, silenziose. Elizabeth Wilson le rappresenta metaforicamente come stanze abitate da fantasmi (Wilson, 1985) laddove l'abito, perso il corpo che lo dovrebbe abitare e il movimento che dovrebbe animarlo, rimane spoglio, pur nella sua magnificenza. Persino triste.

Lo sviluppo tecnologico e metodologico di *Zooming Fashion* ha integrato diverse fasi di ricerca empirica e progettazione iterativa. Prima della fase di sviluppo tecnologico, è stata condotta una piccola ricerca etnografica presso Palazzo Pitti, Museo Ferragamo e Museo Gucci, nel dicembre 2023[8], durante la quale ci si è interrogati sull'esperienza della moda in contesti museali differenti per mission, identità, strategie di comunicazione e di engagement. La prima evidenza raccolta è quella relativa al desiderio di sapere di più. Quando, come in questo caso, un capo colpisce l'attenzione del visitatore, quali domande emergono: come è nato? Quali tessuti e lavorazioni sono stati adottati? Quali usi e costumi rappresenta? Quali contesti sociali lo hanno ospitato?

Sono emersi bisogni informativi specifici e insoddisfatti nella fruizione tradizionale: il desiderio di comprendere i processi creativi e produttivi, la necessità di contestualizzazione storico-culturale degli oggetti, la frustrazione rispetto alla staticità delle esposizioni e all'insufficienza delle didascalie. Questi insight qualitativi hanno costituito la base empirica per la progettazione delle tre funzionalità principali dell'applicazione, rispondendo direttamente alle lacune identificate nell'esperienza museale tradizionale.

L'obiettivo di *Zooming Fashion* è stato, allora, proprio quello di dare nuova vitalità a oggetti di moda (opportunamente selezionati, cfr. infra) esposti nel museo, trasformandoli in veri e propri "og-

[8] Si tratta di una osservazione partecipante condotta da Romana Andò con gli studenti del corso di *Contemporary Social Study – Aesthetics Lab* della laurea magistrale in *Product and Service Design* di Sapienza Università di Roma volta a valutare l'esperienza museale della moda in tre contesti diversi, un museo del costume e due musei aziendali.

getti parlanti" capaci di fornire informazioni contestuali dettagliate relative alla loro storia, alle tecniche di produzione e alle pratiche artigianali ad esse correlate. L'applicazione offre, infatti, ai visitatori l'opportunità di interagire direttamente con i capi esposti, approfondendo aspetti legati alla storia, all'ispirazione, alla creazione e alla produzione. Attraverso la funzionalità "Zoom In", gli utenti possono esplorare nei minimi dettagli la struttura materica dei capi, osservandone tessuti, fili e finiture artigianali. La funzione "Zoom Out" consente, invece, di inserire il capo all'interno del suo contesto storico e socio-culturale, arricchito da immagini d'archivio e aneddoti sullo stilista. Infine, "Zoom Through" permette una vestizione virtuale degli abiti, abbattendo le barriere fisiche e temporali e offrendo un'esperienza personalizzata.

Per ottenere questi risultati, il progetto ha visto il coinvolgimento di partner strategici come l'Archivio Balestra, che ha fornito oltre al cappotto esposto durante la *Maker Faire*, materiali documentari e consulenze storiche, e lo studio creativo Ultravioletto, responsabile dello sviluppo tecnico dell'applicazione. Le decisioni relative al design dell'esperienza utente (UX) e dell'interfaccia utente (UI) sono state, come anticipato, informate da osservazioni raccolte nelle fasi precedenti e successive alla prototipazione. Il processo di sviluppo ha seguito un metodo di co-design collaborativo, caratterizzato da incontri settimanali tra ricercatori, designer e sviluppatori dello studio Ultravioletto. La fase di testing alla *Maker Faire Rome 2024* ha utilizzato sia strumenti quantitativi (questionario strutturato con cinquanta compilazioni volontarie) sia qualitativi (osservazione partecipante delle interazioni), pur nella consapevolezza dei limiti metodologici legati al contesto non museale dell'evento, all'assenza di un gruppo di controllo, al campione limitato di oggetti testati e al bias di autoselezione nella raccolta dati. Questi limiti suggeriscono la necessità di ulteriori validazioni in contesti museali reali con disegni sperimentali più controllati.

L'efficacia dell'applicazione è stata testata attraverso la presentazione pubblica alla *Maker Faire Rome 2024*, riscontrando un significativo interesse da parte di un pubblico eterogeneo. Oltre ai dati raccolti attraverso un questionario compilabile volontariamente da parte di chi aveva provato l'applicazione[9], alcune osservazioni frutto della presenza di chi scrive alla fiera possono essere utili come integrazione.

[9] Il numero dei questionari raccolti, 50 in totale, è basso rispetto al numero di test

Dal punto di vista tecnologico, *Zooming Fashion* integra diverse componenti di intelligenza artificiale ristretta in un sistema modulare e scalabile. La componente di *computer vision* permette il riconoscimento automatico di pattern tessili e dettagli costruttivi, supportando la funzione *Zoom In* per l'analisi materica granulare. Il sistema di *Natural Language Processing* genera contenuti descrittivi contestualizzati attingendo a un database documentario strutturato che include metadati dell'archivio, biografie e fonti storiche. La funzionalità di realtà aumentata consente la sovrapposizione di *layer* informativi digitali all'esperienza fisica, mentre il sistema di *content management* organizza contenuti multimediali eterogenei.

Dall'analisi delle preferenze espresse dai visitatori sugli aspetti dell'esperienza con *Zooming Fashion* emergono indicazioni chiare: la possibilità di comprendere il contesto in cui nasce un abito risulta l'elemento di maggior interesse, indicato come preferito dal 40% dei partecipanti all'indagine. La possibilità di vedere l'abito in movimento tramite video segue con il 24% delle preferenze, mentre il 20% degli utenti ha apprezzato soprattutto la possibilità di capire come è stato creato, cucito e prodotto un determinato capo. Una quota marginale di rispondenti (circa il 2%) ha dichiarato di aver gradito "tutto" in egual misura, ovvero l'insieme completo delle funzionalità offerte dall'applicazione.

Inoltre, le valutazioni complessive sull'applicazione confermano sia il carattere innovativo sia la facilità d'uso dell'esperienza. La dimensione dell'innovazione è stata giudicata prevalentemente con punteggi elevati: su una scala da 1 (minimo) a 5 (massimo), il 52% dei partecipanti ha attribuito all'esperienza il punteggio massimo (5) e un ulteriore 28% ha assegnato 4. Analogamente, la facilità di utilizzo è stata valutata in modo ancor più positivo: il 66% dei rispondenti ha assegnato all'applicazione il punteggio più alto per usabilità (5) e il 30% le ha attribuito 4 su 5. Complessivamente, emerge quindi come *Zooming Fashion* sia percepita dalla quasi totalità degli intervistati come un'esperienza al tempo stesso innovativa e intuitiva da utilizzare.

Un ulteriore aspetto indagato riguarda le modalità di fruizione tramite i dispositivi. L'indagine ha evidenziato una diffusa riluttanza da

---

effettuati perché il contesto di svago della *Maker Faire*, l'affollamento intorno allo stand e il desiderio dei visitatori di provare più esperienze possibili non hanno favorito la compilazione del *form*.

parte del pubblico a scaricare e utilizzare applicazioni museali sui propri dispositivi personali: i partecipanti si sono mostrati poco propensi a installare sul proprio smartphone un'applicazione come *Zooming Fashion*. Al contrario, è emerso un forte entusiasmo verso l'utilizzo di tali applicazioni quando sono fruibili tramite dispositivi messi a disposizione dal museo. Questo evidenzia che la resistenza non riguarda l'interesse per l'esperienza digitale, ma piuttosto l'onere di dover utilizzare un dispositivo personale, mentre la disponibilità di tablet o smartphone messi a disposizione dall'istituzione culturale può favorire una partecipazione più ampia e convinta.

Tra i punti di debolezza segnaliamo, infine, la difficoltà nell'accettare di scaricare app sul proprio device per il tempo di una visita in un museo, considerato l'elevato numero di app già presente sugli smartphone, i problemi di memoria del dispositivo e, in generale, la richiesta di un impegno eccessivo.

Dal punto di vista dell'osservazione partecipante condotta in fiera, emergono:

1. La curiosità intorno all'esposizione di un oggetto di moda è stata complessivamente molto alta. E questo conferma il trend per cui la moda sta diventando uno dei driver per l'attrazione di visitatori nei musei (Seward, 2025; Steele, 2008). Senza addentrarci qui sulla questione del rapporto tra arte, museo e moda e sulla legittimità di quest'ultima di far parte del patrimonio museale[10], basta citare la recente mostra di moda ospitata da una delle più importanti istituzioni museali del mondo, il Louvre. Tornando a *Zooming Fashion*, va notato l'effetto "wow" dell'approfondimento legato alla nascita del capo esposto: dalle vetrate colorate delle basiliche francesi, al bozzetto del capo, alla sfilata con il cappotto in movimento.
2. L'interesse a testare l'applicazione è stato assolutamente trasversale rispetto all'età. Molto alto il livello di impegno e il tempo dedicato alla navigazione dello storytelling del capo di Balestra da parte di bambini e anziani; medio per gli adolescenti; più limitato tra le fasce centrali.
3. L'elevata domesticazione dei device mobili da parte delle più giovani generazioni si manifesta nella capacità e nel desiderio di gestire in modo autonomo l'informazione e l'interazione con l'app, senza seguire un flusso preordinato di contenuti.

[10] Per una discussione sul tema si rimanda tra gli altri a: S. Miller (2007), Kim (1998), Laver (1967).

4. La dimensione di intrattenimento collegata all'app (la possibilità di scaricare un filtro Instagram e farsi un selfie con il cappotto) è stata significativamente apprezzata: il filtro Instagram dedicato al cappotto di Balestra è stato utilizzato oltre 14.000 volte in tre giorni.

Nella valutazione complessiva dell'app non va sottovalutata la familiarità degli utenti con la moda nelle sue molteplici versioni digitali (cfr. supra), dai filtri alle più recenti applicazioni IA con cui provare outfit, tagli di capelli, trucco ecc. Una predisposizione tecnologica e culturale che, unitamente agli sforzi portati avanti dai brand per favorire l'engagement e la partecipazione dei consumatori, potrebbe portare i suoi vantaggi anche nelle pratiche di valorizzazione del patrimonio della moda nei musei.

Va, inoltre, sottolineata da una parte l'aspettativa degli utenti di trovarsi di fronte a esperienze con tecnologie immersive come la realtà virtuale (VR) e la realtà aumentata (AR), dall'altra la resistenza da parte dei visitatori verso l'uso delle tecnologie, nonostante la semplicità operativa dell'applicazione. Rispetto al primo punto, vale la pena ricordare che l'introduzione di tecnologie avanzate non determina necessariamente un miglioramento dell'esperienza museale: quando il dispositivo tecnologico assume un ruolo eccessivamente dominante nel processo di costruzione dell'esperienza, può infatti generare effetti indesiderati, quali dissonanza emotiva e cognitiva e, in alcuni casi, forme di avversione nei confronti della tecnologia (Fan et al., 2024). Più in generale, l'efficacia dell'esperienza tecnologicamente mediata dipende non soltanto dalle caratteristiche tecniche dello strumento, ma anche dalla predisposizione dell'utente, dal contesto d'uso e dal valore che egli percepisce di ricavare dall'interazione con la tecnologia.

5. Conclusioni

Il progetto CHANGES nel suo complesso può essere letto come una piattaforma dinamica destinata a favorire la creazione di una rete interoperabile tra archivi e musei della moda, ridefinendo le modalità di trasmissione, ricezione e condivisione del patrimonio culturale in ambito museale. Il principio guida dell'iniziativa risiede nell'idea che la musealizzazione della moda debba costituire non soltanto una pratica conservativa, ma anche un'opportunità per esplorare la complessità dell'universo dell'abbigliamento, attivando pratiche di *public*

engagement attraverso strumenti digitali. In questa prospettiva, la digitalizzazione emerge come naturale estensione delle strategie di conservazione e valorizzazione, permettendo al patrimonio di rimanere accessibile, dinamico e pertinente per i pubblici contemporanei.

In questo scenario, la moda si conferma un terreno privilegiato per sperimentare l'integrazione tra patrimonio culturale e tecnologie emergenti. L'incontro tra estetica, artigianato e cultura visuale rende gli oggetti esposti particolarmente predisposti a essere riattivati attraverso strumenti digitali. Già immersa nei linguaggi del digitale, della corporeità e della performance, la moda offre uno spazio ideale per sviluppare nuove modalità di narrazione museale basate sull'intelligenza artificiale. Queste modalità di fruizione, sempre più personalizzate e multisensoriali, favoriscono un'interazione profonda tra pubblico e oggetto, valorizzando la dimensione esperienziale, partecipativa e culturale del patrimonio.

La presentazione dell'applicazione *Zooming Fashion* alla *Maker Faire Rome* ha confermato il potenziale che risiede nella valorizzazione del patrimonio immateriale, come le tecniche artigianali e le narrazioni legate alla creatività dei designer. L'esperienza immersiva proposta ha permesso ai visitatori di attivare pratiche creative che, altrimenti, rischierebbero di rimanere confinate negli archivi. Attraverso strumenti digitali come *Zooming Fashion,* è stato possibile rendere visibili e accessibili competenze, processi produttivi e ispirazioni culturali che raramente emergono nell'allestimento tradizionale di una mostra. Si fa riferimento, ad esempio, alle fasi di progettazione, alle tecniche di confezione o ai riferimenti simbolici legati a un capo d'abbigliamento. L'app consente di avviare percorsi di approfondimento, favorendo una comprensione più ampia e stratificata dell'oggetto esposto e del contesto in cui è stato concepito. Come rilevato da Padua et al. (2021), uno degli obiettivi centrali delle istituzioni della memoria è proprio quello di preservare i contenuti per le generazioni future, promuovendone l'uso e la trasmissione nel tempo.

Tuttavia, la sperimentazione ha evidenziato criticità che meritano una riflessione. La resistenza degli utenti a scaricare applicazioni sui propri dispositivi non è attribuibile a un *digital divide* in senso classico, quanto piuttosto a un fenomeno di *overflow* digitale, riferibile alla saturazione di app già presenti sugli *smartphone*, ai problemi di memoria dei dispositivi e, più in generale, alla percezione di un carico cognitivo eccessivo richiesto per il tempo limitato di una visita museale (Talwar et al., 2020). Questa forma di resistenza all'innovazione digitale rap-

presenta un paradosso: mentre le tecnologie dovrebbero favorire l'accessibilità, rischiano invece di creare nuove barriere all'ingresso. Le tecnologie museali digitali possono, infatti, ampliare, anziché ridurre, le disuguaglianze di accesso culturale se non accompagnate da strategie di mediazione istituzionale, come la messa a disposizione di dispositivi da parte del museo stesso, e da un ripensamento delle modalità di fruizione che tengano conto del carico tecnologico già presente nella vita quotidiana dei visitatori (Warwick et al., 2012).

La sostenibilità economica e organizzativa rappresenta un ulteriore nodo critico: lo sviluppo di applicazioni basate sull'IA richiede investimenti significativi per manutenzione, aggiornamento e scalabilità. Molte istituzioni di piccole e medie dimensioni potrebbero non disporre delle risorse necessarie, rendendo indispensabili modelli di sostenibilità che includano partnership pubblico-private, condivisione di infrastrutture e formazione continua del personale. In questa prospettiva, una soluzione promettente emersa dal progetto è quella di utilizzare la rete dei musei mappati per sviluppare un'applicazione scalabile e condivisa: ogni istituzione potrebbe adattare l'app alle proprie collezioni oppure contribuire con un elemento rappresentativo a un'applicazione unica e collettiva. Questo modello favorirebbe la scoperta di nuovi musei da parte dei visitatori, creerebbe sinergie territoriali tra istituzioni e distribuirebbe i costi di sviluppo e manutenzione su una rete collaborativa, rendendo sostenibile l'innovazione digitale anche per realtà di piccole dimensioni. Inoltre, come evidenziato da Derda e Predescu (2025), l'*outsourcing* delle competenze IA può generare dipendenza strutturale e perdita di controllo curatoriale, rendendo cruciale che i musei mantengano *ownership* intellettuale sui processi di digitalizzazione: un modello di rete condivisa permetterebbe di internalizzare competenze e mantenere autonomia curatoriale.

Alla luce di queste riflessioni, si possono formulare alcune raccomandazioni operative: adottare un approccio *human-centred* che potenzi, non sostituisca, il ruolo dei curatori; investire in formazione continua e alfabetizzazione digitale; favorire ecosistemi digitali aperti e interoperabili; valutare l'impatto sostenibile considerando costi economici, ambientali e sociali; progettare soluzioni modulari e scalabili adattabili a contesti di diverse dimensioni.

E in questo senso una delle sfide più rilevanti risiede proprio nella capacità di valorizzare la connettività digitale di cui chiunque oggi si avvantaggia nelle pratiche quotidiane grazie ai device mobili, attra-

verso ambienti museali interattivi in cui la ricchezza del patrimonio si combina con una più ampia accessibilità ai contenuti, un'esperienza sempre più personalizzata, la sollecitazione della dimensione partecipativa e creativa del visitatore, indipendentemente dalla natura delle istituzioni e dalle caratteristiche delle collezioni.

La sfida raccolta con il progetto CHANGES e, in particolare, con *Zooming Fashion*, è stata, dunque, quella di puntare su tecnologie di IA relativamente semplici, capaci, tuttavia, di contribuire in maniera significativa al superamento della distanza tra la staticità delle esposizioni tradizionali e le dinamiche narrative insite nei manufatti museali. L'analisi dei dati raccolti durante l'evento testimonia un generale apprezzamento da parte di un pubblico intergenerazionale per la capacità dell'app di trasformare capi d'abbigliamento in oggetti animati e parlanti, in grado di rispondere alla curiosità dei visitatori e di collocarli in un contesto culturale e storico più ampio.

In conclusione, *Zooming Fashion* si configura non solo come un'applicazione, ma come un caso di studio che evidenzia tanto le opportunità quanto le sfide dell'integrazione tra intelligenza artificiale e patrimonio culturale della moda. La replicabilità e la sostenibilità di questo modello dipenderanno dalla capacità delle istituzioni di affrontare criticamente le problematiche evidenziate, bilanciando innovazione tecnologica, responsabilità etica e missione culturale. L'app propone una concezione alternativa della digitalizzazione del patrimonio, orientata non tanto all'impiego di tecnologie immersive costose, quanto all'accessibilità, alla narrazione e all'interazione significativa. Questo caso di studio rappresenta un modello potenzialmente replicabile per l'implementazione digitale del patrimonio culturale, sottolineando come l'intelligenza artificiale possa diventare una leva per una museologia più partecipativa, inclusiva e connessa. In prospettiva futura, lo sviluppo di moduli basati sull'IA per la personalizzazione avanzata delle esperienze, il riconoscimento automatico dei tessuti e delle tecniche artigianali o la generazione automatica di contenuti multimediali potrebbero ampliare ulteriormente l'impatto dell'applicazione nel contesto museale. La sfida non è tecnologica, ma culturale: richiede di immaginare nuove forme di mediazione che mantengano al centro la dimensione umana dell'esperienza culturale. Solo così il *fashion heritage* potrà restare accessibile e significativo, trasformando i musei da custodi silenziosi in spazi attivi di interpretazione e partecipazione culturale per le generazioni a venire.

Riferimenti bibliografici

AHTECK, S. A. et al. (2024), *Generative AI for Textile Engineering: Blending Tradition and Functionality Through Lace. An MIT Exploration of Generative AI*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.

ASLAN, A. A. (2021), *The visionary pros of artificial intelligence in museum education*, in "Bilgi Yönetimi", 4, 2, pp. 149-162.

AYALA, I. et al. (2024), *Examining the state of the art of audience development in museums and heritage organisations: a Systematic Literature Review*, in S. Hadley (ed), *A Reader on Audience Development and Cultural Policy*, Routledge, London, pp. 324-345.

AZUMA, R. T., et al. (2001), *Recent Advances in Augmented Reality*, in "IEEE Computer Graphics and Applications", 21, 6, pp. 34–47.

BAIDOO-ANU, D., ANSAH, L. O. (2023), *Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning*, in "Journal of AI", 7, 1, pp. 52-62.

BIEŃKOWSKA, J. (2025), *The Effects of Artificial Intelligence on the Fashion Industry—Opportunities and Challenges for Sustainable Transformation*, in "Sustainable Development", 33, 3, pp. 3774–3790.

BODEN, M. A. (2004), *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*, Routledge, London.

BOLLO, A. (2014), *50 sfumature di pubblico e la sfida dell'audience development*, in F. De Biase (a cura di), *I pubblici della cultura. Audience development, audience engagement*, FrancoAngeli, Milano.

BRENNEN, J. S., KREISS, D. (2016), *Digitalization*, in K.B. Jensen, E.W. Rothenbuhler, J.D. Pooley, R.T. Craig (eds.), *The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy*, Wiley-Blackwell, Hoboken.

CALANCA, D. (2020), *Archivi digitali della moda e patrimonio culturale tra descrizione e integrazione*, in "ZoneModa Journal", 10, 2, pp. 11–25.

COLAMEDICI, A., ARCAGNI, S. (2024), *L'algoritmo di Babele: Storie e miti dell'intelligenza artificiale*, Function, Kindle Edition.

DAL FALCO, F., VASSOS, S. (2017), *Museum experience design: A modern storytelling methodology*, in "The Design Journal", 20, sup1, pp. S3975-S3983.

DELOCHE, B. (2001), *Le musée virtuel,* Presses Universitaires de France, Paris.

DERDA, I., PREDESCU, D. (2025), *Towards human-centric AI in museums: practitioners' perspectives and technology acceptance of visitor-centered AI for value (co-)creation*, in "Museum Management and Curatorship", 40, 4, pp. 532–554.

EUROPEAN COMMISSION et al. (2017), *Study on audience development – How to place audiences at the centre of cultural organisations – Catalogue – case studies*, Publications Office of the European Union, available at: <https://data.europa.eu/doi/10.2766/557971> (last accessed 15 December 2025).

FAN, Y. et al. (2024), *The perils of smart technology in museums*, in "Information Technology & Tourism", 26, 4, pp. 587–609.

FLORIDI, L., et al. (2018), *AI4People — An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations*, in "Minds & Machines", 28, pp. 689–707.

FRAGOMENI, D. (2010), *The evolution of exhibit labels*, in "Faculty of Information Quarterly", 2, 2, pp. 1–11.

FRANCESCHINI, M. (2019), *Navigating fashion: On the role of digital fashion archives in the preservation, classification and dissemination of fashion heritage*, in "Critical Studies in Fashion & Beauty", 10, 1, pp. 69–90.

GAIA, G., et al. (2019), *Engaging museum visitors with AI: The case of chatbots*, in *Museums and Digital Culture*, Springer, pp. 309-329.

GALLUCCIO, L. (2015), *Le interfacce mobile*, in S. Arcagni (a cura di), *I media digitali e l'interazione uomo-macchina,* Aracne, Roma, pp. 213–236.

GIANNINI, T., BOWEN, J. P. (eds) (2019), *Museums and Digital Culture. New Perspectives and Research*, Springer, New York.

HAGIN, L. J. (1991), *A Comparative Analysis of Copyright Laws Applied to Fashion Works: Renewing the Proposal for Folding Fashion Works into the United States Copyright Regime*, in "Tex. Int'l L. J.", 26, pp. 341-369.

HAJAHMADI, S., et al. (2024), *Heritage Elements and Artificial Intelligence as Storytelling Tools for Virtual Retail Environments*, in "Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage", 34, e00368.

HAUG PARTNERS (n.d.), *Artificial Intelligence and Its Impact on the Fashion Industry: Contemporary Legal Considerations,* available at: <https://haugpartners.com/article/artificial-intelligence-and-its-impact-on-the-fashion-industry-contemporary-legal-considerations-2/> (last accessed 15 December 2025).

HEURITECH (n.d.), *Predict trends, plan collections and forecast demand with AI*, available at: <https://www.heuritech.com> (last accessed 15 December 2025).

HUTSON, J., HUTSON, P. (2023), *Museums and the Metaverse: Emerging Technologies to Promote Inclusivity and Engagement*, IntechOpen.

IRACE, F., et al. (eds) (2014), *Design and cultural heritage. Vol. 1. Interactive Virtual Intangible*, Electa, Milano.

JIANG, J., et al. (2024), *HAIGEN: Towards Human-AI Collaboration for Facilitating Creativity and Style Generation in Fashion Design*, in "Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies", 8, 3, pp. 1-27.

KAPLAN, A., HAENLEIN, M. (2019), *A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence*, in "California Management Review", 61, 4, pp. 5-14.

KAWASHIMA, N. (2000), *Beyond the Division of Attenders vs. Non-attenders. A Study into Audience Development in Policy and Practice*, Centre for Cultural Policy Studies, University of Warwick, Coventry.

KIM, S. B. (1998), *Is fashion art?*, in "Fashion Theory", 2, 1, pp. 51-71.

LAVER, J. (1967), *Fashion, Art, and Beauty*, in "The Metropolitan Museum of Art Bulletin", 26, 3, pp. 117-128.

LEE, H. K., et al. (2022), *A proposal of virtual museum metaverse content for the MZ generation*, in "Digital Creativity", 33, 2, pp. 79–95.

MARTIN, M., VACCA, F. (2018), *Heritage narratives in the digital era: How digital technologies have improved approaches and tools for fashion know-how, traditions, and memories*, in "Research Journal of Textile and Apparel", 22, 4, pp. 335–351.

MAZZONE, M., ELGAMMAL, A. (2019), *Art, Creativity, and the Potential of Artificial Intelligence*, in "Arts", 8, 1, 26.

MCCORDUCK, P. (2004), *Machines Who Think: A Personal Inquiry Into the History and Prospects of Artificial Intelligence*, A.K. Peters, Natick, Mass.

MILLER, T. (2007), *Cultural citizenship: Cosmopolitanism, consumerism, and television in a neoliberal age*, Temple University Press, Philadelphia.

MILLER, S. (2007), *Fashion as art; is fashion art?*, in "Fashion Theory", 11, 1, pp. 25-40.

MURPHY, O., et al. (2024), *Musei e intelligenza artificiale: un toolkit di progettazione*, versione italiana tradotta e ampliata a cura di G. Gaia e S. Boiano, Goldsmiths University of London, London, available at: <https://research.gold.ac.uk/id/eprint/36063/1/20190317_museums-and-ai-toolkit_rl_web_ita_v2-1.pdf> (last accessed 15 December 2025).

MURPHY, O., VILLAESPESA, E. (2020), *AI: A Museum Planning Toolkit*, Goldsmiths, University of London, London.

OPENAI, MET (2024), *Collaborating with The Met to Awaken "Sleeping Beauties" with AI*, OpenAI, available at: <https://openai.com/index/the-met-museum/> (last accessed 15 December 2025).

PADUA, M. C. et al. (2021), *Inovação em comunicação museológica: estudo de caso do SMARTMUSEUM*, in R. F. Caldas (ed.), *Cidades inteligentes e Ciência da Informação*, Marília: Oficina Universitária, São Paulo: Cultura Acadêmica, pp. 249–269.

PARRY, R. (2013), *The end of the beginning: Normativity in the postdigital museum*, in "Museum Worlds", 1, 1, pp. 24–39.

PISONI, G., et al. (2021), *Human-Centered Artificial Intelligence for Designing Accessible Cultural Heritage*, in "Applied Sciences", 11, 2, 870.

RIDGE, M. (ed.) (2014), *Crowdsourcing Our Cultural Heritage*, Ashgate, Farnham.

ROBERTS, J., et al. (2018*), Digital exhibit labels in museums: Promoting visitor engagement with cultural artifacts*, in "Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems", pp. 1–12.

RUSSELL, S., NORVIG, P. (2021), *Intelligenza artificiale – Volume 1*, 4ª ed., Pearson, Milano.

SEWARD, M. (2025), *How fashion exhibitions became big business*, in "Vogue Business", 23 gennaio 2025, available at: <https://www.voguebusiness.

com/story/fashion/how-fashion-exhibitions-became-big-business> (last accessed 15 December 2025).

SCRUGGS, B. (2007), *Should Fashion Design Be Copyrightable?,* in "Nw. J. Tech. & Intell. Prop.", 6, pp. 122-145.

SINGH, S. (2024), *Artificial Intelligence in the Fashion and Apparel Industry*, in "Tekstilec", 67, pp. 225-240.

SOLIMA, L. (2012), *Il museo in ascolto. Nuove strategie di comunicazione per i musei statali*, Rubbettino, Roma.

STEELE, V. (2008), *Museum Quality: The Rise of the Fashion Exhibition*, in "Fashion Theory", 12, 1, pp. 7–30.

TALWAR, S., et al. (2020), *Consumers' resistance to digital innovations: A systematic review and framework development*, in "Australasian Marketing Journal", 28, 4, pp. 286–299.

TANG, Q., et al. (2024), *Artificial intelligence empowering museum space layout design: Insights from China*, in "PLOS ONE", 19, 11, e0310594.

TAORMINA, F., BONINI BARALDI, S. (2022), *Museums and digital technology: a literature review on organizational issues*, in "European Planning Studies", 30, 9, pp. 1676–1694.

TAYLOR, L. (2004), *Establishing dress history*, Manchester University Press, Manchester.

VARITIMIADIS, S., et al. (2021), *Graph-Based Conversational AI: Towards a Distributed and Collaborative Multi-Chatbot Approach for Museums*, in "Applied Sciences", 11, 9160.

VILLAESPESA, E., FRENCH, A. (2019), *AI, Visitor Experience, and Museum Operations: A Closer Look at the Possible*, in "Humanizing the Digital: Unproceedings from the MCN 2018 Conference", independently published, pp. 101-113.

WARWICK, C., et al. (eds.) (2012), *Digital Humanities in Practice*, Facet Publishing, London.

WE ARE SOCIAL, MELTWATER (2025), *Digital 2025 Global Overview Report*, available at: <https://wearesocial.com/uk/blog/2025/02/digital-2025/> (last accessed 15 December 2025).

WILSON, E. (1985), *Adorned in Dreams: Fashion and Modernity*, Virago Press, London.

ZHAO, J., YEZHOVA, O. (2024), *Strategy of design online museum exhibition contents from the perspective of artificial intelligence*, in "Art and Design", 2, pp. 80-89.

ZOU, X., et al. (2019), *Fashion Meets AI Technology*, in W. Wong (ed.), *Artificial Intelligence on Fashion and Textiles*, AITA 2018, vol. 849, Springer, Cham, pp. 255–267.

8. Turismo culturale e *anima loci* elettronica: la riscoperta della qualità dei luoghi attraverso l'intelligenza artificiale

Vittoria Azzarita e Cosimo Miraglia

1. Intelligenza artificiale e *data mining* per la valorizzazione del patrimonio culturale

L'intelligenza artificiale (IA) si sta affermando con crescente incisività nell'ambito del patrimonio culturale, ridefinendone dinamiche e potenzialità. La proliferazione di contenuti digitali ha aperto nuovi spazi di applicazione per tali tecnologie, contribuendo in modo sostanziale alla trasformazione dell'ecosistema culturale in chiave computazionale (European Commission, 2022). In particolare, l'IA si configura oggi come un potente abilitatore per i settori culturali e creativi, offrendo strumenti in grado di gestire e valorizzare l'enorme mole di dati generata dai processi di digitalizzazione.

Infatti, l'accesso al patrimonio culturale avviene sempre più spesso attraverso motori di ricerca, piattaforme online e social media. Inoltre, le audience contemporanee hanno a disposizione una gamma più ampia e diversificata di beni e attività culturali, con la possibilità di fruirne anche a distanza e in modalità asincrona. In questo nuovo contesto, l'adozione di soluzioni basate sui sistemi computazionali può generare valore aggiunto lungo tutte le fasi della catena del valore: dalla creazione alla produzione, fino alla distribuzione e fruizione dei contenuti (Ibid.).

In questa direzione, come messo in luce dall'Organizzazione Mondiale del Turismo (UNWTO), l'uso di questo gigantesco volume di dati appare una soluzione efficace per affrontare sfide strutturali nelle destinazioni in cui il patrimonio culturale rappresenta una delle principali attrazioni e motivazioni di viaggio (UNWTO, 2021). Grazie

all'impiego dei big data[1], le informazioni in tempo reale provenienti da siti culturali, eventi e visitatori presenti in un'area specifica possono risultare estremamente utili per una serie di finalità (cfr. par. 3).

In primo luogo, la disponibilità di flussi informativi originati dall'utilizzo degli strumenti digitali può supportare decisioni informate. Sempre più attori del settore stanno esplorando modalità per integrare questi dati nelle strategie di gestione e promozione, con l'obiettivo di migliorare sia l'esperienza dei visitatori sia l'efficacia delle attività di marketing (Knani et al., 2022). Oltre ai dati quantitativi tradizionali, l'analisi può includere anche dati qualitativi, come quelli derivanti dai contenuti generati dagli utenti sulle piattaforme di *social networking*, offrendo uno sguardo prezioso sulle percezioni e le aspettative dei fruitori (Mich, 2022).

Inoltre, i big data possono contribuire ad arricchire le esperienze culturali, fornendo informazioni contestuali e interpretative su diversi elementi del patrimonio tangibile e intangibile, come siti storici, popolazioni antiche e moderne, tradizioni popolari o artisti e forme espressive tipiche della cultura contemporanea (Sunil et al., 2023). In aggiunta a ciò, tecnologie immersive come la realtà aumentata (AR) e virtuale (VR) stanno ampliando le possibilità di fruizione, stimolando le istituzioni culturali a realizzare iniziative e progetti basati sull'integrazione delle tecnologie algoritmiche nei campi dell'arte e della creatività (Wei, 2019).

Un altro aspetto rilevante riguarda l'accesso all'informazione, che rappresenta un elemento centrale nelle esperienze culturali, spesso motivate dal desiderio di apprendere e comprendere meglio i contesti visitati (Richards, 2018). In questo senso, la disponibilità di dati accurati e facilmente accessibili contribuisce a migliorare la qualità dell'interazione tra visitatore e cultura locale.

Parallelamente, la progressiva digitalizzazione dei patrimoni conservati in musei e archivi apre nuove opportunità di accesso alla cultura, sia per i visitatori sia per le comunità locali. Questo processo di transizione verso il digitale amplia il pubblico potenziale e rende il patrimonio culturale più inclusivo (Egger e Gokce, 2022).

---

[1] Con il termine big data si fa riferimento a insiemi di dati di grandi dimensioni e complessità, che non possono essere elaborati o analizzati in modo efficace attraverso le tradizionali tecniche di trattamento dei dati. A differenza di altri approcci, l'analisi dei big data impiega tecniche e infrastrutture adatte a trattare insiemi di dati caratterizzati da grandi dimensioni, eterogeneità o rapidità di produzione, al fine di individuare regolarità e relazioni utili alla ricerca e ai processi decisionali. L'impiego dei big data richiede spesso l'adozione di tecnologie e metodi avanzati, come il calcolo distribuito e il *data mining* (Münster et al., 2024).

Infine, una gestione strategica dei big data può contribuire a regolare i flussi turistici e a ridurre la congestione nei siti culturali e durante eventi di grande richiamo. Analizzando le preferenze dei visitatori e i pattern di comportamento, è possibile promuovere prodotti alternativi e diversificare l'offerta culturale, alleggerendo la pressione su luoghi particolarmente fragili e migliorando nel complesso l'esperienza turistica. In tal modo, i big data non solo favoriscono una distribuzione più equilibrata dei flussi, ma rappresentano anche uno strumento prezioso per armonizzare sostenibilità e attrattività nelle destinazioni culturali (Li et al., 2022).

In linea con le sfide e le opportunità aperte dal passaggio continuo di informazioni sulle cosiddette "autostrade digitali" (Stancampiano, 2020), si stanno sviluppando diversi filoni di ricerca particolarmente promettenti. Tra questi, un ambito di indagine di rilevante interesse riguarda l'utilizzo dei dati provenienti dalle piattaforme digitali di prenotazione presenti sul web, e soprattutto le sperimentazioni volte a valorizzare le esperienze dei fruitori attraverso l'analisi delle recensioni online. Questi contenuti generati dagli utenti possono offrire spunti preziosi per comprendere le percezioni, i bisogni e i comportamenti dei visitatori, con ricadute significative per la gestione e la promozione delle destinazioni culturali, comprese quelle meno conosciute e frequentate (Di Torrice et al., 2023).

Sulla base di tali premesse, il presente contributo approfondisce il potenziale dei sistemi algoritmici e delle tecniche di *data mining* per la valorizzazione del patrimonio culturale connesso a pratiche turistiche attente alle ricadute sociali e culturali, attraverso la presentazione del progetto STEP-Social Tourism ePlatform, che ha consentito la prototipizzazione di una piattaforma digitale per il turismo culturale basata sull'analisi semantica e visuale delle conversazioni online relative ad alcuni luoghi del Lazio (cfr. par. 4). L'intento è mostrare come il connubio tra turismo culturale e IA possa contribuire alla (ri)scoperta dell'*anima loci* di un territorio, favorendo una comprensione più profonda e una fruizione più consapevole del patrimonio culturale locale.

2. Tendenze e dinamiche di evoluzione del turismo culturale

Il turismo culturale è una delle modalità più dinamiche e fraintese di turismo, legata a interessi specifici (Cavallo et al., 2023). Visitare siti

storici, luoghi simbolo della cultura, partecipare a eventi e festival, assistere a spettacoli dal vivo o visitare musei non sono sempre state identificate come pratiche del turismo culturale, in quanto per lungo tempo sono state considerate parte di un repertorio più ampio di attrazioni e attività turistiche, inserite nel contesto generale dell'esperienza di viaggio (du Cros e McKercher, 2020). In tal senso, continua a esistere un ampio dibattito su cosa sia realmente il *turismo culturale* e su chi possa essere definito *turista culturale*, poiché non si è giunti ancora a una definizione univoca del fenomeno, così come non è possibile attribuire un solo significato al concetto di cultura (Sciolla e Torrioni, 2020).

2.1. Turismo culturale: un concetto complesso e in continua trasformazione

In linea generale, una definizione di turismo culturale oggi diffusamente utilizzata è quella elaborata durante la ventiduesima sessione dell'Assemblea Generale dell'UNWTO tenutasi in Cina nel settembre 2017, secondo cui il turismo culturale è

> quel tipo di attività turistica in cui la motivazione essenziale del visitatore è quella di imparare, scoprire, fare esperienza e consumare i prodotti e le attrazioni culturali tangibili e intangibili presenti in una destinazione turistica. Queste attrazioni e prodotti si riferiscono a un insieme di caratteristiche peculiari materiali, intellettuali, spirituali ed emozionali di una società, che abbracciano le arti e l'architettura, il patrimonio storico e culturale, il patrimonio culinario, la letteratura, la musica, le industrie creative e le culture contemporanee con il loro stile di vita, sistemi di valori, credenze e tradizioni (UNWTO, 2019, pp. 30-31).

Tale approccio ha il merito di identificare il turismo culturale come un insieme variegato di pratiche incentrate sul patrimonio culturale, riconoscendo che le ragioni del viaggio – e quindi le esperienze ricercate dai turisti culturali – differiscono da quelle degli altri viaggiatori (du Cros e McKercher, 2020). Inoltre, accanto all'aspetto relativo alla domanda e alla motivazione, si cita l'aspetto relativo all'offerta, fornendo un elenco di quelle che sono le possibili attrazioni e i prodotti del turismo culturale, di tipo sia tangibile che intangibile (Cavallo et al., 2023).

Ne deriva che il turismo culturale si configura come un termine ombrello, in cui confluiscono diverse classi di prodotti – costituite

da esperienze e attività basate sulle risorse del patrimonio culturale di una destinazione – e differenti tipi di turista culturale, variabili in base all'intensità del coinvolgimento e alla motivazione primaria del viaggio (du Cros e McKercher, 2020). Infatti, sin dai primi studi pionieristici sul comportamento dei turisti culturali – che adottano oltre che una prospettiva di marketing anche punti di vista connessi con la psicologia e la sociologia – la motivazione è stata considerata un elemento chiave nella definizione del turismo culturale, spesso legato all'apprendimento e alla distinzione tra motivazioni culturali generali e specifiche (Richards, 1996). Galí-Espelt (2012), ad esempio, distingue due grandi gruppi di turisti culturali, quelli per cui la cultura rappresenta la motivazione principale e quelli per cui è secondaria, proponendo una classificazione incentrata sul grado di "culturalità", che combina la durata della visita con l'intensità dell'esperienza culturale, in linea con la prospettiva di du Cros e McKercher (2020) basata sulla "profondità" dell'esperienza desiderata.

Un'ulteriore dimensione che emerge come centrale in questo tipo di ricerche è l'apprendimento: Falk e colleghi (2012) sottolineano il ruolo delle esperienze educative nel turismo culturale, mentre Packer e Ballantyne (2016) evidenziano la responsabilità dell'industria turistica nel creare esperienze trasformative. Inoltre, diversi studi quantitativi hanno permesso di identificare cluster motivazionali tra i turisti culturali (Özel e Kozak, 2012) o di mettere in luce il dualismo tra chi è spinto da un desiderio autentico di apprendere e chi cerca semplicemente novità ed evasione (Correia et al., 2013).

Infine, un filone crescente di studi ha collegato le motivazioni del turista culturale ai processi di costruzione dell'identità personale. Secondo Bond e Falk (2013), le scelte culturali del turista sono influenzate dal proprio modo di percepirsi, sulla base di un'interazione dinamica tra struttura e agency. In questo senso, l'identificazione come "turista culturale" è tutt'altro che scontata: come osserva Richards (2018), molti viaggiatori che consumano cultura non si definiscono tali, sollevando interrogativi interessanti sulla relazione tra pratica turistica e consapevolezza identitaria.

Alla luce della complessità delle motivazioni e dei profili dei turisti culturali, si comprende meglio come il turismo culturale si sia evoluto da fenomeno elitario e marginale a componente centrale delle dinamiche turistiche globali. Questa trasformazione è ben documentata nel rapporto dell'UNWTO *Tourism and Culture Synergies* (UNWTO, 2018),

che sottolinea non solo la crescita continua del turismo culturale negli ultimi anni, ma anche la percezione diffusa tra gli studiosi che tale tendenza sia destinata a proseguire.

Tuttavia, come sottolinea Richards (2021), l'espansione del turismo culturale è stata trainata più dalla crescita generale del turismo internazionale che da un reale aumento dell'interesse verso la cultura. Di conseguenza, il turismo culturale ha progressivamente perso la sua connotazione di nicchia – associata a visitatori con un alto livello di istruzione e reddito – per trasformarsi in un fenomeno di massa. Questo cambiamento ha generato molteplici criticità nei siti ad alta intensità culturale, tra cui sovraffollamento, degrado dell'esperienza e tensioni con le comunità locali (García-Hernández et al., 2017). La concezione iniziale del turismo culturale come "filtro sociale" – in grado di attrarre un turismo di qualità – è stata quindi messa in discussione, dando vita a un dibattito sull'ambivalenza del turismo culturale di massa, potenzialmente responsabile della compromissione dell'autenticità culturale delle destinazioni.

In tal senso, l'espansione dei voli low cost, l'illusione di un tempo libero illimitato e la trasformazione non solo della cultura ma anche della natura in spazio ludico sembrano aver favorito un crescente processo di "turisticizzazione" dell'esperienza di viaggio (Christin, 2022; Ceschin, 2024). Una dinamica che, da un lato, rischia di limitare la conoscenza autentica dei luoghi, riducendo il turista a consumatore di una realtà selezionata "a monte" dall'industria turistica; dall'altro, potrebbe alterare la relazione tra "ospite" e "ospitante", sacrificando la dimensione relazionale e la personalizzazione dell'esperienza in favore di un prodotto turistico uniforme, progettato per mostrare rapidamente ciò che è considerato "imperdibile" (Ceschin, 2024).

2.2. Le principali fasi di cambiamento: dalla "svolta culturale" alla "svolta curatoriale"

In questo orizzonte concettuale, Richards (2021) propone una lettura innovativa dell'evoluzione di un fenomeno complesso e multisfaccettato, qual è quello del turismo culturale, attraverso l'identificazione di cinque "svolte" concettuali – o "turns" – che hanno influenzato in maniera significativa la riflessione teorica e metodologica in questo campo, ampliando l'orizzonte interpretativo verso pratiche ibride, dinamiche e sempre più partecipative.

In riferimento a ciò, il percorso che ha portato alla progressiva affermazione del turismo culturale quale pratica sociale e culturale in sé, capace di riflettere, interpretare e spesso anticipare le trasformazioni delle società contemporanee, inizia con la cosiddetta "svolta culturale" (o "cultural turn"). Così, a partire dagli anni Ottanta e Novanta del Novecento, la cultura comincia ad acquisire una crescente centralità come categoria analitica nel campo delle scienze sociali (Sciolla e Torrioni, 2020). In ambito turistico, tale passaggio è stato accentuato dal riconoscimento della cultura come forza economica. I primi studi sull'economia della cultura citavano spesso il turismo come importante motore e come mezzo per diffondere la ricchezza nelle regioni periferiche o depresse, dimostrando l'importanza del ruolo del turismo nello sviluppo economico e considerando la cultura un importante fattore di attrazione per i turisti (Smith, 2007).

Successivamente, i cambiamenti sempre più significativi nella sfera della mobilità fisica, simbolica e sociale[2] – quale elemento strutturale delle società contemporanee (Urry, 2000) – hanno avuto un ruolo centrale nel dare l'abbrivio alla "svolta della mobilità" (o "mobilities turn"). Nel contesto del turismo culturale, tale passaggio porta a considerare i flussi di persone, idee, beni e immagini come parte integrante dell'esperienza turistica. Ciò ha implicazioni rilevanti per l'analisi delle pratiche turistiche, rendendo obsoleta la netta distinzione tra "residenti" e "turisti" e promuovendo i concetti di "identità in transito" e "spazi culturali ibridi" (Richards, 2021). Le destinazioni non sono più luoghi statici, ma nodi in una rete globale di mobilità culturale, in cui si viene a creare una tensione tra la vasta diffusione di prassi turistiche standardizzate a livello mondiale e il desiderio di preservare e valorizzare l'autenticità e originalità delle comunità locali.

Un ulteriore momento di transizione è rappresentato dalla "svolta performativa" (o "performative turn"), che affonda le sue radici nei lavori di Goffman (1959) e Turner (1969). Tale cambio di rotta suggerisce che l'identità e la cultura non siano entità fisse, ma risultati di pratiche performative, ossia agite nel contesto specifico dell'interazione.

---

[2] A cavallo tra la fine del XX secolo e l'inizio del nuovo Millennio si assiste a una serie di cambiamenti connessi con l'ampliamento delle infrastrutture e le modalità di trasporto (Augé, 1995), con la nascita della *network society* (Castells, 1996) e con la globalizzazione culturale, intesa come un processo di accelerazione nello scambio di simboli culturali tra individui di tutto il mondo (Nijman, 1999), con impatti significativi sulle culture e le identità locali.

In ambito turistico, questo significa che l'esperienza culturale non è semplicemente "fruita", ma costruita e co-creata dai visitatori attraverso comportamenti, rituali, narrazioni e processi di influenza reciproca. Questo approccio permette di interpretare il turista non più solo come consumatore, ma come attore culturale, capace di contribuire alla produzione di significato dei luoghi e delle esperienze (Richards, 2021).

In tempi più recenti, la "svolta creativa" (o "creative turn") ha messo in luce la crescente enfasi sull'innovazione, la partecipazione attiva e la produzione culturale come elementi distintivi del turismo contemporaneo. Strettamente legata agli studi sull'ascesa della "classe creativa" (Florida, 2002), questa svolta ha ispirato il concetto di "turismo creativo" (Richards e Raymond, 2000), in cui i visitatori non si limitano a osservare, ma diventano partecipanti attivi in processi di creazione culturale, attraverso workshop, laboratori, attività artistiche e interazioni dirette con la comunità locale (Richards, 2021). Un turismo che incorpora gli elementi distintivi delle altre "svolte", in quanto dà risalto alla quotidianità, all'intangibile, alla spontaneità dell'esperienza creativa e agli spazi ordinari, contrapposti a quelli turistici specializzati, in cui l'esperienza autentica viene associata al desiderio di "vivere come un abitante del luogo". Questo approccio rompe con una visione passiva del turista-spettatore, promuovendo un modello esperienziale basato sull'autenticità co-prodotta e su un essenziale riposizionamento del "locale", spingendo le destinazioni a promuovere concetti come quelli di "temporary citizen" o "global nomad" (Kannisto, 2018).

Infine, la "svolta curatoriale" (o "curatorial turn") chiama in causa la maggiore importanza attribuita, negli ultimi anni, all'attività di mediazione culturale svolta da istituzioni, professionisti e piattaforme digitali nel "curare" le esperienze turistiche. In tal senso, il turismo culturale è visto non solo come fruizione di beni culturali, ma come processo di selezione, interpretazione e presentazione del significato culturale, spesso in funzione degli stessi fruitori (Richards, 2021). L'attenzione si sposta così verso le strategie di narrazione, storytelling e promozione del patrimonio, evidenziando il ruolo attivo delle destinazioni nel costruire esperienze culturalmente rilevanti, non di rado in collaborazione con i turisti.

Tuttavia, questo approccio solleva importanti questioni etiche e politiche, relative a chi ha il potere di raccontare e rappresentare la cultura, in quali modi e per quali scopi. Detto altrimenti, la scelta di quali

elementi della cultura valorizzare rischia di tradursi nella selezione strategica di pratiche, tradizioni o simboli ritenuti più "attrattivi" o "vendibili", a scapito della complessità, diversità o autenticità delle culture rappresentate (Hollinshead, 2007). Queste scelte non sono mai neutre, in quanto riflettono visioni del mondo, valori dominanti e logiche economiche, che possono portare alla creazione di narrazioni semplificate o stereotipate, pensate per soddisfare le aspettative dei visitatori, spesso sulla base di un immaginario occidentale e globalizzato (Richards, 2021). Il rischio è una reificazione del patrimonio culturale, ridotto a oggetto statico e "spettacolarizzato", insieme alla perdita della sua funzione viva, trasformativa e partecipata. Tale squilibrio può generare a sua volta asimmetrie di potere, in cui i soggetti locali – specialmente quelli tradizionalmente marginalizzati o discriminati – non hanno il pieno controllo sulla narrazione della propria cultura, con l'imposizione di un punto di vista esterno sulle realtà locali.

Alla luce di tale complessità, emerge la necessità di superare una visione rigida del turismo culturale come semplice segmento di mercato o forma di turismo, per considerarlo piuttosto come un insieme di pratiche culturali condivise tra turisti e residenti, influenzate da dinamiche sociali, economiche e spaziali. In questa prospettiva, gli approcci esaminati mettono in discussione l'idea che il turista culturale e l'oggetto della sua esperienza possano essere definiti in termini stabili e univoci, suggerendo invece che entrambi assumano ruoli e significati diversi in base al contesto in cui agiscono e con cui interagiscono. Si apre così uno spazio concettuale intermedio, definito da Kjær Mansfeldt (2015) come "in-betweenness", in cui l'esperienza turistica prende forma in territori non pienamente turistici né totalmente locali.

2.3. Nuovi turismi per nuovi turisti: dal *Cultural Tourism 1.0* al *Cultural Tourism 4.0*

In uno scenario così caratterizzato, le tecnologie digitali aprono prospettive di ricerca innovative, permettendo non solo di tracciare gli spostamenti dei turisti culturali, ma anche di monitorare il loro stato d'animo e le loro reazioni, offrendo dati preziosi per comprendere meglio le dinamiche dell'esperienza culturale (Cavallo et al., 2023).

Non a caso le molteplici opportunità offerte dallo sviluppo tecnologico hanno segnato, nel corso del tempo, una progressiva transizione da forme elitarie a forme più inclusive di turismo culturale e da mo-

delli di fruizione *top-down* a modalità *bottom-up* (Matteucci e Moretti, 2025). Nella ricostruzione di tale percorso trasformativo elaborata da Richards (2022), sono quattro le tappe principali che definiscono il passaggio da una fase alla successiva.

Così, una prima accezione di turismo culturale – chiamata *Cultural Tourism 1.0* – è quella che emerge con il *Grand Tour*, caratterizzato da una forte valenza educativa legata alla cultura classica, incarnata nei siti della Roma e della Grecia antiche. I turisti culturali di questa fase, che si estende dal XVIII secolo fino alla Seconda Guerra Mondiale, erano persone istruite e appartenenti a classi sociali agiate (Ibid.).

Successivamente, il boom turistico degli anni Sessanta e Settanta del secolo scorso ha spianato la strada a una visione del turismo come motore economico; ma è soprattutto nel corso degli anni Novanta che ha iniziato a diffondersi l'idea di un turismo culturale di massa. L'insieme di tali pratiche – riconducibili alla fase denominata *Cultural Tourism 2.0* – si fonda su una visione "estrattiva", ormai superata e anacronistica, dei beni e delle attività culturali quale "nuovo petrolio" di Paesi come la Francia o l'Italia, che dispongono di un patrimonio culturale tangibile e intangibile particolarmente ricco, da "sfruttare" a proprio vantaggio per attrarre visitatori (Zukin, 1996).

Visitatori che divengono centrali con l'avvento del *Cultural Tourism 3.0*. In questa fase, infatti, si assiste a un rafforzamento del ruolo del turista, che diventa un produttore attivo di cultura grazie alla progressiva diffusione di Internet e alla nascita dei *social network sites* (Russo e Richards, 2016). I viaggiatori non si limitano più a fruire contenuti creati da altri, ma iniziano a generarne di propri, pubblicando ad esempio recensioni e suggerimenti sulle destinazioni visitate. Allo stesso tempo, anche i residenti locali cominciano ad assumere una funzione attiva nel processo di offerta turistica, fornendo alloggi ed esperienze personalizzate attraverso piattaforme online specificamente dedicate all'erogazione di questo tipo di servizi (Ibid.). Il focus dell'attenzione si sposta in maniera crescente verso la fruizione di esperienze intangibili, volte a soddisfare i bisogni e le motivazioni dei fruitori, i quali diventano con sempre maggiore frequenza co-creatori delle pratiche in cui sono coinvolti.

Con l'inizio del nuovo millennio e la conseguente accelerazione in campo tecnologico, il turismo culturale entra in una nuova fase definita *Cultural Tourism 4.0*, caratterizzata dall'emergere di nuovi strumenti digitali e dalla proliferazione sia delle informazioni disponibili attra-

verso siti web, blog e piattaforme social, sia delle potenziali esperienze da vivere (Richards, 2022). Si genera quindi nei viaggiatori del XXI secolo un notevole "stress da scelta" – insieme a una dilagante paura di non riuscire a partecipare a tutto ciò che viene pubblicizzato online come "qualcosa di davvero imperdibile" – a cui fa da sponda una nuova classe di intermediari, chiamati a svolgere un ruolo curatoriale. Si tratta di *selectors* (Wijnberg, 2004), ovvero soggetti che monitorano costantemente le tendenze emergenti, selezionando e promuovendo un'ampia gamma di esperienze culturali, con l'intento di aiutare gli utenti a "restare al passo" con le mode e a mantenere un vantaggio competitivo nel loro ecosistema sociale (Stabrowski, 2022).

Questa nuova avanguardia dell'economia dell'esperienza è rappresentata da realtà come TripAdvisor e Airbnb, che impacchettano la cultura in "moduli esperienziali" facilmente fruibili. A differenza del packaging tradizionale delle vacanze culturali, oggi l'attenzione sembra essere rivolta all'accessibilità rapida a una vasta gamma di esperienze, viste come elementi scambiabili e componibili che costituiscono la nuova forma dominante del consumo turistico legato ai luoghi. Come sostiene Törnberg (2022), gli spazi del turismo culturale diventano scenari di un *platform placemaking*, in cui il significato e l'immagine dei luoghi vengono costruiti attraverso le piattaforme digitali e adattati alle nuove forme del turismo contemporaneo, in cui prevale il concetto di "quotidianità straordinaria" (Richards e Marques, 2018), intesa come una miscela di autenticità e tensione creativa (Törnberg, 2022).

In questa direzione, un altro aspetto fondamentale del consumo culturale contemporaneo, all'interno del paradigma del *Cultural Tourism 4.0*, è la crescente consapevolezza che osservare passivamente la cultura non sia più sufficiente. I viaggiatori desiderano essere coinvolti emotivamente, entrare in connessione profonda con i luoghi visitati ed essere trasformati dall'esperienza vissuta. Ciò riflette la fase più evoluta dello sviluppo economico, delineata da Pine e Gilmore (1999) nell'ambito dell'"economia della trasformazione". Secondo gli autori, infatti, con l'evolversi dell'economia dell'esperienza, le esperienze sarebbero diventate sempre più comuni e mercificate, costringendo i produttori a ricercare nuove forme di offerta a maggiore valore aggiunto. Ne deriva che le esperienze da sole non sono più sufficienti: oggi i viaggiatori aspirano ad essere accompagnati in un percorso di cambiamento verso "la versione migliore e più autentica di sé stessi" (Dragija e Jelinčić,

2025). D'altronde il potenziale trasformativo del viaggio è stato ampiamente documentato in letteratura: viaggiare significa immergersi in situazioni e contesti non familiari, che permettono di sperimentare nuovi modi di essere (Kirillova et al., 2017; Reisinger, 2013).

Ma il cambiamento non si ferma qui. In questo senso, l'ambiente digitale si configura come uno spazio aggiuntivo per le attività legate al turismo culturale, attraverso lo sviluppo di esperienze immersive, collaborative e guidate dalle tecnologie (Matteucci e Moretti, 2025), in cui le emozioni diventano l'elemento centrale, poiché, come noto, un maggiore coinvolgimento emotivo conduce a una maggiore memorabilità (Pine e Gilmore, 2013).

Tuttavia, per evitare le trappole di un consumo superficiale e omologante, è necessario ripensare la qualità di tali esperienze (Richards, 2022). Le forme di turismo culturale sempre più ibride e cosmopolite rischiano infatti di svuotare il locale, sostituendolo con il globale, e di ampliare la distanza tra chi si muove con agilità e chi resta, per necessità o scelta, radicato in un luogo. La vera sfida, allora, è quella di riattivare il dialogo tra i diversi gruppi che condividono uno stesso spazio, trovando nuovi modi per stimolare la comprensione interculturale, tanto nella sfera pubblica quanto in quella privata (Engberg et al., 2022).

Come suggerisce Richards (2022), ciò richiede una riformulazione del modo in cui intendiamo la vita quotidiana e gli incontri tra persone. Diviene dunque fondamentale comprendere come questi aspetti possano essere "ri-narrati" come momenti di reciprocità, piuttosto che come semplici occasioni di scambio economico, dando vita a forme più profonde e conviviali di interazione tra ospiti e ospitanti all'interno dei luoghi e delle pratiche del turismo culturale contemporaneo (Huijbens, 2023).

3. IA e *data mining* per un'innovazione *experience-centric* nel turismo culturale

Sulla base di tali premesse, l'avvento dell'IA e delle tecniche di estrazione delle informazioni attraverso sistemi di *Machine Learning* (ML) da grandi moli di dati, conosciute con il nome di *data mining*, sta inducendo trasformazioni profonde anche nel settore del turismo culturale. Queste tecnologie, spesso operanti in sinergia con altri abilitatori digitali, quali l'*Internet of Things* (IoT), l'*edge computing*, la realtà aumentata e virtuale, non si limitano a ottimizzare i processi gestionali, ma intervengono direttamente sulla natura stessa dell'esperienza turistica,

modificando radicalmente le modalità di interazione tra visitatori, patrimonio, operatori e istituzioni culturali (Egger, 2022a).

Questo cambio di paradigma si inserisce pienamente nel quadro teorico della "experience economy" (Pine e Gilmore, 1999), secondo cui il valore economico risiede sempre meno nel bene o servizio in sé e sempre più nell'esperienza memorabile che esso è in grado di generare. Nel turismo culturale, ciò si traduce in una crescente attenzione alla dimensione soggettiva, emotiva e trasformativa del viaggio. L'IA e il *data mining* diventano strumenti cruciali in questo contesto, poiché permettono di analizzare e interpretare l'enorme mole di dati eterogenei prodotti, spesso inconsapevolmente, dai turisti stessi: recensioni testuali su piattaforme dedicate, fotografie e video condivisi sui social media, tracce di geolocalizzazione lasciate dagli smartphone, dati comportamentali raccolti da sensori ambientali o dispositivi indossabili (Mich, 2022).

L'IA, intesa come un complesso di tecniche algoritmiche capaci di simulare aspetti dell'intelligenza umana (apprendimento, ragionamento, riconoscimento di pattern), permette di estrarre significato da questi dati grezzi. Il *data mining*, in particolare, attraverso tecniche di clustering, classificazione e analisi delle associazioni, porta alla luce regolarità, tendenze e correlazioni nascoste, mentre gli algoritmi di ML (supervisionato, non supervisionato, per rinforzo) consentono di costruire modelli predittivi sugli interessi, le preferenze e i possibili comportamenti futuri dei turisti.

In tal senso, le implicazioni operative e strategiche sono molteplici. A livello gestionale, queste analisi permettono di anticipare i flussi turistici, ottimizzare l'allocazione delle risorse (personale, servizi), migliorare la distribuzione dei visitatori nello spazio e nel tempo (contrastando fenomeni di *overtourism* in alcuni siti e valorizzando aree marginali), e rendere complessivamente più sostenibile l'impatto del turismo sul patrimonio e sulle comunità locali. Come evidenziato da Li e colleghi (2022) a proposito dello sviluppo sostenibile dei beni culturali, integrando i dati in tempo reale con modelli previsionali, si ottiene una gestione dinamica e proattiva degli accessi, proteggendo i siti più fragili da un eccessivo impatto antropico.

Tuttavia, è nella prospettiva "experience-centric" che l'IA dispiega il suo potenziale più innovativo, agendo direttamente sulla qualità percepita della visita. Uno degli ambiti più consolidati è l'analisi del *sentiment* e delle opinioni espresse online. Tecniche di *Natural Langua-*

ge Processing (NLP) permettono di processare automaticamente grandi volumi di recensioni (da TripAdvisor, Google Reviews, social media, ecc.), identificando non solo la polarità generale (positiva, negativa, neutra), ma anche le emozioni specifiche associate a determinati aspetti dell'esperienza (ad esempio, stupore per un'opera, frustrazione per una coda, apprezzamento per la preparazione di una guida) (Susanto et al., 2024). Questo feedback quasi istantaneo consente ai gestori di intervenire tempestivamente su criticità segnalate (come migliorare la segnaletica, potenziare la pulizia, formare il personale) e di comprendere quali elementi generano maggiore soddisfazione o coinvolgimento emotivo, orientando così le strategie di comunicazione e sviluppo dell'offerta (Ibid.).

Parallelamente, i sistemi di raccomandazione, un tempo tipici dei grandi siti di e-commerce, sono stati adattati alle peculiarità del turismo culturale, tracciando e interpretando gli interessi del singolo utente per suggerire in modo personalizzato attrazioni, eventi, itinerari o contenuti culturali potenzialmente di suo interesse (Sunil et al., 2023). Le piattaforme di prenotazione o le app turistiche, basandosi sulle preferenze dichiarate o su comportamenti osservati, possono proporre mostre, eventi o percorsi tematici allineati agli interessi e agli stili di viaggio del singolo utente. Ad esempio – in linea con quanto evidenziato nella letteratura sui sistemi di raccomandazione personalizzata – un visitatore appassionato di storia dell'arte potrebbe ricevere suggerimenti focalizzati su collezioni pittoriche, mentre chi manifesta interesse per l'archeologia potrebbe essere guidato verso siti storici o scavi meno noti, solitamente esclusi dai circuiti più battuti (Sunil et al., 2023; Muneer et al., 2023; Egger, 2022a). L'obiettivo non è solo facilitare la pianificazione o aumentare le vendite di biglietti, ma stimolare la scoperta, proporre connessioni inaspettate e, idealmente, generare quell'"effetto sorpresa" che diversi studi sulla memorabilità indicano come fondamentale per un'esperienza turistica significativa (Kim et al., 2012).

Un ruolo cruciale in questa architettura intelligente è affidato all'IoT, che mette in rete device di vario genere (come sensori ambientali, *beacon*, tag RFID e NFC o gli stessi smartphone dei visitatori), creando un flusso continuo di dati sul contesto fisico e sul comportamento delle persone al suo interno. L'analisi di queste "tracce digitali" permette di mappare in tempo reale i movimenti dei visitatori, i tempi di sosta, le zone di maggiore affollamento, i percorsi preferiti (Knani et al., 2022). Tali informazioni, elaborate attraverso sistemi di *data analytics*,

abilitano interventi di *smart destination management*: sistemi di notifica possono suggerire percorsi alternativi per evitare code, app possono fornire informazioni contestuali basate sulla prossimità a un punto di interesse, l'illuminazione o la climatizzazione possono adattarsi dinamicamente al numero dei presenti. A ciò si aggiunge l'*edge computing*, ovvero la capacità di elaborare i dati direttamente nei dispositivi mobili o nei terminali locali, senza necessità di connessione a server remoti. In un contesto turistico, ciò risulta particolarmente vantaggioso in località isolate e zone con infrastrutture di rete limitate o per monitorare in tempo reale i flussi turistici, suggerendo ai visitatori di spostarsi verso aree meno affollate, così da migliorare l'esperienza di visita e contribuire a una gestione sostenibile (Egger, 2022b).

Nel vasto panorama del *Cultural Tourism 4.0*, la convergenza tra IA e tecnologie immersive (AR/VR) sta inoltre rivoluzionando le modalità di fruizione e interpretazione del patrimonio. L'AR, accessibile tramite smartphone, tablet o visori dedicati, permette di sovrapporre informazioni digitali (testi, immagini, modelli 3D, animazioni) al mondo reale. Un visitatore in un sito archeologico può così visualizzare la ricostruzione virtuale di un edificio scomparso semplicemente inquadrandolo con il proprio device o accedere a contenuti multimediali su un reperto specifico (Wei, 2019). La VR, d'altra parte, offre esperienze totalmente immersive in ambienti virtuali, permettendo di visitare luoghi fisicamente inaccessibili (per motivi di conservazione, distanza o disabilità), di rivivere eventi storici o di interagire con oggetti e personaggi virtuali. In questo modo, la fruizione non è più limitata a un contatto diretto con l'opera nel luogo fisico, ma viene "potenziata" da un ecosistema narrativo che mostra prospettive storiche, aneddoti e interazioni con altre risorse digitali, favorendo il radicarsi di un ricordo più vivido e personalizzato (Kim et al., 2012).

Proprio la personalizzazione risulta uno dei concetti cardine nella letteratura sul turismo "experience-centric". La possibilità di generare narrazioni adattive – calibrate sul profilo cognitivo, sul livello di conoscenza pregressa e sugli interessi dichiarati o rilevati dell'utente – innesca un processo di co-creazione continuo (Mich, 2022). Invece di proporre un unico racconto standardizzato, la piattaforma museale intelligente o l'app del luogo di visita può definire l'itinerario e i contenuti narrativi in base al singolo individuo, offrendo approfondimenti diversi a seconda che l'utente si dichiari, ad esempio, amante di un certo tipo di architettura o forma d'arte. A queste modalità si affiancano speri-

mentazioni di narrazione generativa basata su IA, in cui il racconto della storia di un luogo non è predefinito, ma si costruisce dinamicamente a partire dalle scelte, dalle domande o dalle interazioni dell'utente.

Un caso rappresentativo di organizzazione della conoscenza abilitata dall'IA è quello dei *knowledge graphs* (Kejriwal, 2022), grafi di conoscenza che collegano un autore, una corrente artistica e un periodo storico, rendendo tali collegamenti esplorabili in base alle preferenze di navigazione del visitatore. Dunque, quest'ultimo non è più limitato a dover consultare solamente schede testuali predefinite, ma può interagire con un tessuto semantico che rileva connessioni inattese, sottolineando i nessi tra monumenti periferici e grandi capolavori, tra riti locali e feste tradizionali, tra reperti archeologici e rappresentazioni collettive del passato. Questa modalità di fruizione promuove un'esplorazione aperta e non lineare del patrimonio, superando la rigidità delle gerarchie museali tradizionali e valorizzando l'atto stesso del "navigare" come pratica culturale autonoma.

Anche i Sistemi Informativi Geografici (GIS), potenziati dall'IA, offrono strumenti sofisticati per l'analisi spaziale e temporale dei fenomeni turistici (Kirilenko, 2022). La sovrapposizione dei dati relativi al movimento dei visitatori, agli orari di apertura dei siti, alle condizioni meteorologiche e a eventuali eventi in corso permette di generare mappe dinamiche che suggeriscono itinerari meno congestionati o esperienze tematiche strutturate per fasce orarie. Ciò diventa rilevante anche nella definizione e messa in atto di politiche di decongestionamento, specialmente in centri storici inseriti in circuiti UNESCO, spesso soggetti a eccessive pressioni. Attraverso l'analisi predittiva, gli enti locali possono progettare potenziamenti delle infrastrutture di trasporto, orientare investimenti per l'allargamento dell'offerta e, di conseguenza, salvaguardare la qualità della visita e la sostenibilità del territorio (Li et al., 2022).

Un ulteriore contributo derivante dall'adozione di IA e tecniche di *data mining* riguarda la possibilità di far emergere contenuti inediti, trascurati o marginalizzati. In molte regioni, esistono archivi locali, memorie orali, arti performative tradizionali e micro-patrimoni artigianali che raramente entrano nei circuiti istituzionali. Attraverso l'analisi semantica degli user generated content (UGC) o di documentazioni storiche digitalizzate, l'IA è in grado di rilevare menzioni, correlazioni o cluster tematici che rispecchiano queste realtà meno note (Mich, 2022). A questo si collegano i progetti di *digital twin*, nei quali la copia virtuale di un centro storico o di un intero complesso monumentale

viene costantemente aggiornata con dati relativi alle condizioni architettoniche, ai flussi di visitatori e persino alle variazioni climatiche (Li et al., 2022). Ciò consente di simulare interventi di restauro, analizzare l'impatto di un nuovo evento e facilitare la pianificazione urbanistica, riducendo il rischio di decisioni azzardate.

Oltre a supportare la pianificazione e l'adozione di strategie di tutela del patrimonio culturale, l'IA contribuisce anche a favorire l'accessibilità dell'esperienza turistica. Chatbot e assistenti virtuali, dotati di capacità avanzate di NLP, possono fornire informazioni e supporto in diverse lingue, adattare il livello di complessità del linguaggio, offrire descrizioni audio per ipovedenti o sottotitoli per non udenti, e rispondere a domande specifiche degli utenti con esigenze particolari (Egger e Gokce, 2022). Queste interfacce conversazionali, integrate in app, siti web o dispositivi onsite, come i chioschi informativi intelligenti o i totem interattivi, rendono l'esperienza più inclusiva e personalizzata, abbattendo barriere linguistiche, fisiche e cognitive. A differenza di una guida cartacea o di un'audioguida preimpostata, questi sistemi sviluppano un dialogo interattivo con il visitatore, rispondendo a domande puntuali, modulando il livello di dettaglio delle spiegazioni e persino adattando il linguaggio in base a variabili come l'età, la provenienza o l'eventuale presenza di disabilità (Ibid.). Al contempo, l'analisi automatica delle conversazioni arricchisce la conoscenza a disposizione dei gestori, rivelando problematiche frequenti, domande ricorrenti o potenzialità inespresse (Knani et al., 2022).

Infine, merita attenzione l'integrazione dell'IA nell'analisi delle "tracce" – testi, foto, video, commenti – che i turisti lasciano dopo la visita (Egger, 2022a). L'esplorazione sistematica di questi dati con tecniche di *topic modeling*, *clustering* e *sentiment analysis* consente non soltanto di monitorare la reputazione e l'immagine di un luogo (Yannacopoulou e Kallinikos, 2025), ma anche di identificare legami semantici tra aspetti apparentemente distanti. Per esempio, si potrebbe scoprire che i visitatori che frequentano una determinata area del centro storico amano anche un certo tipo di cucina locale o apprezzano particolari performance folcloristiche. Tale informazione può dare vita a nuove sinergie tra operatori, ad esempio incoraggiando la nascita di percorsi integrati. In questo modo, la tecnologia supporta l'innovazione di prodotto e la diversificazione dell'offerta, ampliando le opportunità di fruizione e stimolando la creatività degli operatori (Knani et al., 2022). Nel contempo, l'analisi delle foto e dei video condivisi dagli utenti –

realizzata con tecniche di *computer vision* – permette di identificare i soggetti più fotografati, gli elementi visivi ricorrenti o emergenti, e le pratiche di fruizione più diffuse. Queste informazioni offrono spunti utili per la comunicazione visiva, la progettazione dei percorsi e la valorizzazione di aspetti spesso trascurati nella narrazione istituzionale.

Considerate nel loro insieme, queste applicazioni dell'IA e del *data mining* vanno oltre la semplice ottimizzazione funzionale o la personalizzazione superficiale. L'analisi aggregata e interpretativa delle numerose espressioni digitali – parole, immagini, emozioni, movimenti, interazioni – generate dai visitatori in relazione a un luogo, apre la possibilità di cogliere qualcosa di più profondo: una sorta di "coscienza collettiva digitale" del luogo stesso, una mappa delle sue risonanze emotive e simboliche così come vengono percepite e riflesse dalla comunità dei suoi fruitori. Questa rappresentazione, costruita algoritmicamente a partire dalle tracce individuali, non coincide certamente con il concetto filosofico tradizionale di *genius loci* (lo spirito intrinseco e unico di un luogo), ma ne costituisce forse una manifestazione contemporanea, mediata dalla tecnologia: una "*anima loci* elettronica". Si tratta di un'essenza digitale, inevitabilmente parziale e filtrata dagli strumenti di rilevazione e analisi, ma potenzialmente capace di rivelare aspetti dell'identità percepita di un luogo che sfuggono ai metodi di indagine tradizionali (sondaggi, interviste) o alle narrazioni istituzionali.

Ciò che emerge all'interno di questa importante trasformazione è che la prospettiva *experience-centric* va ben oltre la pura dimensione tecnologica: IA e *data mining* non si costituiscono come meri strumenti di automazione, ma come fattori abilitanti di una nuova cultura della partecipazione e della co-costruzione del valore (Muneer et al., 2023). Il "turista connesso" non è più un ricettore passivo di contenuti, bensì una fonte attiva di dati e feedback, nonché un co-autore di narrazioni collettive. Da un lato, la destinazione beneficia di un know-how continuo, riceve indicazioni su preferenze e tendenze emergenti, sperimenta forme di governance data-driven; dall'altro, il visitatore acquisisce un ruolo creativo, scegliendo e componendo l'esperienza in base alle proprie risonanze emotive e ai suggerimenti "intelligenti" che gli algoritmi forniscono.

4. Il progetto STEP – Social Tourism ePlatform

L'idea che gli strumenti digitali e gli algoritmi di IA possano essere impiegati non solo per gestire flussi o personalizzare offerte, ma anche

per raccogliere, interpretare e restituire le molteplici rappresentazioni dei luoghi elaborate dai loro visitatori, apre numerose questioni sulle possibili modalità di costruzione e trasmissione del senso del luogo. Come cambia la nostra comprensione di un territorio quando essa viene mediata da un'analisi automatizzata delle conversazioni online? Può emergere una visione più autentica, polifonica, o si rischia una semplificazione guidata dagli algoritmi?

In questa cornice si inserisce il progetto di ricerca STEP - Social Tourism ePlatform[3] che ha permesso la prototipizzazione di una piattaforma digitale per il turismo culturale basata sull'analisi semantica e visuale delle conversazioni online relative ad alcuni luoghi del Lazio. L'obiettivo è stato sperimentare nuove modalità di rappresentazione delle dimensioni emozionali e simboliche del territorio, supportando sia i turisti nella scoperta di percorsi meno noti, sia gli operatori nella lettura e gestione delle narrazioni emergenti.

4.1. Obiettivi e principi guida

L'elemento centrale nella messa in atto del progetto STEP è stata la costruzione di "mappe emozionali", intese non come semplici aggregazioni di recensioni o rating, ma come rappresentazioni sintetiche e visualmente navigabili delle emozioni prevalenti e delle tematiche ricorrenti associate a un determinato luogo, estratte attraverso l'analisi automatica dei contenuti generati dagli utenti. L'idea di fondo è che le emozioni espresse (meraviglia, tranquillità, curiosità, nostalgia, ecc.) e le parole chiave utilizzate per descrivere una destinazione costituiscano indicatori potenti della sua percezione e del suo valore simbolico per i visitatori.

Per ancorare il modello computazionale a un vissuto reale e non basarsi unicamente su tassonomie predefinite, la definizione delle categorie emozionali è stata preceduta da una fase di ricerca qualitativa. Sono stati realizzati due focus group con giovani adulti (target demografico chiave per il turismo digitale ed esperienziale), esplorando le loro aspettative, motivazioni ed emozioni associate alla visita di diver-

[3] Il progetto STEP è stato sviluppato tra il 2021 e il 2023 con il contributo della Regione Lazio nell'ambito del Centro di Eccellenza DTC ed è stato coordinato dal Dipartimento di Ingegneria dell'Impresa dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", in partenariato con il Centro Interdipartimentale DigiLab di Sapienza, Università di Roma, CoopCulture e Vianet s.r.l.

se tipologie di luoghi culturali del Lazio (borghi storici, parchi archeologici, chiese, ville rinascimentali, necropoli etrusche). Le discussioni hanno fatto emergere un set ricorrente di stati emotivi e motivazionali – tra cui la curiosità intellettuale, il senso di sorpresa e meraviglia, il bisogno di riconnessione con la natura o con sé stessi, il desiderio di evasione dalla routine, la ricerca di approfondimento storico-culturale, ma anche sensazioni di pace, mistero o appartenenza. Questo vocabolario emozionale emerso empiricamente ha fornito la base semantica per la costruzione del primo set di "tag" utilizzati nel sistema di classificazione, analisi e raccomandazione della piattaforma, garantendo una maggiore aderenza alle reali esperienze dei turisti.

In questa direzione, un principio guida fondamentale del progetto è stata la dimensione partecipativa e di ascolto. La piattaforma non è stata concepita come un mero strumento di monitoraggio passivo dei dati online, ma come un ecosistema digitale potenzialmente aperto al contributo attivo degli utenti e, in prospettiva, delle stesse comunità locali. L'idea è che queste ultime possano, nel tempo, arricchire le rappresentazioni con contenuti propri (storie, fotografie storiche, eventi), partecipare alla validazione dei risultati dell'analisi algoritmica e utilizzare la piattaforma come strumento di auto-narrazione e promozione consapevole del proprio patrimonio (co-narrazione).

STEP si rivolge quindi primariamente a due macro-categorie di destinatari: da un lato, i turisti, in particolare quelli appartenenti a segmenti motivazionali orientati alla ricerca di esperienze autentiche, personalizzate, contestualizzate e possibilmente al di fuori dei flussi turistici di massa (es. *slow tourist, cultural creative, experience seeker*) (Dickinson e Lumsdon, 2010; Richards, 2011; Kim et al., 2012); dall'altro, gli stakeholder territoriali (enti pubblici locali, gestori di siti culturali, associazioni, operatori privati) ai quali la piattaforma offre insight derivati dai dati aggregati, utili per comprendere meglio la domanda, modulare le strategie di comunicazione, sviluppare nuovi prodotti/servizi turistici e, in generale, per una governance più informata del patrimonio culturale.

4.2. Raccolta e analisi dei dati

Il funzionamento della piattaforma STEP è progettato per operare su dati testuali e visuali provenienti da fonti pubblicamente accessibili, in particolare da social media, portali di recensioni, blog e altre piat-

taforme digitali in cui i visitatori esprimono le proprie impressioni, emozioni e valutazioni riguardo alla visita.

Attraverso un software appositamente sviluppato, il sistema raccoglie post, commenti e immagini pertinenti, associandoli ai corretti luoghi di interesse. Questa fase presenta sfide tecniche significative legate alla varietà dei formati, alla necessità di disambiguare i luoghi menzionati e al volume dei dati, nonché a un lavoro di pulizia per l'ottimizzazione dell'analisi (es. errori di battitura, emoji, ecc.).

Il nucleo dell'analisi si basa su tecniche di IA, in particolare NLP per i testi e *computer vision* per le immagini. Nella prima rientrano tecniche per la classificazione della polarità emotiva, l'identificazione automatica dei temi principali discussi nei testi relativi a un luogo, l'estrazione delle parole chiave più significative e rappresentative, l'identificazione e classificazione di entità come nomi di luoghi, persone, organizzazioni, opere d'arte. L'analisi visuale, invece, si basa su tecniche di riconoscimento automatico degli oggetti, delle scene (es. paesaggio, architettura, interno museo), delle persone e, potenzialmente, delle azioni mostrate nelle immagini.

Per rappresentare semanticamente i contenuti (testi, immagini), i luoghi e, implicitamente, gli utenti, STEP utilizza modelli di *embedding* vettoriale. In tal modo, ad esempio, luoghi associati a emozioni simili o descritti con sinonimi si troveranno vicini in questo spazio vettoriale. Ciò consente di calcolare affinità, fare clustering e alimentare i sistemi di raccomandazione.

Come accennato, il sistema di classificazione emozionale è stato inizialmente calibrato sui risultati dei focus group, cercando di creare categorie significative per il contesto turistico-culturale specifico. Tuttavia, il sistema è progettato per essere adattivo: l'analisi continua di nuovi dati permette di identificare nuove emozioni o sfumature emergenti, aggiornando dinamicamente il vocabolario emozionale e i modelli di classificazione.

4.3. Struttura della piattaforma, interfacce e logiche di esplorazione

La piattaforma STEP è stata progettata con una chiara architettura orientata all'utente, privilegiando principi di accessibilità, semplicità d'uso e coerenza con le pratiche digitali dei turisti contemporanei, adottando un approccio *mobile first* per favorirne la fruizione in mo-

bilità. La struttura si articola in due componenti funzionali interconnesse: una sezione gestionale (*backend/dashboard*) con accesso riservato per operatori culturali, amministratori e ricercatori, e un'interfaccia pubblica (*frontend*) destinata ai turisti. Entrambe attingono a un nucleo comune di dati e a un motore di analisi IA che elabora continuamente i contenuti raccolti dalla rete e quelli forniti dagli utenti.

In particolare, l'interfaccia gestionale fornisce agli stakeholder territoriali strumenti analitici basati su visualizzazioni sintetiche (grafici, mappe di calore, word cloud). Consente di monitorare emozioni e parole chiave associate ai luoghi nel tempo, analizzare pattern di visita emergenti, identificare luoghi con bassa visibilità online, confrontare la percezione di diverse destinazioni, valutare l'impatto di eventi e gestire direttamente i contenuti informativi della piattaforma.

Parallelamente, l'interfaccia pubblica per i visitatori è concepita per un'esplorazione coinvolgente e intuitiva. Il fulcro è una mappa geografica interattiva (del Lazio nel prototipo) su cui sono geolocalizzati i punti di interesse. Cliccando su un nodo, l'utente visualizza una scheda sintetica che integra informazioni fattuali (descrizioni, orari) con gli insight dell'analisi algoritmica: i tag emozionali prevalenti ("Meraviglia", "Tranquillità"), le parole chiave significative, immagini rappresentative e talvolta estratti testuali evocativi. L'elemento innovativo risiede nella possibilità di filtrare la mappa e cercare luoghi non solo per categoria o prossimità, ma anche per affinità emozionale, rispondendo a bisogni come "trovare luoghi che ispirano tranquillità".

La personalizzazione è rafforzata dalla funzione "MyStep", che permette agli utenti di salvare luoghi preferiti, creare itinerari personalizzati e aggiungere note, foto o feedback associati a emozioni, costruendo una sorta di diario di viaggio digitale. Per stimolare l'engagement e la scoperta di luoghi meno noti, sono stati poi integrati elementi di *gamification* (badge simbolici, leaderboard), con finalità più partecipative che competitive.

L'approccio alla scoperta dei luoghi proposto da STEP si discosta dai modelli più tradizionali, spesso lineari e predefiniti, promuovendo una logica reticolare, associativa ed esplorativa, dove i luoghi sono connessi non solo geograficamente, ma anche per similarità semantica e risonanza emozionale. L'algoritmo non privilegia a priori le attrazioni "mainstream", ma valorizza anche elementi emergenti dalle narrazioni degli utenti, percezioni soggettive e luoghi "minori" carichi di significato per specifiche nicchie. Questa capacità di far emergere con-

nessioni inattese e mappare le sfumature emotive mira a restituire un immaginario del territorio più articolato e polifonico, tentando di rendere navigabile e comprensibile l'*anima loc*i elettronica e contribuendo a una riscoperta più profonda della qualità dei luoghi.

4.4. Principali risultati e sviluppi futuri

Il progetto STEP, conclusosi nel 2023, ha portato alla realizzazione di un prototipo funzionante della piattaforma, completo delle sue funzionalità principali. Il sistema è stato popolato e testato con contenuti relativi a una selezione strategica di luoghi del Lazio. La scelta è ricaduta su siti che presentavano caratteristiche diverse: alcuni di grande richiamo ma con problematiche di gestione dei flussi (come il sito UNESCO di Villa Adriana a Tivoli), altri meno noti ma con un forte potenziale narrativo o legati a forme di turismo emergente (quali borghi storici della Tuscia, parchi naturali, complessi monastici). Questa varietà ha permesso di sperimentare l'efficacia del modello analitico e rappresentativo in contesti differenti.

I risultati ottenuti hanno confermato la fattibilità tecnica e concettuale dell'approccio proposto. La piattaforma si è dimostrata in grado di raccogliere e processare volumi significativi di UGC, di estrarre pattern emozionali e semantici pertinenti e di restituirli attraverso interfacce navigabili. Le analisi preliminari hanno mostrato, ad esempio, come, per borghi meno noti, fossero ricorrenti emozioni legate all'"autenticità", alla "lentezza" o a specifiche tradizioni enogastronomiche, confermando il potenziale della piattaforma nel catturare l'*anima loci* elettronica che definisce l'identità percepita di un luogo al di là delle descrizioni ufficiali. Il prototipo ha quindi dimostrato il valore potenziale di STEP come strumento trasversale, utile sia ai turisti per una scoperta più consapevole, sia agli stakeholder per una gestione più informata.

Tuttavia, la fase prototipale ha anche evidenziato alcuni limiti e sfide. La qualità e quantità dei dati UGC variano enormemente tra luoghi più o meno popolari, rendendo l'analisi meno robusta per destinazioni con bassa presenza online (problema della *data sparsity*). Gli algoritmi di NLP e sentiment analysis, pur sofisticati, possono faticare a cogliere sfumature complesse come l'ironia o il sarcasmo (Birjali et al., 2021), e possono incorporare bias presenti nei dati di addestramento (Noble, 2018). La traduzione di emozioni complesse in tag discreti comporta

poi inevitabilmente una semplificazione. Inoltre, l'adozione da parte degli utenti e la loro disponibilità a contribuire attivamente rimangono incognite cruciali per la sostenibilità a lungo termine del modello.

In ogni caso, i dati raccolti attraverso la piattaforma potrebbero costituire una base per successive analisi di tipo qualitativo e quantitativo, utili a comprendere le trasformazioni in atto nelle pratiche turistiche, nelle rappresentazioni dei luoghi e nelle forme emergenti del patrimonio vissuto. In questo senso, STEP potrebbe essere considerato non solo uno strumento operativo, ma anche un osservatorio sperimentale sui modi in cui il turismo culturale si riconfigura nell'ecosistema digitale contemporaneo.

5. Conclusioni: verso una riscoperta digitale della qualità dei luoghi

Alla luce del quadro teorico delineato e delle applicazioni pratiche oggi disponibili, appare in maniera chiara come l'IA si stia progressivamente affermando come una tecnologia chiave nei settori culturali e creativi (European Commission, 2022; Münster et al., 2024). Nel turismo culturale, le sue applicazioni vanno oltre l'ottimizzazione gestionale, abilitando nuove capacità di analisi interpretativa dell'esperienza vissuta, di comprensione delle dinamiche percettive collettive e di valorizzazione delle dimensioni simboliche ed emozionali del patrimonio tangibile e intangibile (Mich, 2022). La capacità di analizzare e interpretare l'enorme mole di dati eterogenei prodotti dai visitatori – recensioni, immagini, tracce digitali – consente infatti di indagare gli aspetti soggettivi, emozionali e trasformativi dell'esperienza turistica, in linea con la tendenza del settore a valorizzare maggiormente la qualità della visita e la ricerca di significato da parte dei visitatori (Egger, 2022a, 2022b).

L'utilità di questo approccio tecnologico emerge chiaramente se si considera la natura del turismo culturale contemporaneo. Si tratta infatti di un ambito complesso e multisfaccettato (Richards, 2021, 2022), nel quale la crescente domanda di autenticità, partecipazione e vissuti profondi (Kirillova et al., 2017) deve confrontarsi con le criticità generate dalla massificazione e dalla standardizzazione delle esperienze (Christin, 2022; Ceschin, 2024). L'analisi delle narrazioni e delle emozioni digitali, resa possibile da tecniche di NLP e sentiment analysis (Susanto et al., 2024), offre una possibile soluzione per accedere a una

comprensione più articolata di come i luoghi vengono percepiti e raccontati. Da tale analisi può emergere quella che è stata definita *anima loci elettronica*: una rappresentazione dinamica e collettivamente costruita dello "spirito" di un luogo, riflessa e mediata dall'ecosistema digitale. Progetti come STEP esemplificano il tentativo di rendere operativi questi concetti, utilizzando l'IA per mappare le risonanze affettive e simboliche dei territori.

Questa prospettiva, che vede l'IA come uno strumento per "ascoltare" le voci digitali e interpretare le percezioni collettive, trova rispondenza nelle "svolte" più recenti che hanno caratterizzato l'evoluzione del turismo culturale (Richards, 2021). L'IA agisce quindi in una duplice veste: come analizzatore delle performance e delle narrazioni co-create dai visitatori, e, allo stesso tempo, come un sistema che opera attivamente una selezione e aggregazione delle informazioni, influenzando quali narrazioni e significati culturali verranno presentati al visitatore.

Il concetto di *anima loci elettronica* sollecita inoltre una riflessione sul suo rapporto con quello tradizionale di *genius loci*, configurandosi non come suo sostituto, ma come una sua possibile manifestazione nell'era digitale. Proprio la possibilità di accedere a questa comprensione più profonda delle percezioni collettive e delle risonanze emotive legate a un luogo si traduce in significative implicazioni pratiche per la gestione delle destinazioni: essa permette di definire strategie di comunicazione più mirate, di sviluppare prodotti turistici innovativi e di promuovere forme di governance più sensibili al vissuto locale.

Tuttavia, l'approccio basato sull'IA e sul *data mining* presenta significative sfide e criticità che meritano attenzione. In primo luogo, l'affidarsi a tecniche algoritmiche per cogliere e rappresentare l'identità di un luogo comporta inevitabilmente il rischio di ridurre la complessità sociale, culturale e materiale a rappresentazioni semplificate, incapaci di cogliere tutte le sfumature e peculiarità di un territorio (European Commission, 2022). In secondo luogo, è importante riconoscere che gli algoritmi non sono neutrali giacché possono riflettere e amplificare bias già presenti nei dati di addestramento o derivanti dalle scelte di progettazione degli sviluppatori (Noble, 2018), generando così rappresentazioni parziali o distorte. Infine, emergono imprescindibili considerazioni etiche: l'utilizzo dei dati personali, specialmente informazioni sensibili come le emozioni espresse online, solleva questioni fondamentali riguardo alla privacy, alla necessità di un consenso chiaro e informato da parte degli utenti e alla responsabilità nella gestione di tali dati (Zuboff, 2019),

aspetti che richiedono quadri normativi e pratiche rigorose. A queste criticità si aggiunge una riflessione sul concetto stesso di autenticità (Cohen, 1988), che potrebbe risultare alterato o impoverito se le culture locali vengono semplificate e spettacolarizzate digitalmente per renderle più facilmente fruibili e "consumabili" dai turisti (Hollinshead, 2007).

Per affrontare le sfide delineate, è necessario concentrarsi sullo sviluppo di tecnologie algoritmiche caratterizzate da maggiore trasparenza, interpretabilità ed equità. Risulta altresì rilevante l'integrazione tra metodi computazionali e approcci qualitativi, al fine di validare e arricchire contestualmente l'analisi dei dati digitali. Sarebbero inoltre opportuni studi empirici specifici volti ad approfondire gli impatti socio-culturali di queste tecnologie sulle comunità locali e sull'esperienza turistica.

In definitiva, l'IA si sta configurando come una potente lente attraverso cui osservare e interpretare i luoghi nell'era digitale. Il suo valore risiede non tanto nella capacità di fornire risposte definitive, quanto nell'offrire nuovi strumenti per arricchire la comprensione, stimolare la riflessione critica e promuovere una connessione più profonda e consapevole tra le persone e il patrimonio culturale. Un uso socialmente responsabile delle narrazioni digitali per far emergere l'*anima loci* elettronica potrebbe quindi favorire la valorizzazione di quell'insieme complesso di storie, emozioni e significati che rende ogni luogo unico, contribuendo a orientare il turismo culturale verso una maggiore qualità esperienziale, un più profondo rispetto per le identità locali e una riscoperta della relazione tra ospiti e ospitanti.

Riferimenti bibliografici

AUGÉ, M. (1995), *Non-places: An Anthropology of Supermodernity*, Verso, New York.

BIRJALI, M. et al. (2021), *A comprehensive survey on sentiment analysis: Approaches, challenges and trends*, in "Knowledge-Based Systems", 226, 107134.

BOND, N., FALK, J. (2013), *Tourism and identity-related motivations: why am I here (and not there)?*, in "International Journal of Tourism Research", 15, 5, pp. 430-442.

CASTELLS, M. (1996), *The Information Age, Vol. 1: The Rise of the Network Society*, Blackwell, Oxford.

CAVALLO, L. et al. (a cura di) (2023), *Il turismo culturale in Italia. Analisi territoriale integrata dei dati*, Istituto nazionale di statistica, Roma.

CESCHIN, F.M. (2024), *La sindrome di Parigi nelle città d'arte italiane?*, in "Letture Lente - Agenzia CULT", 8 ottobre 2024, available at: <https://www.agen-

ziacult.it/letture-lente/turismo-4-0/la-sindrome-di-parigi-nelle-citta-darte-italiane/> (last accessed 15 December 2025).

CHRISTIN, R. (2022), *Manuale dell'antiturismo: possiamo ancora definirci viaggiatori?*, Bordeaux Edizioni, Roma.

COHEN, E. (1988), *Authenticity and commoditization in tourism*, in "Annals of Tourism Research", 15, 3, pp. 371–386.

CORREIA, A. et al. (2013), *From tourist motivations to tourist satisfaction*, in "International Journal of Culture, Tourism and Hospitality Research", 7, 4, pp. 411-424.

DI TORRICE, M. et al. (2023), *Statistiche sperimentali per misurare il turismo culturale*, in L. Cavallo, F. Petrei, M.T. Santoro (a cura di), *Il turismo culturale in Italia. Analisi territoriale integrata dei dati*, Istituto nazionale di statistica, Roma, pp. 115-132.

DICKINSON, J.E., LUMSDON, L.M. (2010), *Slow travel and tourism,* Routledge, London.

DRAGIJA, S.M., JELINČIĆ, D.A. (2025), *Museums of the Future: Cultural Tourism Experiences for Wellbeing and Transformation*, in X. Matteucci, S. Moretti (eds), *The Future of Cultural Tourism*, Channel View Publications, Bristol, pp. 121-136.

DU CROS, H., MCKERCHER, B. (2020), *Cultural Tourism*, Routledge, London.

EGGER, R. (2022a), *Machine learning in tourism – A brief overview*, in R. Egger (ed.), *Applied Data Science in Tourism: Interdisciplinary Approaches, Methodologies, and Applications,* Springer, Cham, pp. 85–107.

EGGER, R. (2022b), *Preface*, in R. Egger (ed.), *Applied Data Science in Tourism. Interdisciplinary Approaches, Methodologies, and Applications,* Springer, Cham, pp. V–VIII.

EGGER, R., GOKCE, E. (2022), *Natural Language Processing (NLP): An Introduction,* in R. Egger (ed.), *Applied Data Science in Tourism. Interdisciplinary Approaches, Methodologies, and Applications,* Springer, Cham, pp. 307–334.

ENGBERG, M. et al. (2022), *Creating Cultural Understanding Through Travel. CultSense Case Collection*, Arnhem: ATLAS / CultSense Project.

EUROPEAN COMMISSION (2022), *Opportunities and Challenges of Artificial Intelligence Technologies for the Cultural and Creative Sectors*, Publications Office of the European Union.

FALK, J.H. et al. (2012), *Travel and learning: A neglected tourism research area*, in "Annals of Tourism Research", 39, 2, pp. 908-927.

FLORIDA, R. (2002), *The Rise of the Creative Class,* Basic Books, New York.

GALÍ-ESPELT, N. (2012), *Identifying cultural tourism: A theoretical methodological proposal*, in "Journal of Heritage Tourism", 7, 1, pp. 45-58.

GARCÍA-HERNANDEZ, M. et al. (2017), *Cultural heritage and urban tourism: Historic city centres under pressure*, in "Sustainability", 9, 8, 1346.

GOFFMAN, E. (1959), *The Presentation of Self in Everyday Life*, Anchor Books, New York.

HOLLINSHEAD, K. (2007), *"Worldmaking" and the Transformation of Place and Culture: The Enlargement of Meethan's Analysis of Tourism and Global Change*, in I. Ateljevic, A. Pritchard, N. Morgan (eds), *The critical turn in tourism studies*, Routledge, pp. 165-193.

HUIJBENS, E.H. (2023), *Convivial encounters in the city. On welcoming the other*, in "Current Issues in Tourism", 26, 2, pp. 258–269.

KANNISTO, P. (2018), *Travelling like locals: Market resistance in long-term travel*, in "Tourism Management", 67, pp. 297-306.

KEJRIWAL, M. (2022), *Knowledge Graphs. Constructing, Completing, and Effectively Applying Knowledge Graphs in Tourism*, in R. Egger (ed.), *Applied Data Science in Tourism. Interdisciplinary Approaches, Methodologies, and Applications*, Springer, Cham, pp. 423–449.

KIM, J.-H. et al. (2012), *Development of a scale to measure memorable tourism experiences*, in "Journal of Travel Research", 51, 1, pp. 12–25.

KIRILENKO, A.P. (2022), *Geographic Information System (GIS): Making Sense of Geospatial Data*, in R. Egger (ed.), *Applied Data Science in Tourism. Interdisciplinary Approaches, Methodologies, and Applications*, Springer, Cham, pp. 513–526.

KIRILLOVA, K. et al. (2017), *Tourism and existential transformation: An empirical investigation*, in "Journal of Travel Research", 56, 5, pp. 638–650.

KJÆR MANSFELDT, O. (2015), *The in betweenness of tourist experiences*, PhD thesis, Royal Danish Academy of Fine Arts, Copenhagen.

KNANI, M. et al. (2022), *Artificial intelligence in tourism and hospitality: Bibliometric analysis and research agenda*, in "International Journal of Hospitality Management", 107, 103317.

LI, D. et al. (2022), *Artificial Intelligence-Based Sustainable Development of Smart Heritage Tourism*, in "Wireless Communications and Mobile Computing", 5441170, 1–13.

MATTEUCCI, X., MORETTI, S. (eds) (2025), *The Future of Cultural Tourism*, Channel View Publications, Bristol.

MICH, L. (2022), AI and Big Data in Tourism: Definitions, Areas, and Approaches, in R. Egger (ed.), *Applied Data Science in Tourism. Interdisciplinary Approaches, Methodologies, and Applications*, Springer, Cham, pp. 3–15.

MUNEER, V.K., MOHAMED BASHEER, K.P. (2023), *A Collaborative Destination Recommender Model in Dravidian Language by Social Media Analysis*, in A. Khanna, Z. Polkowski, O. Castillo (eds) *Proceedings of Data Analytics and Management. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 572, Springer, Singapore, pp. 541–551.

MÜNSTER, S., et al. (2024), *Artificial Intelligence for Digital Heritage Innovation: Setting up a R&D Agenda for Europe*, in "Heritage", 7, 2, pp. 794-816.

NIJMAN, J. (1999), *Cultural globalization and the identity of place: the reconstruction of Amsterdam*, in "Ecumene", 6, 2, pp. 146–164.

NOBLE, S.U. (2018), *Algorithms of oppression: How search engines reinforce racism*, NYU Press, New York.

ÖZEL, Ç.H., KOZAK, N. (2012), *Motive based segmentation of the cultural tourism market: A study of Turkish domestic tourists*, in "Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism", 13, 3, pp. 165-186.

PACKER, J., BALLANTYNE, R. (2016), *Conceptualizing the visitor experience: A review of literature and development of a multifaceted model*, in "Visitor Studies", 19, 2, pp. 128-143.

PINE, B.J., GILMORE, J.H. (1999), *The experience economy: Work is theatre & every business a stage*, Harvard Business Press, Boston.

PINE, B.J., GILMORE, J.H. (2013), *The experience economy: Past, present and future*, in J. Sundbo, F. Sørensen (eds) *Handbook on the Experience Economy*, Edward Elgar, pp. 21–44.

REISINGER, Y. (ed.) (2013), *Transformational Tourism: Tourist Perspectives*, CABI.

RICHARDS, G. (1996), *Production and consumption of European cultural tourism*, in "Annals of Tourism Research", 23, 2, pp. 261-283.

RICHARDS, G. (2011), *Creativity and tourism: The state of the art*, in "Annals of Tourism Research", 38, 4, pp. 1225–1253.

RICHARDS, G. (2018), *Cultural tourism: A review of recent research and trends*, in "Journal of Hospitality and Tourism Management", 36, pp. 12-21.

RICHARDS, G. (2021), *Rethinking Cultural Tourism*, Edward Elgar Publishing.

RICHARDS, G. (2022), *Cultural Tourism 4.0: Developing the latest wave of cultural consumption*, The Netherlands: Breda University of Applied Sciences, Breda.

RICHARDS, G., MARQUES, L. (2018), *Creating synergies between cultural policy and tourism for permanent and temporary citizens*, UCLG/ICUB, Barcelona.

RICHARDS, G., RAYMOND, C. (2000), *Creative tourism*, in "ATLAS news", 23, 8, pp. 16-20.

RUSSO, A.P., RICHARDS, G. (2016), *Reinventing the Local in Tourism: Producing, Consuming and Negotiating Place*, Channel View Publications, Bristol.

SCIOLLA, L., TORRIONI, P.M. (2020), *Sociologia dei processi culturali. Cultura, individui, società*, Quarta edizione, il Mulino, Bologna.

SMITH, M.K. (ed.) (2007), *Tourism, Culture and Regeneration*, Wallingford, CABI.

STABROWSKI, F. (2022), *Political organizing and narrative framing in the sharing economy: Airbnb host clubs in New York City*, in "City", 26, 1, pp. 142-159.

STANCAMPIANO, S. (2020), *Management of cultural heritage using Big Data*, in "Rivista Italiana di Economia Demografia e Statistica – RIEDS", LXXIV, 1, pp. 41-49.

SUNIL, M.P. et al. (2023), *Investigating the Use of Data Mining for Knowledge Discovery*, in "2023 3rd International Conference on Smart Generation Computing, Communication and Networking (SMART GENCON)", Bangalore, India, pp. 1-7.

SUSANTO, P.C. et al. (2024), *Artificial intelligence assisted insights into Bali's destination image: sentiment and thematic analyses of TripAdvisor reviews*, in "International Journal of Advances in Applied Sciences", 13, 1, pp. 63–72.

TÖRNBERG, P. (2022), *Platform placemaking and the digital urban culture of Airbnbification*, in "Urban Transformations", 4, 3.

TURNER, V. (1969), *The Ritual Process: Structure and Anti-structure*, Transaction Publishers, Piscataway, NJ.

URRY, J. (2000), *Beyond Societies: Mobilities for the Twenty-first Century*, Routledge, London.

WEI, W. (2019), *Research progress on virtual reality (VR) and augmented reality (AR) in tourism and hospitality: A critical review of publications from 2000 to 2018*, in "Journal of Hospitality and Tourism Technology", 10, 4, pp. 539-570.

WIJNBERG, N. M. (2004), *Innovation and organization: Value and competition in selection systems*, in "Organization studies", 25, 8, pp. 1413-1433.

WORLD TOURISM ORGANIZATION – UNWTO (2018), *Tourism and Culture Synergies*, UNWTO Publications, Madrid.

WORLD TOURISM ORGANIZATION – UNWTO (2019), *UNWTO Tourism Definitions*, UNWTO Publications, Madrid.

WORLD TOURISM ORGANIZATION – UNWTO (2021), *Big Data in Cultural Tourism – Building Sustainability and Enhancing Competitiveness*, UNWTO Publications, Madrid.

YANNACOPOULOU, A., KALLINIKOS, K. (2025), *Measuring Destination Image Using AI and Big Data: Kastoria's Image on TripAdvisor*, in "Societies", 15, 1, 5.

ZUBOFF, S. (2019), *Il capitalismo della sorveglianza. Il futuro dell'umanità nell'era dei nuovi poteri*, Luiss University Press, Roma.

ZUKIN, S. (1996), *The Cultures of Cities*, Wiley-Blackwell, Oxford.

Autrici e autori

Romana Andò è professoressa associata di Sociologia dei Processi Culturali presso il Dipartimento di Storia Antropologia Religioni Arte Spettacolo di Sapienza Università di Roma, dove insegna Fashion Branding and Consumer Experience, Fashion and Gender e Audience Research. Dal 2018 è presidente della Laurea Magistrale in Fashion Studies di Sapienza. Dal 2022 coordina il progetto PNRR Musei, moda e memoria (Spoke 2 - CHANGES).

Vittoria Azzarita è ricercatrice post-doc. È stata assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Comunicazione e Ricerca Sociale (CoRiS) di Sapienza Università di Roma nell'ambito del PRIN 2022 PNRR IMAGES - *Inclusive Machine Learning System Using Art and Culture for Tackling Gender and Ethnicity Stereotypes*. I suoi interessi di ricerca si concentrano sulla partecipazione culturale, i giovani e il consumo culturale, il pubblico culturale, il welfare culturale, nonché le intersezioni tra arte, inclusione sociale, studi di genere e ambienti digitali.

Juliana Bez Kroeger è una multimedia creator, una sviluppatrice di software e una ricercatrice di nuove tecnologie applicate alla moda e ai factual media. Ha conseguito il dottorato in Performing Arts presso Sapienza Università di Roma con una ricerca sulla realtà virtuale e sulla realtà aumentata. È docente a contratto di Fashion Digitalization presso Sapienza Università di Roma.

Samuele Briatore è RTDA in Sociologia dei processi culturali presso Sapienza Università di Roma. Ha conseguito il dottorato di ricerca in Performing Arts e coordina il master in Cerimoniale, galateo ed eventi

istituzionali presso Sapienza Università di Roma. Ha diretto progetti di ricerca e valorizzazione del patrimonio culturale e ha pubblicato saggi e volumi dedicati ai rapporti tra moda, lusso e società, al galateo e alla comunicazione culturale.

Maddalena Carbonari è ricercatrice post-doc presso il Dipartimento di Comunicazione e Ricerca Sociale di Sapienza Università di Roma. Attualmente è titolare di un assegno di ricerca nell'ambito del progetto PRIN 2022 PNRR "STEPSISTER - STEreotypes and PrejudiceS In preSs represenTation of gEndeR-violence". Si occupa di genere, media e pratiche culturali, con particolare attenzione alla rappresentazione giornalistica della violenza di genere e agli stereotipi e pregiudizi che la caratterizzano in Italia.

Sofia Ceccarelli è conservation scientist e assegnista di ricerca presso l'Istituto di Scienze per il Patrimonio Culturale (ISPC) del CNR di Napoli. Il suo ambito di ricerca è la diagnostica per i beni culturali, in particolare l'imaging multispettrale, la colorimetria e la modellazione 3D. Ha esperienza di sviluppo e design web e di valutazione dell'esperienza utente in ambito museale.

Isabella Chiari è professoressa associata di Linguistica Generale e Computazionale presso il Dipartimento di Lingue e Culture Moderne di Sapienza Università di Roma. Ha scritto più di 80 articoli scientifici, tre monografie e quattro curatele. Le sue aree di competenza spaziano dalla linguistica statistica alla lessicografia computazionale, dallo studio del lessico e della rappresentazione della migrazione all'educazione linguistica nelle aree di conflitto.

Paolo De Gasperis è uno storico dell'arte specializzato in innovazione digitale per la cultura. Si occupa di trasformazione digitale, intelligenza artificiale e innovazione nei processi culturali e organizzativi. Dottore di ricerca con specializzazione nell'applicazione delle reti neurali e dei Large Language Models in ambito culturale e formativo, svolge attività di docenza in master universitari e formazione avanzata su IA, governance dei modelli generativi, digital transformation e strategie di innovazione, integrando competenze umanistiche e tecnologiche. Ricopre il ruolo di Responsabile Digitale e Direttore Scientifico presso EXPLORA - Il Museo dei Bambini di Roma.

Laura Leopardi è project manager per il patrimonio culturale e research manager presso il Centro interdipartimentale di ricerca DigiLab di Sapienza Università di Roma. Svolge attività di ricerca prevalentemente negli ambiti dell'economia della cultura e del management sostenibile, nonché della sociologia applicata ai contesti culturali attraverso processi di innovazione sociale.

Saverio G. Malatesta è cultural project manager presso il laboratorio Archeo&Arte3D del Centro interdipartimentale di ricerca DigiLab di Sapienza Università di Roma. Si occupa di valorizzazione del patrimonio culturale e dei territori, della realizzazione di innovative modalità di trasmissione del messaggio culturale, di temi legati all'archeologia e alle tecnologie applicate ai beni culturali.

Cosimo Miraglia è ricercatore post-doc. È stato assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Comunicazione e Ricerca Sociale (CoRiS) di Sapienza Università di Roma nell'ambito della strutturazione dei contenuti e redesign del portale uniroma1.it. I suoi interessi di ricerca riguardano in particolare l'uso dell'intelligenza artificiale in ambito comunicativo, la user experience, le questioni di genere, i media, i giovani, le pratiche culturali e l'inclusività degli ambienti digitali. Attualmente ricopre il ruolo di tecnologo presso il Dipartimento di Comunicazione e Ricerca Sociale (CoRiS) di Sapienza Università di Roma.

Angelo Oddi è primo ricercatore presso l'ISTC-CNR di Roma e si occupa principalmente di tecniche di Intelligenza Artificiale (IA) per la soluzione automatica e interattiva di problemi di pianificazione e di supporto alle decisioni. Ha pubblicato più di 90 articoli sia su riviste sia in libri e atti di convegni internazionali relativi all'IA, con particolare riferimento ai settori dello spazio, della robotica, del quantum computing e dei beni culturali.

Augusto Palombini è primo ricercatore presso l'ISPC-CNR di Roma. Ha svolto ricerche nell'ambito della ricostruzione del paesaggio antico, dell'archeologia virtuale e delle dinamiche di mutamento sociale e paleoambientale in fasi storiche e preistoriche. Si occupa attualmente di archeologia del paesaggio, musei virtuali, digital storytelling, analisi del pubblico e del turismo culturale.

Paola Panarese è professoressa ordinaria di Sociologia dei processi culturali e comunicativi presso il Dipartimento di Comunicazione e Ricerca Sociale (CoRiS) di Sapienza Università di Roma, dove presiede il Corso di Laurea Magistrale in Gender Studies, culture e politiche per i media e la comunicazione. Si occupa di media, creatività e processi culturali, con particolare attenzione alle intersezioni tra genere, tecnologie e comunicazione. Dirige l'unità di ricerca *GeMMa – Gender and Media Matters,* ed è Principal Investigator del progetto PRIN 2022 PNRR IMAGES – *Inclusive Machine Learning System Using Art and Culture for Tackling Gender and Ethnicity Stereotype*s. I suoi studi più recenti approfondiscono le implicazioni sociali, culturali ed epistemiche dell'intelligenza artificiale, con attenzione ai bias algoritmici, alle disuguaglianze digitali e alle forme di violenza mediate dalle tecnologie.

Riccardo Rasconi è ricercatore presso l'ISTC-CNR di Roma e si occupa principalmente di tecniche di Intelligenza Artificiale (IA) per la soluzione automatica di problemi di scheduling e di studio di metaeuristiche per la risoluzione di problemi combinatoriali complessi. Ha pubblicato più di 50 articoli sia su riviste sia in libri e atti di convegni internazionali relativi all'IA, con particolare riferimento ai settori dello spazio, della robotica e del quantum computing.

Gianmauro Romagna è architetto e assegnista di ricerca presso l'ISTC-CNR di Roma. Si occupa principalmente di strumenti digitali a supporto dei processi decisionali nelle fasi di programmazione, progettazione e gestione di interventi in ambito culturale, sociosanitario e più in generale in contesti decisionali complessi del settore edilizio. Il suo lavoro si inserisce nell'ambito più ampio della digitalizzazione dell'industria delle costruzioni, con attenzione all'innovazione nei processi decisionali e gestionali.

Antonella Sbrilli è professoressa associata di Storia dell'arte contemporanea presso Sapienza Università di Roma, dove insegna in corsi di laurea triennale e magistrale e nel master *Digital heritage. Cultural communication through digital technologies.* Le sue ricerche sono rivolte alle relazioni fra arte e scrittura, alla rappresentazione del tempo nell'epoca della chronophobia e all'integrazione dei linguaggi digitali e reattivi nello studio dell'arte contemporanea. Coordina la sezione "Arte" della collana Impronte (Bulzoni), fa parte della redazione di *Engramma* e

collabora con le riviste *Storia dell'arte*, *alfabeta2* e *Kronoscope (Brill)*. Ha co-fondato con Stella Bottai il sito www.art-usi.it dedicato alle innovazioni metodologiche nella didattica storico-artistica.

Marco Schaerf è professore ordinario presso il Dipartimento di Ingegneria informatica, automatica e gestionale di Sapienza Università di Roma. Il suo ambito di ricerca prevalente è l'intelligenza artificiale e le sue relazioni con le basi di dati, l'informatica teorica e la grafica. Il suo contributo principale ai fondamenti teorici dell'intelligenza artificiale è stato nel campo dell'analisi degli aspetti semantici e computazionali dei formalismi logici per il ragionamento di senso comune, e in particolare per il ragionamento nonmonotono e la revisione della conoscenza.

Consiglio Scientifico-Editoriale
Sapienza Università Editrice

Presidente

Augusto Roca De Amicis

Membri

Marcello Arca
Orazio Carpenzano
Marianna Ferrara
Cristina Limatola
Enrico Rogora
Francesco Saitto

Comitato Scientifico
Serie Media and Heritage

Responsabile

Fabio Tarzia (Roma, Sapienza)

Membri

Sara Bentivegna (Roma, Sapienza)
Stefano Calabrese (Università di Modena e Reggio Emilia)
Alessio Ceccherelli (Roma, Link University)
Francesca Comunello (Roma, LUMSA)
Emiliano Ilardi (Università di Cagliari)
Alberto Marinelli (Roma, Sapienza)
Marina Righetti (Roma, Sapienza)

Opera sottoposta a peer review. Il Consiglio scientifico-editoriale, anche attraverso i comitati scientifici di serie, assicura una valutazione trasparente e indipendente delle opere sottoponendole in forma anonima a due valutatori ignoti agli autori e ai curatori. Per ulteriori dettagli si rinvia al sito: www.editricesapienza.it

This work has been subjected to a peer review. The Scientific-editorial Board, also through the scientific committees of series, ensures a transparent and independent evaluation of the works by subjecting them anonymously to two reviewers, unknown to the authors and editors. For further details please visit the website: www.editricesapienza.it

Collana Studi e Ricerche

Per informazioni sui volumi precedenti della collana, consultare il sito: www.editricesapienza.it | *For information on the previous volumes included in the series, please visit the following website: www.editricesapienza.it*

202. Unveiling the Atharvaveda
Mapping the Cultural and Linguistic Peculiarities of a Vedic Text
edited by Marianna Ferrara and Duccio Lelli

203. Disegnare l'inosservato
Oltre l'utilità nella rappresentazione del paesaggio urbano
Federico Rebecchini

204. La poesia politica in Italia tra Due e Quattrocento
Testi, tradizioni, contesti
a cura di Alessandro Carlomusto

205. La CIAE e la Centrale Elettrica "General San Martín" di Bahía Blanca
Il patrimonio industriale argentino che parla italiano
Agostina Maria Giusto

206. Patrimonio culturale e intelligenza artificiale
Approcci, prospettive e applicazioni
a cura di Paola Panarese e Vittoria Azzarita

Studi e Ricerche
Media and heritage

Il volume offre una ricognizione ampia e aggiornata del rapporto tra intelligenza artificiale e patrimonio culturale, intrecciando prospettiva critica e attenzione alle pratiche. La pluralità dei contributi restituisce la complessità di un campo in trasformazione e delinea un ecosistema in cui l'IA non è intesa esclusivamente come tecnologia, ma come lente socio-tecnica attraverso cui interrogare creatività, memoria, inclusione e futuro delle istituzioni culturali. Ne emerge un testo che non si limita a fotografare lo stato necessariamente parziale e situato del dibattito, ma offre chiavi interpretative e indicazioni operative per comprendere e governare le trasformazioni in corso, configurandosi come una bussola critica e un invito al dialogo e alla collaborazione tra discipline, competenze e istituzioni.

Paola Panarese, professoressa ordinaria di Sociologia dei Processi Culturali e Comunicativi presso il Dipartimento di Comunicazione e Ricerca Sociale (CoRiS) di Sapienza Università di Roma. I suoi studi più recenti approfondiscono le implicazioni sociali, culturali ed epistemiche dell'intelligenza artificiale, con attenzione ai bias algoritmici, alle disuguaglianze digitali e alle forme di violenza mediate dalle tecnologie.

Vittoria Azzarita, ricercatrice post-doc. È stata assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Comunicazione e Ricerca Sociale (CoRiS) di Sapienza Università di Roma. I suoi interessi di ricerca si concentrano sulla cultura, la creatività e le intersezioni tra arte, inclusione sociale, studi di genere e ambienti digitali.

ISBN 978-88-9377-476-5
9 788893 774765

www.editricesapienza.it

Opera diffusa in modalità *open access*
e distribuita con licenza Creative Commons
Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate
4.0 Internazionale (CC BY-NC-ND 4.0)