



Università
Ca'Foscari
Venezia

Corso di Laurea magistrale
in Economia e Gestione dei Beni e
delle Artie delle attività culturali
(EGArt)

Tesi di Laurea

**Intelligenza Artificiale:
Come sta influenzando il mondo dell'arte e dei
beni culturali**

Relatore

Prof. Sebastiano Vascon

Laureanda

Martina Rosi

Matricola 974775

Anno Accademico

2021/2022

INDICE

INDICE DELLE FIGURE	3
INTRODUZIONE	5
1. NUOVE TECNOLOGIE PER LE ISTITUZIONI CULTURALI	7
1.1 I MUSEI ONLINE	14
<i>1.1.1 I Siti Web</i>	14
<i>1.1.2 I Social Network</i>	18
1.2 LE TECNOLOGIE USATE ONSITE	25
<i>1.2.1 Le audioguide e i sistemi interattivi</i>	27
<i>1.2.2 La realtà virtuale e la realtà aumentata</i>	30
1.3 L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE	33
2. L'USO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER LA TUTELA E VALORIZZAZIONE DEI BENI CULTURALI	39
2.1 LA CONSERVAZIONE	39
<i>2.1.1 Progetti con l'IA per la conservazione</i>	40
• Phytia e Ithaca	40
• Classificazione delle monete antiche	43
• Operation Night Watch	44
• I dipinti della "Facoltà" di Klimt	46
2.2 LA DIGITALIZZAZIONE	47
<i>2.2.1 Progetti con l'IA per la digitalizzazione</i>	49
• PON-AIM "Metodi Computazionali per il patrimonio culturale"	49
• Statens Museum for Kunst di Copenaghen	51
• Metropolitan Museum di New York	52
• MoMA, Museum of Modern Art di New York	52
• Tate Gallery di Londra	52
• Polo del '900 di Torino	53
• Google Arts & Culture	53
2.3 IL MERCATO DELL'ARTE	54
<i>2.3.1 Applicazioni dell'IA per le criticità del mercato dell'arte</i>	55
• "Picasso, Matisse, or a Fake?"	56
• Art Recognition	58
• Imaging 3D	59
• Blockchain	60
• Wondeur	62

3. L'USO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER LA FRUIZIONE DEI BENI CULTURALI	64
3.1 LA PERCEZIONE DELL'OPERA D'ARTE: STUDI DI NEUROESTETICA	65
3.1.1 L'IA per la codifica della percezione della bellezza	68
• ArtTech	68
• Il progetto neuroscientifico presso il Cenacolo Vinciano	71
• Share Art	72
• Rilevamento del centro di interesse di un dipinto	74
3.2 I CHATBOT E LE GUIDE ROBOTICHE	75
3.2.1 I Chatbot	75
• Casa di Anna Frank ad Amsterdam	77
• Field Museum of Natural History di Chicago	77
• Museu do Amanhã di Rio de Janeiro	77
• Centre Pompidou di Parigi	78
• Maxxi di Roma	78
• Case Museo di Milano	79
3.2.2 Le guide robotiche	81
• BrainControl Avatar	83
4. AI ART	85
4.1 IL PROBLEMA DELLA CREATIVITÀ	88
4.2 LE GAN	92
4.3 GLI AI ARTIST	96
• Mario Klingemann	96
• Anna Ridler	100
• Mauro Martino	103
• L'ultima frontiera dell'AI: l'artista-robot Ai-Da	106
4.4 LA CONSERVAZIONE DEGLI AI ARTWORKS	107
CONCLUSIONI	110
BIBLIOGRAFIA	112
SITOGRAFIA	122

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 - Post della pagina Instagram @covidartmuseum (16/02/2022)</i>	24
<i>Figura 2 - Post della pagina Instagram @covidartmuseum (11/02/2022)</i>	24
<i>Figura 3 - Il pannello ricostruito della "Ronda di notte" di Rembrandt viene attaccato. Rijkmuseum. 2021</i>	45
<i>Figura 4 - Esempio della "ricolorazione" di uno dei dipinti della Facoltà. "Medicina"</i>	46
<i>Figura 5 - Illustrazione della metodologia di van Dantzig su tratti semplici</i>	56
<i>Figura 6 - Estrazione del tratto attraverso il sistema. Disegni di Picasso, Matisse e Schiele</i>	57
<i>Figura 7 - Mappa di calore creata da Art Recognition</i>	59
<i>Figura 8 - Falso di Wolfgang Beltracchi del dipinto "La Senna, ponte e chiatte" di Max Pechstein</i>	59
<i>Figura 9 - Mappa di calore del dipinto "Il martirio di Sant'Orsola" di Caravaggio</i>	70
<i>Figura 10 - "K." di Luc Tuymans, 2017 - L'immagine originale della pubblicità di Dior</i>	74
<i>Figura 11 - Portrait of Edmond de Belamy, Obvious 2018. Algoritmi GAN, stampa inkjet su tela, 70 x70 cm</i>	86
<i>Figura 12 - Algoritmo usato da Obvious</i>	86
<i>Figura 13 - Gloomy Sunday - Learning to see, Memo Akten, 2017 (Installazione interattiva al Barbican di Londra, 2019)</i>	91
<i>Figura 14 - Gloomy Sunday - Learning to see, Memo Akten, 2017 (Installazione interattiva al Barbican di Londra, 2019)</i>	91
<i>Figura 15 - Architettura base di una GAN</i>	94
<i>Figura 16 - Esempi di immagini create da DALL-E e DALL-E 2</i>	95
<i>Figura 17 - The Butcher's Son - Imposture Series, Mario Klingemann, 2017. Stampa gliclée con pigmenti minerali di lunga durata su carta di cotone</i>	97
<i>Figura 18 - Memories of Passersby I - Version Companion, Mario Klingemann, 2018. GAN multiple, due schermi, console realizzata a mano in legno di castagno che ospita il cervello dell'intelligenza artificiale</i>	99
<i>Figura 19 - Appropriate Response, Mario Klingemann, 2020</i>	100
<i>Figura 20 - Fall of the House of Usher I, Anna Ridler, 2017. Fotogrammi</i>	101

Figura 21 - Myriad (Tulips), Anna Ridler, 2018. Stampe digitali C-type con annotazioni scritte a mano, vernice magnetica, calamite102

Figura 22 - AI Portraits, Mauro Martino, 2019. Alcuni esempi di ritratti creati dall'applicazione.....104

Figura 23 - Ai-Da con una sua opera. Foto di Nicky Johnson106

INTRODUZIONE

C'è chi la teme e la considera uno strumento pericoloso, c'è chi la ammira o la ritiene un elemento che non avrà mai un impatto sulla propria vita, c'è chi tende a volerne sfruttare le possibilità di guadagno attraverso l'investimento e chi la considera una bolla economica. Per alcuni è contro natura, per altri è il naturale processo della società che si evolve. Stiamo parlando dell'Intelligenza Artificiale, strumento basato sugli algoritmi, che, ormai, fa parte della nostra vita quotidiana. Infatti, senza accorgercene tutti noi ne usufruiamo. Nell'immaginario collettivo (e ammetto che anche io prima di scrivere questa tesi facevo parte di questo gruppo) l'Intelligenza Artificiale viene incarnata dai robot con un'intelligenza alla pari, o anche superiore a quella umana.

In realtà, l'Intelligenza Artificiale è ben altro: è uno strumento con grandi potenzialità, ma, bisogna ricordarsi, che è pur sempre uno strumento in mano a noi umani. Prendendo coscienza di ciò si può sfruttare l'IA in tantissimi ambiti.

In questa tesi viene approfondita la presenza dell'Intelligenza Artificiale nell'ambito dei beni culturali. Un ambito che tende, soprattutto in Italia, quasi sempre a rimanere "indietro" e a non stare quasi mai "al passo con i tempi".

Il titolo della tesi "Intelligenza Artificiale: come sta influenzando il mondo dell'arte e dei beni culturali" è stato il punto di partenza: cosa può fare l'IA nel mondo dei beni culturali? E' un bene o un male il suo utilizzo? E le nuove forme d'arte che utilizzano l'IA possono essere effettivamente definite "arte"? Questi sono alcuni dei quesiti che mi sono posti all'inizio del mio studio.

Analizzando vari progetti e studi, alcuni dei quali si stanno sviluppando proprio in questi anni, si può comprendere quanto l'IA stia avendo un ruolo fondamentale con il suo supporto nelle piattaforme di digitalizzazione, come aiuto nei restauri, come importante strumento per l'analisi dei trend di mercato. E poi, ancora, all'interno dei musei, per aiutare nella fruizione dei beni culturali e rendere i percorsi museali sempre più attrattivi.

L'IA è entrata nell'ambito culturale non solo come supporto per la tutela, la valorizzazione e la fruizione, ma anche come strumento di creazione di vere e proprie opere d'arte e la nascita di un nuovo movimento artistico: l'AI Art.

Il mio studio è partito da un'analisi generale sul livello tecnologico delle istituzioni culturali, soprattutto nel nostro paese, andando ad evidenziare varie innovazioni tecnologiche, che, alcune da molto tempo, altre da meno, sono utilizzate all'interno dei musei, dei siti archeologici, ecc... Ho poi approfondito il tema dell'Intelligenza Artificiale, ripercorrendone la storia e le sue funzionalità.

Nella parte centrale vengono descritti vari progetti in cui l'IA gioca un ruolo da protagonista: nel restauro come nell'epigrafia, nella digitalizzazione, nel mercato dell'arte con la blockchain, nella fruizione con le recenti invenzioni per la percezione della bellezza e il gradimento delle opere d'arte, ma anche con i chatbot, fino ai robot teleguidati per persone disabili.

Nella parte finale è, infine, presentata l'AI Art, con i suoi strumenti (la GAN), le problematiche che si sono venute a costituire per quanto riguarda la creatività, e i suoi protagonisti, questi nuovi artisti che hanno deciso di adoperare strumenti nuovi come l'IA per la creazione delle loro opere, trovandosi di fronte una nuova modalità di produzione dell'atto creativo.

In conclusione, l'elaborato può essere considerato una "raccolta" di tutte le possibilità di utilizzo dell'IA in ambito culturale e uno spunto a non sottovalutare questo strumento dalle innumerevoli potenzialità.

1. NUOVE TECNOLOGIE PER LE ISTITUZIONI CULTURALI

Arte e tecnologia, due parole che all'apparenza sembrano quasi contrapposte, ma che in realtà sono caratterizzate da uno stretto legame. Già analizzando l'etimologia della parola "tecnologia", il collegamento con l'arte è evidente. La parola tecnologia, infatti, è formata dall'unione di due parole greche: "τέχνη" [téchne] e "λογία" [loghía], che significano rispettivamente "arte, nel senso del saper fare" e "discorso". L'arte è, quindi, parte della tecnologia. Fin dai tempi più antichi gli artisti necessitavano delle varie conoscenze tecnologiche per poter dare forma ai loro pensieri o ai loro desideri. La tecnologia è sempre stata uno strumento da cui partire per creare o esprimersi. Senza i materiali un artista non avrebbe mai potuto creare un'opera. È con questo legame che nei secoli la tecnologia è passata dall'influenzare la creazione a renderne anche più semplice la fruizione, come accade ai giorni d'oggi (Giupponi, 2012).

Negli ultimi decenni un'importante rivoluzione tecnologica e digitale ha portato cambiamenti in tutti gli aspetti della vita: dalla politica all'economia, passando per gli aspetti della vita di tutti i giorni. Tutto ciò prende piede nei primi anni Novanta con la nascita del World Wide Web (anche detto semplicemente WWW), ossia la possibilità di scambiare informazioni di ogni tipo (testuali, visuali, audio e video) prendendo come punto di partenza la struttura di Internet. Nel corso di questi ultimi decenni si è stati testimoni di un cambiamento radicale delle nostre abitudini. La nostra vita è costantemente collegata a un qualche dispositivo tecnologico, che sia un computer, uno smartphone o un tablet. Con uno qualsiasi di questi apparecchi è possibile scambiarsi messaggi, mandare e-mail, leggere, giocare, acquistare beni, ascoltare musica, creare immagini o documenti, rimanere informati su ciò che accade nel mondo e tante altre attività che fino a qualche decennio fa era impossibile immaginare di poter fare con così tanta facilità. La società di oggi è una società in cui il virtuale è entrato a far parte del quotidiano, diventando "virale".

I dati stessi parlano da sé, come riporta “Digital 2022 Global Overview Report” di *We Are Social*: gli utenti che hanno un cellulare sono il 67,1% della popolazione mondiale, quindi 5,3 miliardi, con una crescita rispetto all’anno scorso dell’1,8%. Per quanto riguarda l’utilizzo di Internet quasi 2 persone su 3 nel mondo ne fanno uso, con un incremento del 4% rispetto a gennaio 2021. Negli ultimi dieci anni gli utenti di internet sono più che raddoppiati, passando da 2,18 miliardi nel 2012 a 4,95 miliardi quest’anno. Di questi il 92,1% usa Internet attraverso il proprio cellulare. Anche il tempo di utilizzo di Internet è aumentato rispetto allo scorso anno passando a 6 ore e 58 minuti in media al giorno, l’1% in più. Questo dato va inserito nel contesto di pandemia che tutt’ora stiamo vivendo. Infatti, la crescita più ampia è stata registrata lo scorso anno quando le ore spese online erano sempre vicine a 7, ma con un incremento del 4% rispetto all’anno precedente. Praticamente il 42% delle ore della giornata che la popolazione passa sveglia sono occupate da Internet. Il dato non si abbassa in modo considerevole quest’anno, anzi. Si calcola che sia il 40% di una giornata (non comprendendo le ore di sonno) che sia usata per stare online. Con le progressive riaperture ci si aspettava una diminuzione del tempo passato online. Ciò non è avvenuto, anche se il dato ci mostra un incremento non eccessivo, o almeno, non quanto quello dell’anno precedente.

L’incremento più consistente, però, si riscontra nell’utilizzo delle piattaforme social: sono, infatti, 4,62 miliardi le persone che usano i social media, oltre il 10% in più rispetto allo scorso anno. Negli ultimi anni questo aumento è stato il più importante, anch’esso, forse, influenzato dalla situazione pandemica. Il dato di questi ultimi dieci anni riporta una triplicazione delle persone che usano i social, che sono passati dall’ 1,48 miliardi nel 2012 ai 4,62 miliardi a gennaio 2022. Non a caso i social sono la destinazione preferita degli utenti di Internet: in media si passa 2 ore e 27 minuti al giorno sulle piattaforme social, con un incremento rispetto allo scorso anno dell’1,4 %. La piattaforma in cui si spende più tempo è YouTube, seguita da Facebook e TikTok, mentre la piattaforma preferita dagli utenti è Facebook, con 2,91 miliardi di persone (We Are Social, 2022).

Per quanto riguarda l’Italia nello specifico la situazione in generale sul rapporto con il digitale e Internet non è molto diversa rispetto al resto del Mondo. Secondo il “Global Digital Report 2021” in Italia il 97% della popolazione tra i 16 e i 64 anni è in possesso di uno smartphone, contro il 94% del 2020, mentre 2 persone su 3 utilizzano computer desktop o laptop. Internet è usato da 50,54 milioni di italiani, l’87%. Pensare che solo 15

anni fa il 63% della popolazione con più di 6 anni non aveva mai utilizzato Internet, fa percepire la forte scossa data dalla rivoluzione digitale (ISTAT, 2018). Le ore passate in media online sono coincidenti con i dati globali. Anche gli italiani passano la maggior parte del tempo sui social con una media di 2 ore al giorno, ma nell'anno preso in questione (primo anno della pandemia di Covid 19) il vero boom è stato dato dagli acquisti online, spendendo il 24% in più rispetto al 2019 attraverso e-commerce (We Are Social, 2021).

L'utilizzo del digitale da parte degli italiani, come si può notare, è ampiamente diffuso. Ciò non poteva non determinare un cambio di rotta anche da parte delle istituzioni culturali, che negli ultimi anni hanno avviato un percorso di digitalizzazione dei musei e dei siti archeologici, frutto di impulsi esterni come il D.M n. 113 emanato il 21 febbraio 2018 dall'allora ministero dei Beni e le attività culturali e il turismo, dove nella III Parte dell'Allegato I si può leggere:

"[...] 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 divulgano 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 e, più in generale, all'edutainment, ovvero un'ampia gamma di attività che attraverso modalità divertenti e di svago veicolano conoscenza" (D.M. n.113, 2018)

Il 22 maggio dello stesso anno sarà, invece, la Commissione europea a pubblicare la *Nuova agenda europea per la cultura*, in cui tra gli obiettivi sono sottolineati temi come la tutela e la valorizzazione del patrimonio culturale, oltre che la strategia digitale. Viene evidenziato anche in questo caso, come le tecnologie e la comunicazione digitale stiano trasformando la società, lo stile di vita, i modelli di consumo e le relazioni economiche; è necessario quindi che i settori culturali e creativi si impegnino nel cogliere la opportunità del cambiamento (European Commission, 2018).

Infine, è la Direzione generale Musei che nel 2019 ha stilato un documento apposito per un Piano Triennale per la digitalizzazione e l'innovazione dei Musei, in cui il processo di digitalizzazione è sintetizzato attraverso cinque punti da mettere in atto:

- Adottare un Catalogo online dei servizi museali.
- Creare metodi per la definizione di processi di digitalizzazione quali la creazione di modelli in 3D, soluzioni di realtà aumentata ed esperienze di *gaming*.
- Utilizzare sistemi integrati di *Analytics, Business Intelligence e Big Data* con flussi di dati strutturati, in piena sicurezza e nel rispetto dei regimi di riservatezza.
- Azionare il *customer satisfaction* e il monitoraggio della qualità dei servizi.
- Servirsi di soluzioni innovative di geolocalizzazione per la creazione di guide museali personalizzate.

Inoltre, il piano affronta la necessità di essere presenti in maniera efficace sui canali digitali con contenuti adeguati e in grado di coinvolgere il pubblico, ma anche con servizi di ticketing e commercializzazione (Direzione generale Musei, 2019).

Grazie anche a queste direttive improntate a portare una più concreta azione volta alla digitalizzazione all'interno di strutture culturali, che i musei hanno fatto un grande passo avanti nel mondo del digitale. Nel 2019 i musei che già avevano creato un sito web erano il 51,1%, mentre quelli che avevano un profilo su un social network erano il 53,4%. La possibilità di comprare biglietti online era data solo dal 14% dei musei, mentre la catalogazione digitale del patrimonio posseduto era stata almeno avviata da solo il 10,4% delle strutture. L'utilizzo da parte dei musei italiani di tecnologie interattive e strumenti digitali che consentono di arricchire l'esperienza di visita e l'*engagement* del pubblico appariva ancora limitato: solo la metà delle strutture censite (44,7%) metteva a disposizione almeno un dispositivo tra smartphone, tablet, touch screen, supporti alla visita come sale video e/o multimediali, tecnologia QR Code e percorsi di realtà aumentata (ISTAT, 2019).

Ad oggi la percentuale di musei che ha un sito web ha raggiunto il 95%, quella che ha un profilo social l'83% e chi offre l'online ticket è il 39% delle strutture. Un grande salto in avanti è stato fatto per la digitalizzazione del catalogo delle opere possedute che nel 2021 ha raggiunto l'83% dei musei, anche per far fronte ai vari lockdown del 2020/21. Sul

versante raccolta dei dati dei visitatori, cresce l'attenzione degli istituti, arrivando ad oltre il 75% (Osservatorio Innovazione Digitale del Politecnico di Milano, 2021).

Nonostante il ritardo le varie istituzioni culturali sono riuscite a raggiungere dei buoni risultati negli ultimi anni, che però devono continuare ad essere incrementati sempre di più.

Il ritardo è stato causato soprattutto dalla resistenza dell'élite intellettuale, fortemente attaccata ad una visione ancora "antica" delle istituzioni culturali, complice, forse, anche, il *digital divide* dovuto ad una questione prettamente anagrafico-generazionale. La volontà "accademica" persisteva nel voler dare una priorità assoluta alla conservazione del patrimonio culturale, che è certo un punto fondante degli obiettivi del museo, ma in un mondo che muta in continuazione attraverso tutte le sue dinamiche sociali, economiche e culturali, le istituzioni culturali devono essere in grado di trasformarsi di conseguenza, avendo sempre chiara la propria missione all'interno della società. Lo scetticismo della classe intellettuale italiana ha per molto tempo tenuto lontane dalle istituzioni culturali le dinamiche e i processi del marketing, come anche un'evoluzione più improntata verso forme di digitalizzazione, con la convinzione che il mondo dell'arte e della cultura non potesse abbassarsi ad essere considerato un mercato dal quale poter ottenere dei profitti. Questa paura nei confronti di visioni e logiche più prettamente manageriali ed economiche ha portato i musei italiani a chiudersi in sé stessi e a rimanere indietro rispetto ad altre realtà europee e mondiali. Il museo era sempre stato visto come un'istituzione che mostrava verità assolute e indiscusse. Il digitale ha messo in crisi questa visione dando la possibilità di trasformare il museo in un luogo ove la conoscenza può essere contestata e negoziata. La comunicazione tra istituzione e visitatore non è più univoca, ma è partecipativa. Con l'avvento della comunicazione attraverso il digitale il modo di percepire il museo è cambiato: il museo è diventato realmente accessibile a tutti e con una vera funzione di inclusività (Laws, 2015).

A tal proposito si è esposto Mauro Felicori, direttore della Reggia di Caserta dal 2015 al 2018, in un'intervista per il report "Musei del Futuro" di Mu.Sa, dicendo:

"A monte della questione digitale c'è una questione che potremmo definire ideologica: la concezione che l'establishment museale italiano ha dei musei. Noi ereditiamo una situazione nella quale la classe dirigente dei musei italiani (in particolare quelli statali

ma anche quelli comunali) sottovaluta storicamente la questione del pubblico e l'idea di museo come strumento di comunicazione di contenuti culturali. A lungo, per questa classe dirigente, la funzione primaria dell'istituzione museale non è stata tanto la tutela ma soprattutto l'attività di ricerca accademica. È questa concezione accademica dominante che ha portato a sottovalutare l'importanza delle nuove tecnologie. Lo dimostra, ad esempio, la scarsa disponibilità di dati sul pubblico pagante. Il fatturato di un museo è un fatturato culturale. Ma chi misura il fatturato culturale? Chi misura quanto gli utenti imparino entrando in un museo? Le nuove tecnologie sono largamente sottovalutate perché è sottovalutato il ruolo comunicativo del museo. Il settore ha bisogno che il tema digitale diventi uno dei grandi temi di ricerca, a partire dagli enti nazionali di ricerca, perché la digitalizzazione del patrimonio è la base di tutto il lavoro di comunicazione. Bisogna che ogni museo lavori per mettere tutte le conoscenze a disposizione su una piattaforma digitale, completa e accessibile.” (Mu.Sa, 2017)

La comunicazione, quindi, prende il sopravvento e negli ultimi anni cerca lo spazio che non gli è stato dato per decenni. Il patrimonio deve essere a portata di tutti perché è di tutti. Non sono solo i massimi esperti a poterne usufruire. L'arte è il frutto della storia e la storia è parte di tutti noi. Andare ad un museo non significa solo riempirsi gli occhi di bellezza, ma anche uscirne con un bagaglio nuovo di consapevolezza di chi si è stati e di chi si è ora. Tutto ciò rispecchia perfettamente la *mission* del museo, come si nota dalla definizione presente nel Decreto Ministeriale “*Organizzazione e funzionamento dei musei statali*” (che prende a sua volta ispirazione dalla definizione dell'ICOM):

“Il museo è un'istituzione permanente, senza scopo di lucro, al servizio della società, e del suo sviluppo, aperta al pubblico, che effettua ricerche sulle testimonianze materiali ed immateriali dell'uomo e del suo ambiente, le acquisisce, le conserva, e le comunica e specificatamente le espone per scopi di studio, istruzione e diletto, promuovendone la conoscenza presso il pubblico e la comunità scientifica” (MIBAC, 2014)

La comunicazione, come la fruizione, sono punti chiave nella *mission* del museo, alla pari con la tutela e la conservazione. Fino a poco tempo fa, come si accennava sopra, erano stati sottovalutati, concentrandosi soprattutto sugli altri due obiettivi, ma con l'evoluzione digitale che si è sviluppata negli ultimi decenni era impossibile per le istituzioni

culturali restare “indietro” e non prendere atto di questi cambiamenti, che, ovviamente, a loro volta portano altri cambiamenti all’interno dei musei. Investire anche sulla comunicazione digitale, o sul digitale in generale, è particolarmente importante ai fini della valorizzazione e per intercettare nuove tipologie di pubblico, più facilmente reperibili su internet. Quindi, “[...] per il settore culturale sottrarsi all’agorà digitale significa oggi condannarsi all’irrilevanza” (Coccoluto, 2019).

Attrarre nuovi visitatori e cercare di far durare la loro esperienza più di una sola visita dentro un museo è uno dei possibili scopi che potrebbe avere l’utilizzo del digitale all’interno di istituzioni culturali. Vi sono, infatti, svariate tipologie di pubblico per un museo: i visitatori abituali, quelli che lo frequentano occasionalmente o poco, e il “non pubblico”, ossia la fascia di persone più lontane e con meno interesse ad andare al museo (Bollo, 2016). La comunicazione, ad esempio, attraverso Internet, ma anche attraverso altre forme digitali, potrebbero in qualche modo avvicinare quest’ultimo gruppo alle istituzioni culturali, coinvolgendolo attraverso degli strumenti che loro stessi maneggiano giornalmente. Con il digitale anche le generazioni dei più giovani, i così detti Millennials o generazione Y, o ancora di più i nati dopo il 2000 (i nativi digitali), che ancora troppo spesso si tengono lontani da strutture come i musei, potrebbero avere più possibilità di conoscere e interessarsi ad essi, scoprendoli attraverso i loro stessi smartphone, su cui passano la maggior parte del tempo libero a loro disposizione (Pattuglia, 2018).

Ma non è solo la comunicazione esterna l’unico risultato che si può ottenere con l’utilizzo di tecnologie digitali. Vi è infatti anche la possibilità di poter migliorare la comunicazione interna degli stessi musei, andando a ottimizzare anche la valorizzazione del patrimonio esposto in modo da facilitarne la fruizione e la comprensione da parte del pubblico. Il digitale sarebbe usato come strumento per raccontare la collezione, contestualizzarla e rendere più interessante l’esperienza del visitatore. Non vi è la ricerca dell’effetto “wow”, poiché sarà sempre l’opera il polo attrattivo dell’istituzione.

L’innovazione digitale è, quindi, il punto di partenza per raggiungere scopi come il miglioramento della valorizzazione, della fruizione e della comunicazione di un museo.

1.1 I MUSEI ONLINE

“In un mondo tecnologico, la visita al museo non comincia più quando una persona entra nell’edificio, né necessariamente finisce quando lo lascia. Lo spazio fisico del museo è soltanto un sito - per quanto privilegiato - nel continuum dell’universo immaginativo del visitatore” (Samis, 2008)

Come si è già accennato, la presenza dei musei sul web ai giorni nostri è praticamente obbligatoria e necessaria. Non essere online è come rimanere chiusi all’interno della propria struttura, circoscritti ad una dimensione inaccessibile, in cui il museo è visto come un *hortus conclusus* senza possibilità di comunicazione con l’esterno. Il web è divenuto uno strumento importante per la divulgazione culturale. Se inizialmente poteva essere considerato un mezzo dove andare a creare semplici *brochure* digitali, ora è diventato qualcosa di più: l’attenzione non è più posta sulla presenza o meno online delle istituzioni culturali, ma sull’efficienza di tali strumenti, sul coinvolgimento che si viene a creare attraverso il web e quali risorse usare per essere ancora più incisivi. Essere online significa avere uno strumento in più per la museologia moderna attraverso i sistemi di catalogazione, la diffusione di immagini ad alta definizione e la velocità con cui possono essere divulgati i contenuti e gli aggiornamenti delle ricerche, grazie alle tecnologie del “web 2.0”.

1.1.1 I Siti Web

Era il 14 luglio del 1995 quando un museo creava il suo primo sito web ed entrava ufficialmente nel mondo del web. Si trattava del Museo del Louvre di Parigi. Il sito aveva essenzialmente funzioni limitate alla comunicazione di informazioni basilari, ma questa è stata la base per creare una forma di comunicazione che ancora oggi si intensifica sempre di più. Seguirono l’esempio del Louvre, il Prado di Madrid e, successivamente, il MoMA di New York e il San Francisco Museum of Modern Art. Bisognerà aspettare il 1996 per veder nascere il primo sito web di un museo italiano, quello dell’Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze, che sarà il primo in Italia ad usufruire della comunicazione online, a cui seguirono il sito del Museo della Fisica di Napoli, quello del Museo dell’Immagine Fotografica e delle Arti Visuali di Roma, del Museo Nazionale Ferroviario di Pietrarsa a

Portici (Napoli), e del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze.

In realtà già nel 1995 si registrò sul web la presenza di un piccolo sito realizzato dalla Soprintendenza ai Beni Ambientali ed Architettonici del Piemonte, con dominio "beniculturali.it".

I primi siti web erano definiti "siti - vetrina", la cui funzione principale era quella di comunicare dati essenziali, come l'indirizzo, l'orario di apertura ecc... La grafica era molto semplice ed elementare, sia nella struttura che per le sintetiche informazioni offerte all'utente, chiaramente molto ristretta rispetto ai numeri dei giorni nostri. Con la rapida evoluzione che il digitale ha fatto in questi ultimi decenni, anche il sito web è cambiato, aumentando le informazioni al suo interno e la qualità con cui esse vengono comunicate. Vi è uno studio molto più attento sui contenuti condivisi, oltre al design del sito web, che viene elaborato in modo tale da essere attrattivo, ma anche facilmente comprensibile.

Ormai da molti anni la creazione di siti web per le istituzioni culturali ha delle indicazioni ben precise dettate dal progetto europeo MINERVA, con lo scopo di uniformare le pratiche europee in ambito di progettazione informatica di siti web delle istituzioni pubbliche culturali. Con i tre documenti elaborati (il "Manuale per la qualità dei siti web pubblici culturali", i "Dieci principi sulla qualità dei siti web pubblici culturali" e il kit di progettazione "Museo & Web") si delineano degli standard di qualità che i siti web dei musei (nello specifico quelli pubblici) devono avere. Il primo documento definisce criteri per la qualità della comunicazione web culturale, che partono dallo studio del soggetto culturale che intende essere rappresentato in rete, e dagli obiettivi che intende perseguire. Nel Manuale sono anche presenti soluzioni per aiutare a risolvere problemi sia tecnici sia contenutistici, oltre ad un insieme di leggi e di regolamenti europei a riguardo.

Nel documento "Dieci principi sulla qualità dei siti web pubblici culturali", le parole chiave da seguire sono: trasparente, efficace, mantenuto, accessibile, centrato sull'utente, reattivo, multilingue, interoperativo, gestito, conservato. Ognuna di esse deve essere ben tenuta a mente quando si progetta o si aggiorna un sito web. Le caratteristiche qui elencate sono la base per una buona comunicazione con il pubblico attraverso internet e, magari, anche lo stimolo a diventare dei visitatori fisici del museo.

L'ultimo documento, il kit "Museo & Web" fornisce gli strumenti per comprendere le enormi potenzialità di un sito web, concentrandosi soprattutto sulla qualità dei contenuti e non solo su quella grafica. (Piccinino, 2007).

La presenza su Internet dà ai musei la possibilità di comunicare e valorizzare il proprio patrimonio, nonché di promuovere la propria immagine su scala mondiale. Il *webmuseum* dovrà, infatti, far parte di una strategia, che utilizzata con altri mezzi di promozione più tradizionali, può determinare l'incremento della visibilità e un migliore rapporto con il pubblico. Questa versione online del museo può essere raggiunta da un'utenza illimitata, che fa anche parte di una nuova tipologia di visitatori, i quali interagiscono con l'ambiente virtuale in vari modi. È dunque compito della museologia moderna studiare questa nuova tipologia di utenti, per permettere ai musei di svolgere correttamente la propria missione culturale anche attraverso la Rete.

Oggi il sito web si presenta sempre più avanzato, studiato per rispondere alle esigenze conoscitive delle diverse tipologie di visitatori. All'interno di esso si andranno a trovare diversi tipi di informazioni:

- informazioni di carattere generale: la sede, gli orari, i biglietti, la mappa per raggiungere il museo;
- informazioni specifiche sul museo e le collezioni: la storia, l'architettura dell'edificio, il catalogo delle opere, la descrizione della distribuzione delle sale corredata di mappe;
- informazioni sulle mostre temporanee;
- informazioni relative ai servizi offerti dal museo: biblioteca, archivio, laboratori, bookshop, ristorante/bar, sale convegni;
- informazioni sulle pubblicazioni del museo: libri, riviste, cataloghi;
- informazioni relative ai programmi educativi dedicati agli utenti distinti per tipologie: scuole, famiglie, bambini, ragazzi, adulti, anziani, gruppi;
- informazioni specifiche sui programmi di ricerca svolti anche in collaborazione con altri istituti, enti pubblici e privati, università, e centri di ricerca;
- calendario degli eventi e attività programmate dal museo come incontri, letture, convegni, conferenze, concerti, film;
- informazioni su come diventare soci, agevolazioni, programmi;
- applicazioni "web 2.0";

- possibilità di fare una visita virtuale;
- e-services;
- news sulle nuove acquisizioni, aggiornamenti;
- link che permettono la connessione ai siti di altri musei o liste di musei;
- richieste di commenti ai visitatori del sito;
- questionari e gruppi di discussione;
- statistiche delle presenze di visitatori nel museo.

È chiaro che in un singolo sito è difficile che si trovino tutte queste informazioni, o per lo meno, non tutte con lo stesso grado di approfondimento. Quindi, ci sarà, ad esempio, un sito in cui saranno approfonditi di più i dati generali, mentre un altro si concentrerà sul catalogo online della collezione, magari mettendo online anche le opere che si trovano in deposito, così da renderle finalmente visibili a tutti, o quelle che sono definite “a rischio”. Questo potrebbe essere un’importante funzione del sito web. Infatti, la digitalizzazione delle opere si sta notevolmente divulgando, venendo a ricreare dei cataloghi online che riportano tutte le informazioni necessarie sull’opera. Con il lockdown del 2019 e l’impossibilità per le persone di recarsi fisicamente al museo, si sono venuti a costituire dei veri e propri “musei virtuali”. Proprio grazie a questo ostacolo molte istituzioni culturali hanno fatto in modo di creare delle visite virtuali da fare comodamente da casa.

È interessante vedere come i siti si siano evoluti e sia diventati pian piano a “base visiva”. È un aspetto importante questo, poiché mettono al centro della comunicazione e dell’elaborazione l’immagine anziché il testo. In un settore come quello dei beni culturali, dove la fruizione degli oggetti, come dei dipinti e di tutte le opere, è data da un apprezzamento estetico, questa trasformazione dei siti web li rende ancora più attrattivi. Inoltre, insieme ad una “base visiva” vi è anche dell’interattività. Tutto ciò porterà al concetto dell’*edutainment* (sintesi tra i termini inglesi *education* e *entertainment*), in cui si provvederà a dare un’offerta didattica e di apprendimento, ma senza trascurare la parte dell’intrattenimento e dell’emotività che porta a stimolare la curiosità. (Bonacasa, 2011).

La presenza su Internet dà ai musei la possibilità di comunicare e valorizzare il proprio patrimonio, nonché di promuovere la propria immagine su scala mondiale. Il *webmuseum* dovrà, infatti, far parte di una strategia, che utilizzata con altri mezzi di promozione più tradizionali, può determinare l’incremento della visibilità e un migliore rapporto con il pubblico. Questa versione online del museo può essere raggiunta da un’utenza illimitata,

che fa anche parte di una nuova tipologia di visitatori, i quali interagiscono con l'ambiente virtuale in vari modi. È dunque compito della museologia moderna studiare questa nuova tipologia di utenti, per permettere ai musei di svolgere correttamente la propria missione culturale anche attraverso la Rete.

Nonostante oggi sia più veloce entrare in contatto con il pubblico attraverso i social media, il sito web resta un punto di partenza fondamentale per qualsiasi istituzione culturale che voglia sfruttare le potenzialità del web.

1.1.2 I Social Network

Il concetto del Web 2.0 (nominato per la prima volta da Tim O'Really nel 2005) portò profondi cambiamenti nel digitale. L'esempio che più si appropria di questo concetto è il social network. Inizialmente in rete vi erano dei produttori di informazioni e dei consumatori che fruivano di ciò che era online in modo passivo. Questo, come espone Solima, è comprovato dalla regola del "1-9-90": in rete solo 1% di persone produce contenuti in modo continuativo, il 9% li produce occasionalmente, mentre il 90% è fruitore passivo di contenuti (Solima, 2011). Con la nascita dei social networks la rete diviene un luogo più dinamico. Tramite il sito web l'utente era un *consumer*, oggi diventa anche un *producer* nei social network e può essere identificato con il termine *prosumer*, in quanto si crea contenuti, ma ne usufruisce anche. Ma i social networks non sono il primo esempio di scambio di idee e informazioni online. Già in passato vi erano forme di comunità virtuali, caratterizzate da chat o forum, in cui vi era una socializzazione online e uno scambio di informazione su un qualche specifico tema che accomunava gli utenti. Era, però, un "luogo, non-luogo" abbastanza chiuso, in cui solo gli esperti di un determinato settore erano intenti ad usare questa modalità di condivisione. Con il passare del tempo vi è stato, però, un allargamento dell'utenza, con la creazione dei così detti blog, in cui l'accesso è meno prestabilito da specifiche caratteristiche specialistiche. Così nasce l'idea della condivisione e socializzazione per un bacino sempre più ampio, che oggi giunge quasi all'apice con i social networks. Infatti, con questi ultimi, gli utenti che possono raggiungere le informazioni scambiate sono illimitati. La semplicità con cui i social network hanno bisogno di essere usati, tendono ad attrarre sempre più persone che finalmente possono ritrovarsi a creare anche loro qualcosa online. Altra caratteristica che rende ancora più attrattivi i social network è l'istantaneità in cui avvengono gli scambi di

informazioni. Si possono riassumere le caratteristiche principali dei social network nei quattro tratti che ha differenziato Solima:

- La multi-direzionalità: non vi è più produttore e consumatore, ma sono entrambi sia l'uno che l'altro;
- L'auto-propulsione: sono gli utenti stessi a creare contenuti;
- L'aggregazione: è sì vero che si creano profili individuali, ma si tende comunque a creare comunità accomunate da interessi simili;
- La condivisione: lo scambio di idee e informazioni è alla base della creazione dei social network (Solima, 2011).

Inizialmente l'utente che più usava queste nuove tecnologie comunicative erano i giovani. Ad oggi anche gli adulti si sono avvicinati ai social network e con essi anche la maggior parte delle istituzioni, comprese quelle culturali.

Così facendo, attraverso i social network i musei riescono ad avere un rapporto continuo e diretto con il pubblico, venendosi a creare delle vere e proprie *communities* intorno all'istituzione, che partecipano a discussioni e condividono sui propri profili la loro esperienza di visita al museo, ampliando così la visibilità dello stesso. Questa connessione che si viene a creare tra i musei e il loro pubblico attraverso le piattaforme social aiuta le istituzioni a comprendere da che tipologia di utente è seguito. Infatti, attraverso i social network, i musei possono venire a sapere che tipologia di pubblico è interessato alla loro istituzione, con la così detta "profilazione del pubblico". In più attraverso le analisi di dati, gli *analytics*, si può prendere atto del livello di gradimento che l'utente ha per i vari post pubblicati.

Il fine di tutto ciò è cercare di comprendere al meglio ciò che viene apprezzato di più e creare dei contenuti più appropriati al proprio pubblico. Quest'ultimo può essere molto variegato: ci si potrebbe trovare di fronte un pubblico essenzialmente virtuale, un pubblico che è anche reale, ma soprattutto un pubblico che potrebbe mostrare interesse nel divenire reale. Conoscere il proprio pubblico è essenziale anche per capire quale social è più adeguato usare: per esempio se si volesse raggiungere un pubblico più giovanile, l'istituzione culturale dovrebbe usare piattaforme social come Instagram e TikTok.

L'utilizzo dei social non deve essere sottovaluto, perciò è conveniente creare un piano editoriale relativo alle pubblicazioni, che devono tener conto delle "5 W" (usate nel

giornalismo anglosassone): *Whom* (a chi), *What* (che cosa), *Where* (dove), *When* (quando), *Why* (perché).

- *Whom*: riguarda il pubblico, gli utenti a cui è riferito il post da pubblicare, quindi, bisogna delineare bene e conoscere la tipologia di *followers* prima di agire.
- *What*: si riferisce al contenuto. Ogni istituzione avrà determinati obiettivi che determineranno gli argomenti che verranno condivisi.
- *Where*: è dato dalla scelta del social, che sarà stabilito in base al pubblico e alla tipologia di post che vuole essere creato.
- *When*: è determinato in anticipo (vi deve infatti essere un calendario prestabilito), ma non sempre deve essere rispettato, data l'imprevedibilità di avvenimenti che potrebbero essere scatenati attraverso dei post.
- *Why*: si ricollega agli obiettivi che l'istituzione si prefissa e che muovono tutto il resto.

Solo dopo aver risposto a tutti e cinque i quesiti si potrà portare lo studio ad un livello più approfondito. Come abbiamo detto il pubblico sarà molto dissimile, quindi sarà adeguato non usare un linguaggio molto tecnico, così da poter stimolare una comunicazione con un bacino di utenti più vasto. Più si verrà a conoscere la propria community e più si arriverà a creare un linguaggio sempre più personalizzato, sempre in base ai social usati.

Altro punto importante è l'uso delle immagini, che, come abbiamo visto per il sito web, sono più attrattivi nei confronti del pubblico, rispetto al testo. Attraverso un'indagine di MDG Advertising si è intuito che il 94% degli utenti è colpito di più da post che sono accompagnati da immagini o video (Mandarano, 2019).

I social network che esistono ai giorni nostri sono molteplici, ma, come è logico, solo alcuni prevalgono. È questo il caso di Facebook, in cui il 76% dei musei ha una pagina (percentuale del 2020). Questo social network nasce nel 2004, ma diventa famoso soprattutto tra il 2007 e il 2008, anno in cui approda anche in Italia. All'interno di Facebook si possono creare e condividere post attraverso un profilo personale o una pagina, come nel caso delle istituzioni culturali. La pagina si distingue dal profilo personale soprattutto per la possibilità di poter avere accesso ai dati di analisi sui fan, gli *insights*. Oltre ciò la pagina dovrà essere corredata di informazioni e del link che porta al sito web. Con una pagina su Facebook si può anche creare un evento e pubblicizzarlo

attraverso le condivisioni e mandando inviti ai vari fan. Facebook deve essere sapientemente usato per informare e raccontare tutto ciò che accade in un'istituzione culturale, per attivare quel tramite "attraverso il quale creare un rapporto di intermediazione tra ricerca e divulgazione finalizzato alla disseminazione della conoscenza" (Falcone, 2018).

Il museo può dialogare con la propria community attraverso i post con la possibilità che è data alle persone di commentare e di esprimere il proprio gradimento con i "mi piace" al di sotto dei post. Con gli *insight* si avranno prevalentemente dati quantitativi: numero di iscritti alla pagina, differenza rispetto alla settimana precedente, numero di utenti raggiunti dai vari post, ecc... Per questo motivo è bene anche osservare il contenuto dei commenti che possono aiutare ad avere dei feedback anche qualitativi.

La piattaforma social che ha avuto un grande boom negli ultimi anni, però, è sicuramente Instagram. Si è calcolato che con il lockdown del 2020 i musei che hanno iniziato ad avere un profilo su questo social sono passati dal 26% al 45%. Anche gli stessi utenti che si sono interessati di più ai profili di istituzioni culturali hanno raggiunto numeri sempre maggiori rispetto agli scorsi anni.

Instagram nasce nel 2010 e trova quasi subito un terreno fertile nei più giovani. Con questo social network è possibile scattare foto, modificarle con filtri o altro e infine condividerle nel proprio profilo, così da poter avere interazioni con altri utenti, che seguono il profilo, chiamati *followers*. Come già detto, il pubblico che si viene a trovare su questo social appartiene ad una fascia di età più bassa. Questo è un buon motivo per un'istituzione culturale per avere un profilo social in quanto è proprio la fascia dei più giovani la più difficile da raggiungere. Con questo "escamotage" sarà possibile per un museo cercare di trovare quella parte di pubblico, che fino a poco tempo fa sembrava quasi irraggiungibile. In più Instagram è un social network caratterizzato dalla condivisione prettamente di immagini, e a volte video, che quindi combacia perfettamente con l'essenza dei musei, che sono per la maggior parte caratterizzati da bellezza estetica e che quindi risulta più facile da comunicare attraverso delle immagini. Le foto possono essere accompagnate da un testo, che può essere una semplice *caption* o un testo più approfondito. Per aumentare le interazioni si possono aggiungere i così detti *hashtag*, delle parole chiave che introducono la fotografia in canali tematici così da raggiungere un bacino di utenti più ampio che potrebbe interessarsi. Altro modo per poter ottenere più

interazioni è il tag. Le istituzioni culturali dovranno avere un profilo aziendale, così, come per la pagina di Facebook, avranno la possibilità di avere accesso a molti dati che possono aiutare a migliorare. I dati sono per lo più quantitativi, ma creano una panoramica abbastanza precisa del pubblico che si è venuto a creare e della visibilità che ha il profilo con i propri post. Nella pagina principale degli *insights* è visualizzabile il numero totale dei follower e dei post, il numero di *impression*, la copertura, le visualizzazioni del profilo, il numero dei click sul sito web, l'età, il genere e la geolocalizzazione dei follower, i dati sui post ecc...

Da pochi anni vi è anche la possibilità di creare delle Storie, ossia dei video o delle immagini che restano visibili solo per 24 ore. Anche la condivisione, attraverso le storie, dell'esperienza degli utenti durante la visita, contribuisce ad aumentare la visibilità del museo e a creare più rapporto con i propri seguaci.

“Al bisogno di accrescere la propria cultura e all'interesse ad ampliare le proprie conoscenze si somma oggi la voglia di vivere un'esperienza, di condividerla e di raccontarla, soprattutto online. L'esperienza sarà tanto più appagante quanto maggiore sarà il riconoscimento del valore del bene culturale, riconoscimento che inevitabilmente passerà dalla comprensione e dal coinvolgimento.” (Coccoluto, 2019)

Simile ad Instagram e con un bacino di utenti più o meno di età simile è il nuovissimo TikTok, social network che sta avendo enorme successo tra i più giovani, ma non solo. Molti musei, soprattutto durante il lockdown, hanno creato profili in questo social per dilettarsi nella creazione di video. Questo rendere la cultura sempre più popolare porta i musei ad avvicinarsi sempre più al proprio pubblico e a metterlo al centro della loro attenzione. Avvicinare nuove persone alla cultura e renderla accessibile a tutti è uno dei motivi di questo grande sforzo che le istituzioni stanno facendo in questi ultimi anni, declinandosi sempre più per una democratizzazione della cultura. Anche l'aiuto di collaborazioni con personaggi famosi, ma soprattutto influencer, ha dato modo di poter notare un incremento sia per quanto riguarda i seguaci sulle varie pagine social, sia per quanto riguarda i biglietti acquistati.

Tutto questo porta a considerare l'enorme importanza che oggi hanno i social. Come già detto, non va sottovalutato il lavoro da svolgere in questo ambito. Ecco perché in questi

ultimi anni sono nati tipologie di lavoratori, specificatamente competenti in questo settore. Il Mu.Sa riconosce quattro tipi di profili professionali emergenti nell'era digitale: il Digital Collections Curator, il Digital Interactive Experience Developer, ma soprattutto il Digital Strategy Manager e l'Online Community Manager. Questi ultimi due sono molto importanti per un'evoluzione concreta del museo verso il digitale. Se, infatti, il primo è una figura che gestisce l'implementazione del digitale all'interno del museo, promuovendo sempre più un collegamento tra questo e l'ambito culturale, il secondo, anche chiamato Social Media Manager, si occupa della comunicazione museale attraverso i social, cercando di coinvolgere più pubblico possibile e di stare sempre al passo con i tempi con i trend tecnologici (Mu.Sa, 2017).

Come dimostrato da Silvio Salvo, social media manager della Fondazione Sandretto Re Rebaudengo di Torino e uno dei più acclamati nel suo ambito in Italia, che ha costruito una comunicazione unica e non convenzionale, basata proprio sul linguaggio social. Ed è così che nella pagina Instagram della Fondazione Sandretto Re Rebaudengo ci ritroviamo davanti meme o fatti del nostro quotidiano e veniamo spiazzati, ma anche attratti, da questa unione di arte e popolarità che non siamo abituati a vedere. Ci si appropria dell'immaginario quotidiano e lo si utilizza per comunicare qualcosa di nuovo in modo immediato per poi avere dei feedback che aiuteranno a migliorare i punti deboli.

"È il social network, bellezza! Il tone of voice che utilizziamo sui social rispecchia il linguaggio che troviamo sui social: hater, complottisti, seguaci di Osho, post deliranti di personaggi assurdi, razzisti, avvocati che sponsorizzano le loro pagine e vengono derisi dai potenziali clienti, MASSIMA DIFFUSIONE!111!!!, odio la juve, w la juve, rom rinchiusi in una gabbia, etichette dei vini, selfie con gli occhi grandissimi perché ritoccati con l'applicazione "ingrandisci gli occhi così sembro più bello", piedi, gattini, elogi ai post della Ceres, l'oroscopo di Brenzsy, gruppi di pervertiti, video che scuotono le coscienze su AJ+..."

La Fondazione Sandretto Re Rebaudengo è una delle pagine di istituzioni culturali italiane più seguite sui social e questo ha portato anche una conoscenza più ampia del suo prestigio culturale, nonché ad un aumento tradotto anche in termini di biglietti venduti (Colombo, 2017).

Ma la vera svolta nei confronti delle piattaforme social da parte delle istituzioni culturali è avvenuta durante il lockdown del 2020 dovuto alla pandemia di Covid 19. Sono infatti molti i musei che in questo periodo si sono avvicinati a questo nuovo modo di approcciarsi al pubblico, non essendoci altra possibilità per far andare avanti la cultura in un periodo di chiusura totale. Data l'importanza del pubblico e dato che quest'ultimo era impossibilitato ad andare al museo, è stato il museo stesso ad entrare nelle case delle persone e nella loro quotidianità, attraverso i profili social e il loro utilizzo, spinto al massimo dall'emergenza che si stava vivendo. I social sono diventati i protagonisti, nonché gli unici strumenti da usare per poter continuare a fare cultura. Da subito in Italia il MiBACT ha lanciato campagne digitali per i musei e i siti archeologico chiusi per continuare a stimolare l'interesse del pubblico. Quasi tutti gli istituti culturali hanno creato dei prodotti ad hoc per il periodo e hanno portato le loro collezioni e le curiosità su di esse all'interno delle pagine social. Al di fuori dell'Italia vari musei hanno creato dei progetti da sviluppare all'interno dei social, come quello del Rijksmuseum di Amsterdam che, prendendo spunto da un'iniziativa nata da un profilo privato, ha invitati i propri utenti a ricreare quadri famosi a casa seguendo l'hashtag *#betweenartandquarantine*. L'iniziativa è diventata quasi subito virale e anche il Getty Museum di Los Angeles ha ripreso lo stesso format (Mainetti, 2020).



Figura 1 - Post della pagina Instagram @covidartmuseum (16/02/2022)



Figura 2 - Post della pagina Instagram @covidartmuseum (11/02/2022)

All'interno dei social durante l'emergenza pandemica è addirittura nato un vero e proprio museo: si tratta del CAM, Covid Art Museum. Frutto dell'idea di José Guerrero, Emma Calvo e Irene Llorca, vi è una raccolta di opere che raccontano la pandemia in tutte le sue sfumature (*Error! Not a valid bookmark self-reference. e Figura 2*). Nascendo come semplice pagina di Instagram, pian piano ha avuto sempre più successo e ad oggi raccoglie più di 900 opere e i followers superano i 150 mila (Rossi, 2021).

1.2 LE TECNOLOGIE USATE *ONSITE*

Visitare un museo ad oggi non significa più andare solo ad ammirare opere di straordinaria bellezza e valore. Il pubblico richiede uno sforzo in più da parte delle istituzioni culturali. Da quando al loro interno ci si è resi conto dell'importanza dei visitatori e ci si è aperti ad uno scambio bilaterale nei confronti anche di un pubblico non esperto, ci si è trovati di fronte una consapevolezza nuova: al fruitore culturale non basta più osservare passivamente le collezioni, ma vuole comprenderle, interagire, essere attivo... vuole vivere un'esperienza.

"[...] [Ciò] che il pubblico si attende da un museo d'arte è, soprattutto, una magica trasformazione dell'esperienza quotidiana." (Csíkszentmihályi, 1991)

Uno dei nuovi obiettivi del museo attuale è il saper coinvolgere il visitatore attraverso nuove modalità di fruizione della cultura. Nella società di oggi sono le esperienze ad elevato contenuto simbolico ad essere richieste dal pubblico e dai consumatori, i quali, non si accontentano più di beni e servizi, ma puntano ad avere e a ricercare emozioni e consumi personalizzati. Il pubblico che oggi frequenta il museo tende, infatti, ad essere molto più esigente ed informato rispetto al passato, quando vi era un atteggiamento totalmente passivo e deferente nei confronti dei consumi culturali. Anzi, aspirano ad un coinvolgimento attivo e sono sempre più attratti da esperienze che possano concentrarsi più sulle emozioni che destano. Da ciò è nato negli ultimi anni il concetto di "musei esperienziali". Pertanto, quando si progetta la propria offerta, tutti gli istituti culturali che offrono prodotti intrinseci di significati culturali, si dovrebbero concentrare non solo

nelle attività preposte alla didattica, ma anche a quelle che portano al lato ludico. Di conseguenza, il management dei musei dovrebbe aspirare ad ottenere risultati maggiormente eterogenei e più evoluti e non la sola esperienza di apprendimento tradizionalmente offerta dai musei (Veltri & Ferrari, 2007).

“Per un visitatore comune, il semplice assetto del museo, la disposizione e l'affollamento delle opere, oltre all'assenza di qualsiasi ausilio adeguato al suo livello, non solo non è affatto invitante, ma è anzi respingente: difficile, faticoso, mai alla sua portata.”
(Antinucci, 2007)

I visitatori, come abbiamo visto, non sono tutti uguali, non hanno tutti lo stesso bagaglio culturale. Il pubblico sarà molto più invogliato a visitare un museo nel momento in cui l'istituzione gli andrà incontro e creerà un'esperienza culturale *ad hoc*. Capire chi è il pubblico è un passo importante, perché da ciò si comprende cosa si vuole comunicare, ma soprattutto, quale sarà il mezzo più appropriato per creare un vero e proprio coinvolgimento. Questa è un elemento fondamentale per la creazione di apprendimento all'interno di esperienze museali. Il coinvolgimento nasce dalla curiosità e dall'attrazione verso un qualcosa che, però, deve essere adatto alle proprie possibilità. Nel momento in cui si crea questa attrazione, potrà avere inizio l'esperienza, che è la parte principale del coinvolgimento, in quanto ne determina un apprendimento a lungo termine. Quando si toccano le emozioni e le sensazioni, il coinvolgimento sarà più efficace e incisivo. Coinvolgimento è dato anche dalla conoscenza e, quindi, il saper narrare in un determinato modo ciò che è il museo, cosa custodisce e la storia che si cela dietro le proprie collezioni.

“Solo in anni molto recenti anche in Italia si è finalmente compreso che il museo ha il dovere non solo di trasmettere alle generazioni future quanto conserva (anche se nella sua apparente nudità), ma anche di svelare e rendere “parlanti” le informazioni e i saperi che silenziosamente custodisce. Mentre si è fatta strada una nuova sensibilità per il ruolo educativo del museo, si sono resi disponibili strumenti che permettono una comunicazione più immediata e coinvolgente. Grazie a queste nuove condizioni è oggi possibile restituire con efficacia – sia alle comunità di appartenenza che al visitatore di passaggio, ignaro o specialista che sia – quel patrimonio di informazioni connesse agli

oggetti esposti che, normalmente, è lasciato inesploso. Solo così il museo può diventare un luogo inclusivo, (finalmente) un punto di contatto e di accoglienza, uno strumento per conoscere e conoscersi, una piattaforma "fisica" per la condivisione tra individui e tra comunità." (Studio Azzurro, 2011)

La narrazione, quindi, rende più ricca la visita museale di contenuti inediti e di aneddoti sul patrimonio culturale che favoriscono l'apprendimento da parte dei visitatori. Ma come rendere la stessa narrazione più coinvolgente agli occhi di un visitatore? In questo contesto entrano in gioco le nuove tecnologie digitali.

La trasformazione digitale dei musei non applicata solamente online, ma anche all'interno delle istituzioni culturali, può essere un grande aiuto per creare novità e attrazione, per incuriosire e trasmettere con più facilità la cultura. Le così dette ICT (Information and Communication Technologies) sono un utile ausilio per il raggiungimento dei nuovi obiettivi che il museo si sta prefissando. L'uso di queste nuove tecnologie comporta dei limiti che soprattutto vanno ad intaccare l'ambito economico: il museo non possiede enormi risorse economiche e l'acquisto e la manutenzione di molte ICT porta ad un dispendio di denaro non indifferente. In più all'interno dei musei è raro trovare del personale competente, oltre ad uno scetticismo ormai, però, abbastanza superato. Nonostante tutto ciò nei musei si tende sempre di più a diventare digitali. Totem e tavoli multimediali, app, realtà aumentata e realtà virtuale, ma anche tutte le tecnologie che usano l'Intelligenza Artificiale (di cui si parlerà nei prossimi capitoli), sono solo alcune delle tipologie di ICT che ultimamente sono usate da alcuni musei come strumenti per creare un'esperienza museale innovativa, che porti intrattenimento, ma anche apprendimento.

1.2.1 Le audioguide e i sistemi interattivi

Gli strumenti che più di tutti vengono usati nei nostri musei sono le audioguide. Questi dispositivi hanno una modalità d'uso semplice e intuitiva. Si tratta di un mezzo con cui è possibile ascoltare storia, commenti, curiosità sull'opera che si sta guardando. Il racconto può essere anche accompagnato da musiche, effetti sonori o a interviste a personaggi illustri collegati all'opera. Basterà semplicemente digitare il codice dell'opera sul dispositivo e partirà in automatico un'audio di approfondimento su tale opera. Uno dei

grandi pregi delle audioguide è la possibilità di avere dei racconti multilingue, con la possibilità di scelta, ottimo soprattutto per i turisti. Le audioguide di oggi sono dispositivi mobili che, quindi, è possibile portare con sé durante la visita. Inizialmente, negli anni Sessanta, erano dispositivi immobili installati in determinati luoghi. In Italia la prima audioguida elettronica multilingue risale al 1959 e fu installata all'interno del Duomo di Milano per volere del Cardinale Giovan Battista Montini. Solo negli anni Ottanta arrivarono i primi dispositivi mobili che, però, potevano contenere solo audio di bassa qualità. (<https://it.wikipedia.org/wiki/Audioguida>)

Tuttavia, anche le audioguide hanno dei limiti. Infatti, al loro interno, non vi è la possibilità di scelta delle opere su cui avere approfondimenti, ma vi è una selezione di opere a priori, indipendentemente dagli interessi del visitatore. All'utente non resterà che scegliere se ascoltare o meno.

Pian piano le audioguide stanno venendo meno. In alcuni musei si sta cercando un'evoluzione verso l'innovazione e, quindi, la creazione di app apposite che potranno dare più informazioni e rendere la visita più partecipativa. Anche le app, però, incontrano degli ostacoli che sono causati da costi più elevati (rete wi-fi all'interno del museo e costo della batteria per il visitatore che deve usare l'app nel suo dispositivo mobile) rispetto alle audioguide. Ecco perché ancora molte istituzioni culturali sono restii a lasciar andare le audioguide e a provare tecnologie più avanzate. (Monti, 2019)

Sono sempre più adoperati, invece, vari sistemi interattivi per la comunicazione. I classici cartelli informativi posti accanto alle opere sono sempre più sostituiti da strumenti digitali che permettono all'utente di interagire e scegliere le informazioni da approfondire. Si tratta soprattutto di totem e tavoli multimediali, strumenti molto utili per incuriosire il visitatore durante il percorso museale. Ci si trova davanti a schermi molto spesso touch-screen che permettono di interagire e scoprire approfondimento a proprio piacimento. Possono essere a bassa interazione, ossia posti nelle vicinanze di un'opera e utilizzati solo se si è interessati a quella medesima opera; oppure ad alta interazione, quindi pensati per i luoghi di accoglienza e orientamento del museo, per diventare un punto di partenza e mostrare in sintesi ciò che si andrà a vedere nel museo e la storia che vi è dietro il percorso di visita.

Questi tipi di prodotti vanno sviluppati in relazione all'ambiente in cui saranno collocati e dovranno essere in sintonia con la comunicazione del museo. I contenuti che gli strumenti andranno a mostrare dovranno essere necessariamente chiari e semplici. Non bisogna dimenticare che spesso si usufruisce di questi metodi comunicativi stando in piedi. Ecco perché sarà più adatto creare dei testi brevi e incisivi. In più, mentre i tavoli multimediali spesso possono essere adoperati da più persone contemporaneamente, i totem saranno impiegati da un singolo visitatore alla volta. Anche per questo i testi raccolti all'interno di questi strumenti interattivi dovranno riassumere in poche righe ciò che di importante c'è da sapere sull'opera.

Totem e tavoli multimediali vengono spesso usati per mostre temporanee, come nel caso della mostra "Dante a Palazzo Reale" tenutasi fino a marzo 2022 a Napoli. In questo caso vi è l'incontro tra le tele di Tommaso De Vivo che narrano l'Inferno, il Purgatorio e il Paradiso, con le iconografie dei codici miniati, primi esempi di rappresentazioni figurative della Commedia, che sono proiettate su un leggio interattivo, così da essere consultate liberamente e poter approfondire la conoscenza dell'iconografia della Commedia dantesca (ARTE.it, 2021). Altro esempio di mostra che ha usufruito di sistemi interattivi per coinvolgere il visitatore è "Pollock e la scuola di New York", realizzata nel 2018 presso il Vittoriano di Roma. Alla fine del percorso espositivo era possibile creare un'opera usando la tecnica del *dripping*. Si trattava di un *divertissement*, un modo per giocare a "diventare Pollock per un giorno". L'installazione consiste in un tavolo su cui mimare i gesti dell'action painting, che di conseguenza diventano dei segni colorati casualmente in base al movimento eseguito. Infine, si verrà a creare un quadro tipico dell'Espressionismo Americano di Pollock (Castellucci, 2018)

Ma non sono solo le mostre ad avere accesso a questi strumenti interattivi utili alla comunicazione. Vi sono infatti molti musei sia italiani che internazionali che hanno iniziato a adoperare totem e tavoli multimediali all'interno del percorso espositivo. Uno fra questi è il Museo Lavazza di Torino. Al visitatore viene data all'ingresso una tazzina che permette di attivare le installazioni e approfondire parti del museo che lo incuriosiscono. La tazzina al suo interno memorizzerà ciò che ha più interessato il visitatore e tutto ciò sarà in seguito inviato tramite e-mail, così da avere anche un ricordo della visita (<https://www.lavazza.it/it/museo-lavazza/scopri-il-museo.html>).

A Milano dal 2011 è stato creato il Museo Interattivo del Cinema. All'interno di questo spazio i sistemi interattivi al proprio interno ne fanno da padrone: il percorso è arricchito da postazioni multimediali e interattive che permettono di smontare e rimontare sequenze cinematografiche, potendole anche doppiare (attraverso una specifica app) o approfondire determinati argomenti. È possibile, inoltre, utilizzare mappe dinamiche per scoprire quali sono i set dei cinema le sale cinematografiche della città e la loro storia (<https://www.cinetecamilano.it/location/mic>).

Per quanto riguarda musei internazionali che hanno adoperato sistemi interattivi che hanno innovato la visita del proprio museo si distingue lo Smithsonian Design Museum di New York che dopo la riapertura del 2015 ha creato un percorso espositivo implementato da sistemi interattivi come la penna digitale (simile alla tazzina del Museo Lavazza), o i tavoli multimediali che propongono approfondimenti di ogni opera, nonché anche la possibilità di crearne una propria (Mandarano, 2019).

1.2.2 La realtà virtuale e la realtà aumentata

Le tecnologie più innovative utilizzate negli ultimi anni dai musei si ritrovano nell'uso della realtà virtuale e della realtà aumentata. Entrambe tecnologie che si adattano perfettamente a ciò che un'istituzione culturale è nella sua essenza, essendo tecnologie a base visiva (Antinucci, 2007), possono portare un ausilio importante per la fruizione al loro interno. Con il loro potenziale è possibile riuscire a creare dei nuovi modi per beneficiare di opere d'arte, ma anche di monumenti o siti archeologici. Il loro utilizzo è collegato direttamente alle opere che possono essere a rischio di danneggiamento. In questo caso subentra la tecnologia della realtà virtuale o di quella aumentata, in quanto continua a mostrare un'opera che non può essere fisicamente presente. Stesso principio vale per le opere che vengono prestate dai musei: la loro assenza è sostituita dalla possibilità di vederle in modalità "digitale". Altra modalità di utilizzo di queste tecnologie è la ricreazione di ambienti o monumenti che non esistono più. Sono varie e molteplici le possibilità che danno queste innovazioni tecnologiche nell'ambito dei beni culturali. Saperle maneggiare e poterle inserire in un percorso museologico potrebbe fornire all'istituzione un grande aiuto per la fruizione. Non basta, però, conoscerle. Per implementarle è necessario fare un profondo studio sulle loro capacità, inserendole in determinati contesti solo dopo aver constatato il loro effettivo possibile aiuto.

La differenza sostanziale tra le due tecnologie qui prese in esame è che la realtà aumentata (*augmented reality*, AR) si sovrappone alla nostra visione reale, aggiungendo dei particolari che “mancano”; mentre la realtà virtuale (*virtual reality*, VR) crea un ambiente digitale che sostituisce totalmente la realtà (Mandarano, 2019).

Quest’ultima è più invasiva della realtà aumentata, poiché ricrea un’altra realtà, che viene veicolata ai nostri sensi mediante delle console che consentono una interazione in tempo reale con tutto ciò che viene prodotto all’interno di tale mondo. Tutto ciò avviene attraverso dei dispositivi informatici, per la maggior parte visori per la vista, guanti per il tatto ed auricolari per l’udito, che consentono un’immersione completa a contenuti che costituiscono un mondo parallelo tridimensionale e dinamico.

La realtà virtuale comporta un coinvolgimento totale della persona che ne fa uso, stimolando in particolare due sensi: il senso della presenza e il senso dell’immersione. Il senso della presenza si ha grazie al livello di realismo che si riscontra nell’ambiente virtuale e alla possibilità di manipolare le nostre azioni anche al suo interno. L’immersione, invece, è il grado di coinvolgimento sensoriale che colpisce direttamente il soggetto nell’interagire con il contesto digitale.

La terminologia “realtà virtuale” si ebbe per la prima volta negli anni Ottanta grazie a Yaron Lanier, ma già negli anni Sessanta erano cominciate le prime sperimentazioni che avrebbero gettato le basi per quella che oggi è la realtà virtuale. Risale, infatti, a quel periodo il dispositivo “Sensorama”, creato da Morton Heilig. Questo dispositivo era capace di colpire oltre alla vista e all’udito anche l’olfatto e il tatto, venendo a creare un insieme di impulsi che ricreavano un’altra realtà. Sarà nel 1965 che Ivan Sutherland creerà il primo casco con immagini prodotte da un computer, “Ultimate Display”. Da quel momento in poi l’evoluzione è stata senza freni, fino ad arrivare alle innovazioni dei giorni nostri (Londei, 2019).

Il primo esempio di utilizzo della realtà virtuale nell’ambito dei beni culturali si ebbe nel 1996 quando il laboratorio HOC (Hypermedia Open Center) in collaborazione con i Musei Civici di Pavia, creò una delle prime visite “virtuali” su CD-ROM per una sala di un museo che sarebbe stata visitabile solo dopo molti mesi (Paolini, 2005).

Negli ultimi anni la tecnologia della realtà virtuale è stata sempre più presente nei musei: nel 2016 a Torino i visitatori del MAO potevano visitare la Città Proibita attraverso gli

Oculus Rift. Nel 2017, il Tate Modern di Londra ha creato una mostra virtuale in cui è stato ricostruito lo studio dell'artista italiano Modigliani, ricercando con studi approfonditi i dettagli che costituivano l'ultimo studio dell'artista, risalente a più di 100 anni fa.

Un esempio analogo è stato proposto dall'artista Mat Collishaw con "Thresholds", una mostra itinerante completamente in VR che "riallestiva" una rassegna fotografica del 1839. Il coinvolgimento non si fermava solamente allo stimolo della vista, ma anche l'udito e l'olfatto erano interessati. Con la VR, come si è visto, si può anche riproporre l'esperienza di una mostra, ricreando ambienti e, perché no, anche rumori e odori che potevano esserci in quel particolare momento. Anche in Italia la VR sta avendo un enorme successo, come si può vedere con l'esperienza proposta per il Circo Massimo di Roma dallo scorso aprile. I visitatori potranno rivivere le varie fasi storiche del luogo attraverso un visore che collegherà passato e presente (Another Reality, 2021).

Sempre a Roma un progetto di enorme successo è stato creato nel 2016 con "L'Ara com'era". Si trattava di un caso di *mixed reality*, ossia la combinazione di realtà virtuale e realtà aumentata. Nello specifico la VR ha consentito di vedere video immersivi in cui il visitatore era riportato all'epoca dell'Ara Pacis ricreando il contesto della Roma antica. Con la AR, invece, era possibile vedere con i propri occhi dettagli del monumento che, ad oggi, non sono più visibili (Montagna, 2018).

Infatti, la realtà aumentata si differenzia dalla realtà virtuale soprattutto per la sua non completa immersione dell'utente nel digitale. Con la AR si avrà una "sovrapposizione" del digitale al reale, che non sarà del tutto escluso, ma sarà "completato" con la AR. Altra differenza molto importante, in particolare per quanto riguarda i musei, è che la AR non necessita di dispositivi come i visori (che attualmente sono ancora molto ingombranti), ma si può usufruire di essa semplicemente attraverso uno smartphone, un tablet o degli smart glass.

L'espressione "Realtà Aumentata" è apparsa per la prima volta nel 1992 ad opera del ricercatore Thomas Preston Caudell, il quale la descrive come la possibilità di guardare la realtà che ci circonda con dettagli ed elementi virtuali costruiti appositamente.

Solima differenzia quattro forme di realtà aumentata: "*outdoor guides and explorers*" quando viene utilizzata all'esterno dei musei, "*interpretative mediation*" quando all'interno di un percorso museali fornisce ulteriori informazioni sulle opere inquadrare

dal dispositivo mobile o dal visore, “*new media art and sculpture*” e “*virtual exhibition*” quando concorre a creare nuove forme d’arte, nuovi ambienti o mostre virtuali (Solima, 2018).

La prima volta che l’AR fu usata in ambito museale fu nel 2001 con il progetto *Archeological Virtual Dig*, realizzato dal Seattle Art Museum. Si trattava di un progetto di scavo multimediale (Carcia, Alessandro, & Gamper, 2019), dove, appunto la AR poteva essere di grande aiuto. Nell’ambito archeologico la AR può ricostruire parti di monumenti che ad oggi non esistono più e può aiutare, dunque, il visitatore ad incrementare la sua conoscenza e il suo apprendimento.

All’interno di un museo, invece, molto spesso si viene ad usare la realtà aumentata per poter “vivacizzare” il percorso espositivo, aiutando a mettere in evidenza il valore dell’opera. Come è avvenuto all’Art Gallery di Toronto che nel 2018 ha messo in moto un progetto dal nome *ReBlink*, che dava la possibilità ai visitatori di trovarsi davanti delle opere che “prendevano vita”, semplicemente inquadrandole con il proprio smartphone. Ma anche in Italia sperimentazioni di questo tipo non mancano. Ne è un esempio il Museo di Arte Urbana Aumentata di Milano: una galleria a cielo aperto, fuori dal centro di Milano, che conta oltre 50 opere di street art animate con contenuti virtuali fruibili attraverso la realtà aumentata (<https://mauamuseum.com/>).

La realtà aumentata e quella virtuale possono pertanto giocare un ruolo rilevante da molti punti di vista nella valorizzazione e nell’ educazione al patrimonio, in quanto favoriscono la “conoscenza, la rielaborazione e la partecipazione” (Macauda & Panciroli, 2018).

1.3 L’INTELLIGENZA ARTIFICIALE

“L’Artificial Intelligence è il ramo della computer science che studia lo sviluppo di sistemi Hardware e Software dotati di specifiche capacità tipiche dell’essere umano (interazione con l’ambiente, apprendimento e adattamento, ragionamento e pianificazione), capaci di perseguire autonomamente una finalità definita, prendendo decisioni che fino a quel momento erano solitamente affidate alle persone.”
(https://blog.osservatori.net/it_it/intelligenza-artificiale-funzionamento-applicazioni)

Da sempre l'uomo ha immaginato di creare qualcosa sempre più simile a sé stesso o, ancora, di poter far prendere vita ad una massa inanimata. Già nei miti greci la storia di Pigmalione e Galatea, in cui la donna prende vita da una statua creata da Pigmalione, riporta gli stessi desideri che si sono riscontrati nella creazione dell'Intelligenza Artificiale (IA). L'Intelligenza Artificiale altro non è che il cercare di riprodurre la mente umana e le sue peculiarità, cercando di comprenderne sempre più i dettagli e ciò che la contraddistingue nel suo funzionamento. Ai giorni nostri l'Intelligenza Artificiale fa parte della nostra quotidianità. La ritroviamo all'interno dei nostri smartphone e nelle app che sono al loro interno. La ritroviamo nelle nostre case con Alexa che spegne le luci ad un nostro comando. È presente a lavoro, negli ospedali, nelle industrie e in tutti i posti a noi familiari. Senza rendercene conto l'IA ha cominciato pian piano a far parte della nostra vita. Nell'immaginario l'Intelligenza Artificiale è associata ai robot e a macchine che prendono vita, ma in realtà è molto più semplice. Infatti, come già detto, è intorno a noi, "nascosta" dietro azioni e compiti svolti che si possono definire "normali", perché possono essere ricondotti a quelli che potrebbe fare una mente umana. La differenza sostanziale è che all'interno della mente umana vi è un ragionamento, dettato da emozioni e sentimenti, che nell'IA sono assenti. Per creare un apprendimento l'IA necessita di algoritmi che vengono addestrati attraverso un numero molto alto di dati che la formerà per poter svolgere al meglio le proprie azioni.

Sono state classificate due tipologie diverse di IA. La prima è chiamata *Artificial Narrow Intelligence*, che rappresenta l'IA che conosciamo e usiamo noi. È caratterizzata da un apprendimento che la porta a fare delle azioni, che, però, non sono guidate da una coscienza o dalle emozioni. La seconda tipologia di IA è la *Artificial General Intelligence*. In questo vi è un passo avanti: questo tipo di IA (ancora non esistente) porterebbe le macchine a creare un ragionamento, e, quindi, delle soluzioni attraverso l'apprendimento dato dall'esperienza consapevolmente, come avviene nelle menti umane. Vi è anche un ultimo step che farebbe raggiungere l'IA a superare le menti umane. Quest'ultima tipologia è chiamata *Artificial Super Intelligence* ed è lontanissima dall'essere realizzata. (Intelligenza Artificiale Italia, 2020).

La storia dell'Intelligenza Artificiale nasce nel Novecento, precisamente nel 1943 quando il neurofisiologo Warren McCulloch e il matematico Walter Pitts creano un modello di

neuroni artificiali, quindi, una macchina che riprendeva i neuroni del nostro cervello. In questo caso, tali neuroni artificiali potevano avere lo stato di “acceso” o “spento”. Nel 1950 sarà Alan Turing a dare una svolta nell’idea della “macchina pensante” creando l’*Imitation Game*, un gioco in cui vi sono tre entità, due uomini e una macchina, che comunicano stando all’interno di stanze diverse. Se dopo un po’ non si riconosce quale sia la macchina e quale l’uomo allora significa che la macchina è intelligente. Con questo esperimento Turing volevamo dimostrare che anche una macchina poteva arrivare ad un livello di pensiero quasi umano, ma ancora la strada era molto lunga per arrivare a questa conclusione. Nel 1956 vi è una grande svolta negli studi dell’Intelligenza Artificiale, in quanto durante la conferenza del Dartmouth College si comprende la portata di rivoluzione che potrebbe portare un’invenzione del genere. Nello stesso momento viene anche coniata per la prima volta l’espressione “Intelligenza Artificiale”, grazie a McCarthy.

Da quel momento in poi si avrà un grande fervore negli studi per l’IA, in quanto si pensava di poter raggiungere dei livelli alla pari, se non superiori, alla mente umana. Queste aspettative sono state pian piano deluse nella seconda parte del Novecento, poiché gli studi arrivavano a creare un’IA che poteva riprodurre azioni solo in determinati contesti. Grazie a nuovi impulsi, che giunsero anche dal campo della biologia, si riuscì a mettere in campo un algoritmo che permetteva l’apprendimento per reti neurali. L’utilizzo di queste reti neurali e degli algoritmi, che potessero ricreare ragionamenti tipici degli esseri umani nelle differenti situazioni, ha permesso all’IA di migliorare sempre di più le diverse capacità di comportamento. Per poter realizzare ciò, ci si è concentrati non tanto sullo sviluppo di algoritmi differenti, ma soprattutto sul numero di algoritmi, che sono diventati sempre più numerosi. Tutto ciò per poter arrivare ad imitare i diversi comportamenti in base agli stimoli ambientali. Con questa diversa tipologia di algoritmi è stato possibile per l’Intelligenza Artificiale “prendere decisioni”, ossia effettuare scelte a seconda dei contesti in cui si trovava. Per realizzare algoritmi sempre più precisi e complessi, si è venuto a creare un vero e proprio settore specifico, definito “rappresentazione della conoscenza”, che si concentra su come avvengono i ragionamenti all’interno della mente e come questi ragionamenti possano essere trasferiti ad una macchina attraverso un linguaggio apposito. Per “conoscenza dell’uomo”, infatti, non ci si riferisce a nozioni e sapere appreso da libri, ma, piuttosto, della creazione di esperienze, che portano a comprendere nuove informazioni e ad innalzare il livello di intelligenza e di possibilità di azione della macchina (<https://www.intelligenzaartificiale.it/>).

- Machine Learning

La vera svolta nel campo dell'Intelligenza Artificiale giunse nel momento in cui si crearono degli algoritmi che potessero portare la macchina ad apprendere dall'esperienza, quindi dai propri errori, proprio come avviene negli esseri umani. Tale procedura è l'apprendimento automatico (*machine learning*) e si suddivide in tre gradi: apprendimento supervisionato, apprendimento non supervisionato e apprendimento per rinforzo. Nell'apprendimento supervisionato la macchina ha la possibilità di avere degli esempi di obiettivi da raggiungere, mostrando le relazioni tra input, output, e risultato. Da questi dati in suo possesso, la macchina dovrà essere in grado di estrapolare una regola generale, che possa permettere, ogni volta che venga stimolata con un determinato input, di scegliere l'output corretto per il raggiungimento dell'obiettivo. Quando si parla di apprendimento non supervisionato, invece, non vi sarà una parte di "assimilazione" dei possibili output in base agli input e, così facendo, la macchina si troverà sprovvista di informazioni, che dovrà acquisire sbagliando. In questo caso, quindi, il computer impara esclusivamente dai propri errori. Infine, le macchine che vengono istruite tramite un apprendimento per rinforzo si trovano ad avere una considerevole "indipendenza" nell'azione, partendo da un'assenza di indicazioni per poi raggiungere determinati obiettivi. L'unica cosa che è dato da sapere alla macchina è se alla fine è riuscita o no nel raggiungimento dello scopo di partenza (<https://www.intelligenzaartificiale.it/>).

- Deep Learning e Reti Neurali

Un livello ancora più avanzato di IA si ha con l'uso del Deep Learning che consiste in modelli di apprendimento ispirati al funzionamento del cervello umano. A differenza del machine learning in questo caso non si tratta di un metodo di allenamento strettamente basato sulla relazione tra un input e un output, quanto, piuttosto, della ricerca di emulare il comportamento del cervello umano e del suo ragionamento che ne deriva attraverso un input che gli è dato. Le reti neurali sono alla base del Deep Learning. Come un neurone ha il compito di ricevere informazioni da altri neuroni, elaborare queste informazioni e inviare i risultati ad altre cellule, allo stesso modo le reti neurali sono costituite da nodi che imitano la funzione biologica dei neuroni, quindi prendendo l'input, riassumendo tutti i dati acquisiti e li passano attraverso una funzione di attivazione, che poi determina se inviare output e a quale livello. Le reti neurali sono la base dell'Intelligenza Artificiale che aiuta a implementare il deep learning (Lavecchia, 2021).

- Natural Language Processing

L'Intelligenza Artificiale si è sviluppata a tal punto da riuscire anche a simulare delle vere e proprie conversazioni con i nostri linguaggi. La tecnologia usata per questa applicazione è la Natural Language Processing. Il metodo di apprendimento del NLP è basato su sistemi di Deep Learning, creati in modo tale da imitare come noi persone comprendiamo il contenuto di una conversazione. Infatti, comprendere un linguaggio è assai difficoltoso, poiché non vi è solo un vocabolario e delle regole grammaticali da apprendere, ma anche il saper contestualizzare le parole in una determinata discussione, cosicché da poter dare risposte adeguate. La ricerca sul NLP è attiva dai primi anni 2000, ma si è sviluppata soprattutto a partire dal 2013, quando si sono diffuse le reti neurali con cui è stato possibile convertire il linguaggio in forma numerica. Ad ogni parola del nostro linguaggio è stato associato un vettore di numeri reali gestiti dai modelli spaziali vettoriali, architetture di reti neurali appositamente elaborate per risolvere il riconoscimento e l'elaborazione del linguaggio naturale. Un sistema NLP è basato su una serie. Di queste le principali sono la tokenizzazione (separazione testo in spazi, parole, punteggiatura, frasi, ecc.), l'analisi morfologica e lessicale, l'analisi sintattica, la NER (Named Entity Recognition), l'analisi semantica e l'analisi del discorso. Il NLP è ormai molto utilizzato in molte applicazioni che spaziano dalla traduzione automatica, al riconoscimento automatico, dai chatbot o assistenti virtuali, alla generazione automatica di testi complessi per le pubblicazioni, fino agli strumenti utilizzati per analizzare il cosiddetto sentiment degli utenti (La Trofa, 2022).

- Computer Vision e Machine Vision

Negli ultimi anni una delle applicazioni più utilizzate dell'IA è stata la Computer Vision, con cui è possibile il riconoscimento delle immagini. Più che lo studio su come l'occhio recepisce le immagini, questa metodologia si sofferma su come il cervello, ricevendo l'impulso dall'occhio, percepisca l'immagine. La Computer Vision utilizza tecniche di Deep Learning basate sulle reti neurali convolutive, che emulano il comportamento della corteccia visiva del cervello per elaborare immensi dataset di immagini, per riconoscere e contestualizzare con precisione una determinata immagine che viene riconosciuta in tempo reale dall'applicazione. Infatti, notevoli progressi sono stati fatti con l'utilizzo del Deep Learning nella Computer Vision. L'utilizzo di questa metodologia è molto sviluppato in varie applicazioni: la più popolare è il riconoscimento facciale che si usa per sbloccare

il mobile phone (Osservatori.net Digitale Innovation, 2021). Sottoinsieme della Computer Vision è la Machine Vision, che a differenza della prima utilizza l'input digitale catturato da una o più telecamere per determinare l'azione, come l'automazione di attività, di solito in un ambiente industriale o produttivo.

Come si è notato le capacità dell'Intelligenza Artificiale sono innumerevoli e molte sono ancora in via di sviluppo. Le metodologie che vengono usate stanno pian piano diventando sempre più precise. L'IA ora è capace di percepire la realtà che la circonda, apprendere attraverso esempi dati o pian piano attraverso lo studio del ragionamento umano e del suo funzionamento. L'IA è anche capace di inventare attraverso dei pattern dati, e creare, per esempio, un'opera d'arte, come vedremo nell'ultimo capitolo. La differenza che, però, tuttora divide nettamente l'Intelligenza Artificiale da quella umana è la presenza delle emozioni e dei sentimenti, che rendono una macchina, quello che, necessariamente, deve essere, ossia uno strumento per raggiungere obiettivi e non un fine.

Nell'ambito dei beni culturali vedremo che l'Intelligenza Artificiale sta avendo un ruolo sempre più importante. Come sottolinea Manovich i primi esperimenti fra arte e AI si possono ritrovare intorno agli anni '60 del Novecento, quando riguardavano però soprattutto il rapporto creativo fra il singolo artista e la sua opera; a partire dagli anni Duemila invece, anche grazie ai Big Data e all'IoT, l'IA si è concentrata anche su delle questioni di analisi e supporto allo studio delle opere d'arte, non solo alla creazione. L'impatto dell'AI sull'arte e la cultura si ritrova in due ambiti: la creazione di opere d'arte ed eventi culturali (che, come detto, sarà affrontato nell'ultimo capitolo) e ciò che concerne la valorizzazione e la tutela, nonché la fruizione di questi prodotti culturali (Manovich, 2019).

Nei prossimi due capitoli saranno illustrati le molteplici potenzialità che l'IA ha come strumento per la valorizzazione, tutela e la fruizione del vasto campo dei beni culturali, mentre nell'ultimo saranno messe in luce le sue capacità come "supporto" per gli artisti per la creazione di vere e proprie opere.

2. L'USO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER LA TUTELA E VALORIZZAZIONE DEI BENI CULTURALI

Il patrimonio artistico culturale italiano si compone di ben 4.908 beni culturali tra musei, aree archeologiche, monumenti ed ecomusei. Il valore che portano questi beni al loro interno è inestimabile. Perciò è un dato indiscutibilmente importante il dover preservare tutto ciò che fa parte del nostro passato (ma anche del nostro presente) che sia stato riconosciuto come bene culturale. La tutela è la prima forma di conservazione, in quanto comporta delle iniziative come il restauro che portano a determinare delle azioni volte proprio ad aver cura di questo tipo di bene. Non solo la tutela, però. I beni culturali sono beni che appartengono alla società e in loro la società vi si può rispecchiare. Il bene va valorizzato e per valorizzazione si intende il mettere in luce le potenzialità di tale bene, incrementando la conoscenza per poterne far usufruire alla società nel migliore dei modi. Azioni volte a ciò possono portare anche l'utilizzo dell'IA che, grazie alla digitalizzazione ha incrementato la conoscenza e gli studi su molte opere. Ma anche nel mercato dell'arte si può usufruire di questa tecnologia, cercando di superare le criticità che vi sono al proprio interno e promuovendo una semplificazione per gli appassionati nell'entrare in questo mondo.

2.1 LA CONSERVAZIONE

“La conservazione del patrimonio culturale è assicurata mediante una coerente, coordinata e programmata attività di studio, prevenzione, manutenzione e restauro.”

(D.L. 22 gennaio 2004, n. 42 “Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio”)

Come dichiara il Comma 1 dell'Articolo 29 del Codice dei beni culturali e del paesaggio, la conservazione ha un ruolo fondamentale per il nostro patrimonio culturale, comportando in primis uno studio, poi successivamente delle attività di prevenzione, di manutenzione e, infine, di restauro.

Sempre nello stesso Articolo al Comma 4, si precisa:

“Per restauro si intende l'intervento diretto sul bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate all'integrità materiale ed al recupero del bene medesimo, alla protezione ed alla trasmissione dei suoi valori culturali [...]” (D.L. 22 gennaio 2004, n. 42 “Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio”)

Quindi vi è una grande attenzione nei confronti del restauro come azione volta a portar avanti i valori culturali racchiusi all'interno di un bene culturale, che va quindi analizzato e conservato in un determinato modo. Il ruolo del restauratore è legato a filo diretto agli studiosi, poiché il primo passaggio prima del vero e proprio restauro è lo studio e l'analisi del bene culturale. Grazie al restauro noi ora riusciamo ad avere la possibilità di ammirare molte opere tra edifici, statue, monumenti e dipinti, che senza di esso non sarebbero sopravvissuti all'usura del tempo. Come detto, il primo step è l'analisi dell'opera, quindi lo studio del materiale o della tecnica utilizzata dall'artista, accompagnata da uno studio sull'opera in sé e su cosa rappresenta. I beni antichi sono, senza dubbio, le opere più difficili da restaurare, in quanto appartengono a epoche molto lontane da noi ed è difficile ricostruire la loro storia e la loro integrità originale. Ma anche i quadri più moderni possono portare grandi difficoltà per i restauratori. Negli ultimi anni sono nati vari progetti in aiuto a questa disciplina e, alcuni di essi, hanno come protagonista l'intelligenza artificiale. Infatti, dall'unione di studiosi e innovazione tecnologica si è riusciti a fare un grande passo avanti in questo ambito.

2.1.1 Progetti con l'IA per la conservazione

- *Phytia e Ithaca*

Una disciplina che si concentra sulla ricostruzione di opere antiche, come i testi, è l'epigrafia. Questa scienza si riferisce «...all'ambito della pratica della scrittura, in senso più specifico definisce la scienza di ciò che è scritto su materiale di supporto duro e, in quanto tale, potenzialmente durevole nel tempo» (Lambert, 2004). Quindi, gli epigrafisti sono gli addetti al riconoscimento e all'integrazioni di parti mancanti di un determinato testo antico, che può essere greco, come latino, ma anche etrusco, ebraico... Il lavoro di un

epigrafista è molto lungo e complesso e non sempre si riesce a raggiungere gli obiettivi prefissati a causa della difficoltà che si possono riscontrare nell'analisi dei vari testi. Ultimamente l'intelligenza artificiale è corsa in soccorso anche a questa disciplina e ne sono nati vari progetti, che stanno avendo ottimi risultati.

Uno di questi progetti è stato chiamato *Phytia*, nome di discendenza greca: la pizia era la sacerdotessa di Delfi che riferiva i responsi dell'oracolo di Apollo Pizio. Il progetto nasce grazie alla cooperazione tra ricercatori dell'Università di Oxford e DeepMind. Prima di tutto i ricercatori hanno addestrato *Phytia* scrivendo una pipeline complessa per convertire PHI, Packard Humanities Institute, il più grande set di dati digitali relativi alle iscrizioni greche disponibile, in testo utilizzabile per il machine learning, che il team ha denominato PHI-ML. I testi su cui è stata addestrata comprendevano circa 3 milioni di parole, appartenenti a iscrizioni che risalivano al periodo tra il 600 a.C. e il 400 d.C. e ha imparato a riconoscere schemi ed elementi ricorrenti nei testi, tenendo conto del contesto in cui le parole comparivano, della grammatica e persino sulla forma delle lettere sulle iscrizioni. Lo step successivo è stato confrontare le performance della macchina, con quelle di due dottorandi di Oxford. I risultati sono stati sorprendenti: l'IA è riuscita a completare un numero di iscrizioni pari a tremila in pochi secondi, con un tasso di errore pari al 30,1%, contro il 57,3% degli studenti. Ovviamente questa non era formulata come una gara, ma era un modo per comprendere meglio le potenzialità di aiuto che la macchina avrebbe potuto dare agli studiosi. Infatti, la macchina riceve come input un testo incompleto o danneggiato e fornisce come output 20 differenti possibili soluzioni, che saranno poi analizzate e selezionate dagli studiosi. Secondo i test, la maggior parte delle volte tra queste 20 possibili soluzioni, era sempre riscontrata quella giusta. (Assael, Sommerschild, & Prag, 2019)

Questa è stata solo la prima prova di un restauro "assistito", in cui la macchina ha avuto un ruolo rilevante nell'assistenza agli studiosi, facilitandoli e riducendo i tempi.

Il progetto ha avuto talmente successo da determinare un proseguo nella ricerca e da ciò è nato *Ithaca*. Anche esso prende il nome dall'antica Grecia e le sue storie, precisamente dall'isola patria di Ulisse, dove cerca di tornare per dieci lunghi anni, come racconta Omero nella sua Odissea. *Ithaca* nasce dalla collaborazione fra DeepMind di Google insieme alla facoltà di lettere classiche di Oxford, come per il precedente progetto, ma con l'aggiunta del dipartimento di informatica di Atene AUEB e dell'Università Ca' Foscari di

Venezia. *Ithaca* si caratterizza per essere un deep neural network, ossia una rete neurale profonda, che, oltre ad avere una precisione maggiore rispetto a *Phytia* nel riconoscimento delle iscrizioni incomplete o danneggiate, procura agli studiosi delle informazioni anche riguardanti il luogo originario dell'iscrizione e il tempo in cui è stata fatta. Difatti, altre problematiche che gli epigrafisti devono affrontare riguardano il saper riconoscere l'ubicazione originaria dell'iscrizione, molto difficile da recuperare come informazione in quanto è molto raro che dopo tanti secoli l'iscrizione non sia mai stata trasportata altrove, e la datazione, anch'essa un grande ostacolo per gli studiosi, che la maggior parte delle volte devono affidarsi al riconoscimento di dialetti usati in varie epoche o il modo di scrivere alcune lettere. Ma tutto ciò, purtroppo, non porta una precisione nella datazione, che spesso resta sospesa o viene attribuita ad archi di tempo molto lunghi.

Ithaca, come si è detto, ha una riuscita maggiore rispetto a *Phytia*. Infatti, i risultati raggiunti arrivano a prevedere una precisione del 61% per l'integrazione di lacune testuali delle iscrizioni, che, con la collaborazione degli studiosi e del loro sapere storico, arriva al 72%. Per quanto riguarda l'ubicazione originaria, *Ithaca* riesce ad avere una percentuale di precisione del 71%, mostrando agli studiosi su di una mappa le possibili terre natali delle opere testuali. La visualizzazione su mappa favorisce gli studiosi poiché anche a colpo d'occhio si potrebbero notare eventuali connessioni geografiche interne al mondo antico. Infine, c'è l'attribuzione cronologica: *Ithaca*, quando data un testo, produce una distribuzione delle ipotesi in tutti i decenni a partire dall'800 a.C. fino all'800 d.C. con una precisione di circa 30 anni rispetto all'effettiva data. Un esempio sul funzionamento di *Ithaca* per quanto riguarda la datazione è già stato dato: vi erano dei decreti ateniesi, che erano stati datati intorno al 446-445 a.C.; ultimamente erano stati rivisti da studiosi determinando un cambio di datazione. *Ithaca*, in questo senso, ha dato lo stesso risultato raggiunto dagli ultimi studi, che vedono la datazione dei decreti intorno al 420 a.C. (Assel, et al., 2022)

“Riteniamo che nuovi modelli di machine learning come Ithaca possano aiutare studiosi e studiosi ad espandere e approfondire la nostra comprensione della storia antica, proprio come i microscopi e i telescopi hanno avanzato le scienze” (Griggio, 2022)

Il passo successivo, adesso, sarà sviluppare versioni aggiuntive di *Ithaca* in grado di ripristinare il testo in altre lingue antiche, come ad esempio l'accadico, il demotico, l'ebraico e la lingua maya.

Ciò che è chiaro è che l'IA viene a svolgere, con questo progetto, un lavoro di grande aiuto a fianco di studiosi, i quali possono chiaramente aspirare a trovare sempre più risposte riguardanti la società, l'economia e la politica del passato. La collaborazione tra la tecnologia e una materia umanistica come l'epigrafia è una grande svolta. Il rapporto tra scienza e sapere umanistico si può dire ormai avviato con grande successo e, in questo contesto, l'IA investe una funzione di grande importanza, poiché le sue capacità sono grandemente sfruttabili in tutti gli ambiti, tra cui la cultura e i suoi beni.

- *Classificazione delle monete antiche*

Oltre all'epigrafia anche l'ambito di studio delle monete antiche è stato affrontato da studiosi di IA. Le monete antiche sono fonti importanti per le informazioni storiche che si possono estrapolare da esse. In tempi antichi la ricerca e la classificazione delle monete avvenivano gradualmente. Ora, invece, la classificazione avviene attraverso un riconoscimento *vision-based*. Ma, con questa metodologia, vi sono delle difficoltà. Queste sono state oggetto di ricerca che ha condotto prima all'uso dell'algoritmo SSL (Semi supervised learning), poi al GTG (Graph Trasduction Game). Quest'ultimo è caratterizzato da dei giocatori (gli oggetti, le immagini, l'insieme di dati) e ognuno di essi deve scegliere una "strategia" (che rappresentano le etichette delle classi). Con il GTG si ha però una classificazione solo per il retro delle monete. La ricerca si è evoluta utilizzando l'RRC-60, che ha un più vasto dataset di immagini di monete romane del periodo repubblicano e può consentire la classificazione sia del resto che del fronte (Sinem, Vascon, & Pelillo, 2019).

- *Operation Night Watch*

Un altro progetto, che porta la presenza dell'intelligenza artificiale al proprio interno, riguarda il restauro di un dipinto. L'opera in questione è "La milizia del secondo distretto sotto il comando del Capitano Frans Banninck Cocq", anche semplicemente detto "La Ronda di notte", per l'essersi scurita talmente tanto nel tempo da sembrare ormai una scena notturna. Il dipinto è uno dei più famosi di Rembrandt van Rijn, che dipinse nel 1642. Le sue dimensioni, assai notevoli (363 × 437 cm), in origine erano ancora più estese. Infatti, in epoche passate, si era soliti tagliare molte tele per poterle adattare meglio al luogo in cui andavano posizionate. Questa fu anche la fine della Ronda di notte, che, dopo la morte del pittore fu spostata dal suo luogo originario per essere esposta presso il municipio di Amsterdam. Il quadro è stato replicato, prima di essere tagliato, dal pittore Gerrit Lundens, il quale, però, dipinse un quadro di dimensioni minori (il dipinto è un quinto dell'originale). Le parti tagliate erano due pannelli laterali e altrettante sezioni in alto e in basso. Nel 2019 si è deciso di provvedere ad un restauro ("La Ronda di notte" ne ha già avuti 25) e ad un recupero di queste parti mancanti grazie ad una Rete Generativa Avversaria (GAN) (Simeone, 2021). Il progetto, chiamato *Operation Night Watch*, è stato affidato a Rob Erdmann, scienziato esperto in tecnologie di restauro e conservazione, che ha creato tre reti neurali differenti. La prima si è occupata di trovare dettagli in comune tra il dipinto di Rembrandt e la copia fatta da Ludens; la seconda rete neurale ha adattato le dimensioni di questi dettagli; mentre la terza aveva il compito di cercare di replicare le parti mancanti avvicinandosi sempre di più allo stile di Rembrandt. Ovviamente, questa operazione è stata compiuta milioni di volte, finché la macchina non è riuscita a riprodurre le parti mancanti con il solo stile di Rembrandt. Queste parti sono infine state stampate su tela, verniciate e apposte accanto al dipinto originale. Gli spettatori hanno così potuto ammirare il capolavoro di Rembrandt nelle sue dimensioni originali dopo oltre 300 anni (*Figura 3*) (<https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch>).



Figura 3 - Il pannello ricostruito della "Ronda di notte" di Rembrandt viene attaccato. Rijkmuseum. 2021

Il Rijkmuseum ha, inoltre, fondato, in collaborazione con il Centrum Wiskunde & Informatica (CWI), il KNAW Humanities Cluster, la National Library of the Netherlands, il Netherlands Institute for Sound and Vision, il TNO, l'Università di Amsterdam e la Vrije Universiteit Amsterdam, il Cultural AI Lab, dove sono stati avviati molteplici progetti per esplorare ogni possibile potenziale dell'IA nello studio e per la valorizzazione delle opere, nonché per la loro fruizione (Pedrazzi, 2021).

- *I dipinti della "Facoltà" di Klimt*

Sempre parlando di dipinti, vi è un trittico perduto del pittore austriaco Klimt, che, grazie alla collaborazione tra Google Arts & Culture e Franz Smola, curatore del Belvedere Museum di Vienna, è stato ricostruito tramite tecniche di machine learning¹. La serie di dipinti che sono stati sottoposti a questa "rinascita" sono i quadri dipinti per la l'Università di Vienna tra il 1899 e il 1907: la "Filosofia", la "Medicina" (Figura 4) e la "Giurisprudenza". Tali dipinti, in realtà, non decorarono mai le varie facoltà dell'Università di Vienna, poiché mostravano un mondo lacerato dal sesso, dalla morte e dal caos piuttosto che un mondo rivolto alla scienza e alla ragione. Infine, trovarono posto in epoca nazista presso il castello di Immendorf, dove, nel 1945 furono distrutti da un incendio. Delle opere rimasero solo delle fotografie in bianco e nero. Partendo da ciò, il ricercatore Emil Wallner ha creato un algoritmo (ci sono voluti 6 mesi solo per scriverlo) che si allenasse sulle varie tonalità di colore usate da Klimt, così da poter "ricolorare" le opere. Ovviamente, anche gli esperti, come, appunto Franz Smola, hanno partecipato attivamente ricercando in testi antichi, o anche articoli di giornale dell'epoca, riferimenti alle opere in questione. Il risultato è stato mostrato organizzando una retrospettiva online sulla piattaforma di Google Arts & Culture, intitolata "Klimt vs. Klimt – The Man of Contradictions" (Lettere, 2021).



Figura 4 - Esempio della "ricolorazione" di uno dei dipinti della Facoltà. "Medicina"

¹ https://www.youtube.com/watch?v=1xYpIM_BVTI&t=104s

Sono molti gli esempi in cui l'intelligenza artificiale porta a raggiungere obiettivi così sorprendenti. Come è accaduto per i dipinti di Klimt, anche un'opera di Picasso, scoperta sotto un altro dipinto, è stata riportata alla luce da Oxia Plus, un collettivo artistico di intelligenza artificiale. Si tratta del dipinto "Nudo solitario di donna accovacciata", che fa parte del periodo blu di Picasso. Probabilmente l'opera si trovava sotto un'altra opera del 1903, ora appartenente al Metropolitan Museum di New York, Quello blu fu un periodo di grandi ristrettezze economiche per l'artista spagnolo, che quindi, cercava di risparmiare anche sulle tele. L'opera ricostruita in 3D ed esposta nell'occasione della *Deep Art Fair*, però, non è stata apprezzata da molti studiosi, dal momento che i ricercatori di Oxia Plus non si sono affidati alla collaborazione di studiosi ed esperti dell'arte di Picasso. Per riuscire ad avere risultati ottimali la macchina deve per forza collaborare con chi conosce bene la materia. Da questa collaborazione sarà possibile avere grandi risultati.

Lo studio, il restauro, la conservazione e la valorizzazione sono punti in cui l'IA può essere di grande aiuto. Può approfondire lo studio e le analisi, può creare parti mancanti, ma anche aiutare a conservare e di conseguenza valorizzare sempre più il patrimonio culturale che è giunto fino ai giorni nostri.

2.2 LA DIGITALIZZAZIONE

Lo sviluppo tecnologico, che sta portando ormai da anni ad una svolta verso il digitale, sta interessando sempre di più l'ambito umanistico/culturale. I musei, soprattutto, hanno trovato nel digitale una spinta verso il raggiungimento dei loro obiettivi. Già nella prima conferenza *Museum and the Web*, avvenuta nel 1997 a Los Angeles, si iniziò a parlare di reti di musei virtuali, e del potere d'aiuto nello sviluppo di studi e approfondimenti. Ma non solo ciò. Con l'apertura dei musei al digitale vi è stata una svolta anche al di fuori delle sedi preposte alla cultura: la visita al museo non termina più quando si esce dal museo, ma può continuare attraverso le risorse online, che possono fare da completamento ad una visita.

Nella stessa definizione di museo, data dall' ICOM (*International Council of Museums*) nel 2007 alla conferenza di Vienna, si dice che:

“Il museo è un’istituzione permanente, senza scopo di lucro, al servizio della società, e del suo sviluppo, aperta al pubblico, che effettua ricerche sulle testimonianze materiali e immateriali dell’uomo e del suo ambiente, le acquisisce, le conserva e le comunica e specificatamente le espone per scopi di studio, educazione e diletto.” (ICOM, 2007)

Sono chiari gli obiettivi che un museo deve perseguire e in questo senso il digitale, e la digitalizzazione nello specifico, può essere un grande aiuto per il loro conseguimento. Proprio per questo motivo alla Conferenza Generale di Kyoto del 2019 l’ICOM ha invitato tutti i suoi membri a proporre una nuova definizione di museo, così da includere anche l’innovazione digitale che sta caratterizzando molte le istituzioni culturali. La proposta italiana per la nuova definizione di museo è stata formulata in questo modo:

“Il Museo è un’istituzione permanente, senza scopo di lucro, accessibile, che opera in un sistema di relazioni al servizio della società e del suo sviluppo sostenibile. Effettua ricerche sulle testimonianze dell’umanità e dei suoi paesaggi culturali, le acquisisce, le conserva, le comunica e le espone per promuovere la conoscenza, il pensiero critico, la partecipazione e il benessere della comunità.” (ICOM, 2019)

Anche la Commissione Europea sull’Intelligenza Artificiale è intervenuta in questo senso incentivando, nel Libro Bianco sull’Intelligenza Artificiale, pubblicato a febbraio del 2020, l’utilizzo di nuove tecnologie, quali appunto l’Intelligenza Artificiale, in diversi settori, tra cui la cultura (European Commission, 2019).

Uno dei cambiamenti più significativi che sono avvenuti grazie all’avvento della tecnologia è la digitalizzazione delle collezioni di molti musei. Grazie a questo progresso e all’inserimento online di molte immagini e molti dati, l’IA ha avuto modo di evolversi a sua volta e diventare uno strumento importante nella digitalizzazione delle collezioni. Proprio le collezioni, infatti, fanno parte e sono esse stesse, l’identità di un’istituzione culturale. Poterle condividere a 360 gradi, inserendole anche online attraverso la digitalizzazione, ha creato una vera rivoluzione. Nonostante ciò, ancora alcuni musei tendono ad essere restii verso questo cambiamento, poiché ritengono che questo possa portare a non invogliare le persone ad andare a visitare la collezione di presenza. In realtà, sebbene la fruizione online sia stata (soprattutto durante i lockdown dovuti al Covid) e

sia tuttora un ausilio significativo, non potrà mai sostituire l'esperienza fisica. Fortunatamente, questi pregiudizi sono limitati ad una bassa percentuale e ormai l'83% degli istituti culturali italiani ha digitalizzato almeno in parte la propria collezione (Osservatorio Innovazione Digitale del Politecnico di Milano, 2021). Nel mondo la digitalizzazione è ancora più sviluppata e questa enorme proliferazione di vaste collezioni di opere risulta un terreno fertile per l'IA. Infatti, come è stato detto, l'IA necessita di grandi quantità di dataset per creare sempre più algoritmi e sempre più complessi. Con la circolazione online di tantissime opere, alcune anche con informazioni incluse, l'Intelligenza Artificiale può avere un valido ruolo nell'analisi, nello studio e nella classificazione delle opere. Così facendo si potrebbe avere un notevole aiuto nella gestione e nell'organizzazione interna dei musei, come di tutte le istituzioni culturali. Addestrando l'IA attraverso le varie informazioni presenti online si riuscirebbe non solo a riconoscere le immagini, ma anche a classificarle, a leggerne i dettagli e ad approfondire al massimo l'analisi. Attraverso il *deep learning*, per esempio, si può addestrare per identificare processi complessi e schemi, riconoscere testi antichi e renderli digitali, o ancora, classificare le foto di opere o elaborare previsioni sui dati esistenti (Pedrazzi, 2021).

Proprio grazie a queste nuove opportunità sono nati molti progetti a riguardo.

2.2.1 Progetti con l'IA per la digitalizzazione

- *PON-AIM "Metodi Computazionali per il patrimonio culturale"*

Il progetto PON-AIM "Metodi Computazionali per il patrimonio culturale" è uno dei progetti più in vista in questo momento per quanto riguarda l'uso dell'IA per lo studio e l'analisi delle opere d'arte. In questo progetto Giovanna Castellano, professoressa associata e coordinatrice del Laboratorio di Intelligenza Computazionale, e Gennaro Vessio, ricercatore universitario, entrambi appartenenti al dipartimento di Informatica dell'Università degli Studi di Bari, hanno proposto delle nuove metodologie afferenti all'analisi di opere d'arte. Premettendo l'importanza della presenza di collezioni online sempre più vaste, come ad esempio nel caso di WikiArt, la versione "artistica" di Wikipedia (<https://www.wikiart.org/>), hanno esaminato come, prima di tutto, questa possibilità di fruizione da parte di un pubblico più numeroso abbia diffuso ancora di più la cultura, ma anche come abbia aiutato a creare nuove metodologie per l'analisi delle

opere. Infatti, fino ad ora la capacità di trovare somiglianze o caratteristiche comuni tra i dipinti era ancorata al sapere degli studiosi, e, quindi, ad una percezione estetica umana, ossia soggettiva. Questa soggettività deriva di base dalle conoscenze storiche pregresse che riguardano una determinata o, anche, dall'influenza di un'emozione suscitata alla visione di tale opera. Per avere uno studio più oggettivo e scevro da tutte le influenze esterne, si è andata sempre più concretizzando una ricerca che, usando l'apprendimento automatico e le reti neurali, riesca ad avere delle capacità percettive così da poter categorizzare un dipinto in base all'artista, allo stile, al genere ecc... oppure trovare delle caratteristiche comuni con altri dipinti. La ricerca è stata compiuta soffermandosi su quattro punti:

- Ricercare dei collegamenti tra opere e approfondirne la conoscenza attraverso database di opere d'arte digitalizzate;
- Creare dei *clustering* automatico tra opere;
- Integrare informazioni anche "contestuale" in modelli di Computer Vision, codificata per mezzo di *knowledge graph* (KG);
- Integrare tali modelli nel robot sociale Pepper per l'interazione uomo-robot all'interno di musei o gallerie d'arte.

Gli storici dell'arte quando si trovano a studiare un'opera devono necessariamente contestualizzarla e non analizzarla come creazione isolata, per trovare le influenze o le similarità con altre opere. Questo processo eseguito manualmente comporta un tempo molto lungo, poiché il patrimonio da cui si possono estrapolare informazioni è molto vasto. Grazie allo studio e lo sviluppo dell'IA e delle reti neurali si è venuta realizzare una metodologia che potrebbe accorciare le tempistiche di questa ricerca, trasferendola in mano ad una macchina dotata di IA. Con l'uso della rete neurale *deep* vi è la possibilità di estrarre le "*features*" dell'immagine di un'opera digitalizzata, su di un meccanismo di *nearest neighbor* non supervisionato per ritrovare *link* tra opere. Vi sarà quindi una *query*, che sarà un'immagine digitalizzata, in input, il cui output saranno delle immagini di opere simili "visivamente" (escludendo quelle dell'artista dell'opera in input). Attraverso il *link* che si verrà a trovare si potranno studiare *pattern* storici, poiché si verrà a creare un "grafo delle influenze" e permetterà una forma di *knowledge discovery* sugli artisti. Tutto ciò non sarà utile solo agli esperti e studiosi d'arte, ma potrà essere utilizzato anche dai

semplici appassionati per ritrovare i link delle collezioni digitalizzate (Castellano, Lella, & Vessio, 2021).

Ma attraverso questa metodologia non si raggiungono dei raggruppamenti ben definiti. È stato, allora, proposto un metodo che utilizza una rete neurale convoluzionale *deep* pre-addestrata per l'estrazione delle *feature*, ma che utilizza anche una componente di *deep clustering*, basata su di un *auto-encoder*, per effettuare il *clustering*. I risultati hanno fatto notare che la metodologia riesce a raggruppare le opere analizzando soprattutto il genere. È, così, molto utile per esempio per riconoscere le opere di un artista in determinati momenti della sua vita (Castellano & Vessio, 2021).

Il terzo punto della ricerca prende in considerazione anche le informazioni che si possono avere riguardo un dipinto: le informazioni storiche o le relazioni già emerse con altre opere d'arte/artisti. Perciò, in questo caso, non si analizzerà solo l'aspetto "visivo" dell'opera, ma anche i metadati ad essa associati, le informazioni contestuali, le descrizioni testuali, ecc., cosicché da creare modelli sempre più efficaci. La ricerca, in questo senso, sta lavorando allo sviluppo di *ArtGraph* (KG): un *knowledge graph* nel dominio artistico. Un *knowledge graph*, anche detto grafico della conoscenza, è la rappresentazione di una rete di entità e dei collegamenti che intercorrono tra di esse. Un KG è alimentato dal *machine learning*, attraverso cui è possibile identificare singoli oggetti e comprendere le relazioni tra di essi, venendone a creare anche di nuove. La base della conoscenza del KG è sempre un set di dati provenienti da varie fonti. Il KG proposto in questo caso integra le informazioni raccolte da WikiArt e DBpedia e usa le possibilità date da un database. Attraverso questo KG sarà possibile avere dei collegamenti tra opere sempre più precisi, di cui non solo gli storici dell'arte potranno usufruire, ma anche gli appassionati, partendo dalle loro conoscenze pregresse (Castellano, Sansaro, & Vessio, 2021).

Non sono solo studi quelli in atto in questi anni, infatti, molti progetti sono già diventati realtà.

- *Statens Museum for Kunst di Copenhagen*

Ne è un esempio lo Statens Museum for Kunst di Copenhagen, in cui l'IA è molto utilizzata sia nella gestione delle collezioni per quanto riguarda la catalogazione interna, sia per la

digitalizzazione delle opere per il catalogo online, in cui la collezione è stata suddivisa per categorie proprio grazie all'intelligenza artificiale (<https://www.smk.dk/en/article/artificial-intelligence-helps-organise-denmarks-largest-art-collection/>).

- *Metropolitan Museum di New York*

Un altro museo in cui l'inclusione delle tecnologie, in particolar modo dell'IA, al suo interno è ormai una strada già avviata è il Metropolitan Museum di New York. La sua collezione, già interamente online, è stato il punto di partenza per molti progetti con protagonista l'IA: *Artwork of the Day*, *Gen Studio*, *My Life*, *My Met*, *Storyteller*, *Tag*, *That's It!*, sostanzialmente "applicazioni" con cui si può interagire con la collezione del museo. L'ultimo progetto presentato, in collaborazione con il team Applied di IA di Microsoft, è *Art Explorer*, in cui vi è una selezione di opere determinate da quale opera l'utente sta guardando (<https://www.metmuseum.org/blogs/now-at-the-met/2019/met-microsoft-mit-exploring-art-open-access-ai-whats-next>).

- *MoMA, Museum of Modern Art di New York*

Sempre a New York, il MoMA, Museum of Modern Art, ha avviato un interessante progetto con la collaborazione di Google Arts & Culture Lab: *Identifying art through machine learning*. Con questo progetto sono state impiegati il machine learning e la computer vision per trovare corrispondenze tra le opere presenti nell'archivio fotografico delle mostre dal 1929 ad oggi con le opere del catalogo online. L'algoritmo studiato ha reso possibile questo lavoro nel più breve tempo possibile, lavoro che, se avesse dovuto fare un curatore, avrebbe dovuto analizzare decine di migliaia di foto (<https://www.moma.org/calendar/exhibitions/history/identifying-art>).

- *Tate Gallery di Londra*

La Tate Gallery di Londra ogni anno organizza un concorso per i progetti che usano le nuove tecnologie per portare innovazione nella fruizione della collezione. Nel 2016 la protagonista era l'intelligenza artificiale e vinse un progetto italiano: *Recognition*. Il progetto metteva in correlazione le opere della Tate Gallery con le fotografie del mondo

attuale sulla base di somiglianze categorizzate in: volti, oggetti, contesti e composizioni (<http://recognition.tate.org.uk/#intro>).

- *Polo del '900 di Torino*

Per quanto riguarda l'Italia, l'IA ha trovato spazio in un progetto che ha come protagonista il Polo del '900 di Torino. Il suo vastissimo archivio con 256.000 record archivistici, 74.000 media digitali e 354.700 record bibliografici, è stato il punto di partenza per il progetto *Smart Archive Search* (SAS), dove, utilizzando tecniche come l'Analisi di Linguaggio Naturale e la computer vision, si permette all'utente di interagire con l'archivio in modo del tutto nuovo, proponendo nuove modalità di ricerca, ad esempio per colore, forma o concetti, che stimola la fruizione anche da parte dei più giovani o degli over 60, meno propensi ad avvicinarsi alle nuove tecnologie per la loro complessità di utilizzo (<https://www.polodel900.it/s-a-s-smart-archive-search/>).

- *Google Arts & Culture*

Ma non vi sono solo musei a capo dei progetti che intendono sfruttare l'IA per incrementare lo sviluppo della cultura. Nel 2011 nacque Google Arts & Culture, una piattaforma di Google in cui i musei possono condividere le loro collezioni digitalizzate in alta definizione. Ad oggi i musei che ne fanno parte sono 15.000, provenienti da tutto il mondo. Entrando in Google Arts & Culture ci si trova davanti ad un vastissimo numero di opere, che, grazie all'IA, sono fruibili in modo innovativo e anche divertente. Ed è così che si può far suonare un dipinto di Kandinskij, o esplorare le opere in base al colore o all'emozioni che provocano, o, ancora, attraverso l'utilizzo del machine learning, si può creare un dipinto facendolo suonare (<https://artsandculture.google.com/>).

Sono molti i progetti, riguardanti l'IA e la digitalizzazione, che stanno prendendo il via in questi anni. La digitalizzazione delle collezioni ha fatto sì che le potenzialità dell'IA potessero finalmente essere utilizzate, ma tutt'oggi, probabilmente, ancora non sono del tutto sfruttate. L'IA, come abbiamo visto, può essere un ottimo strumento per lo studio e le indagini sulle opere d'arte. Il patrimonio artistico, soprattutto quello italiano, è molto vasto e ci sarà sempre qualcosa di nuovo da scoprire, magari questa volta con l'IA.

2.3 IL MERCATO DELL'ARTE

Il mercato dell'arte è sempre stato considerato come un mondo accessibile solo a pochi eletti: agli esperti del settore, a collezioni ed intenditori che avessero disponibilità economica di rilievo ecc... Inoltre, è definito come un mercato parzialmente "instabile" per la variabilità dei prezzi e delle mode che si susseguono e cambiano in modo repentino. L'investimento in arte porta generalmente ad un profitto che, nella maggior parte dei casi, potrà essere realizzato solo decenni dopo l'acquisto. La difficoltà nell'entrare in contatto con questa tipologia di mercato è stata in un certo modo superata grazie al Covid19. Molte case d'asta, ma anche molte fiere e gallerie, si sono trovate di fronte l'impossibilità di organizzare eventi fisici, dove avvengono la maggior parte degli acquisti. Per superare quest'ostacolo ci si è affidati a nuove modalità di fruizione online. Le aste, che comprendono il 25% del mercato dell'arte, avevano già ricorso alle aste online in tempi precedenti, ma il numero di occasioni online era nettamente inferiore a quelle fisiche, che comportavano anche maggiori acquisti. Le fiere e le gallerie hanno, invece, dovuto affrontare questo cambiamento in modo meno graduale, dovendo correre ai ripari nel momento in cui l'impossibilità di incontrarsi fisicamente è stata messa in atto. Seguendo la diffusione geografica del virus, l'area asiatica è stata la prima a subirne le conseguenze, con la cancellazione della fiera ArtBasel Hong Kong, che in seguito si è svolta online venendo a creare un Online Viewing Room, come molte altre fiere e gallerie... All'area asiatica hanno fatto seguito l'Europa e gli Stati Uniti, con la chiusura generalizzata delle più importanti occasioni di fruizione dell'arte e della cultura, oltre alla cancellazione di tutte le fiere ed aste in presenza (Deloitte, 2021). L'essere diventati così "digital" ha rinnovato anche la clientela. Infatti, sono divenuti i *Millennials*, ovvero i nati tra il 1981 e il 1996, che hanno costituito una grande fetta dei nuovi compratori. Accanto ai collezionisti baby boomer, i nati tra il 1945 e il 1964, ormai veterani nel mercato dell'arte, in questo ultimo periodo sono diventati la nuova generazione di collezionisti. La loro vicinanza alle tecnologie induce sempre di più ad una facilità nel sapersi orientare nelle novità messe in atto in questi ultimi due anni. Ed è così che interagiscono sui social, contattano direttamente gli artisti, sono informati e aggiornati, comprano opere d'arte sul web e usano piattaforme e applicazioni come strumento di supporto per l'analisi. Insieme alla generazione Z, i nati dalla metà degli anni 90 al 2010, stanno creando una nuova

generazione di collezionisti, attenti alle novità e molto informati, ma che, soprattutto, sanno interagire con le nuove tecnologie che sono le nuove forme di fruizione.

Nonostante ciò, le vendite di questi ultimi anni sono diminuite: nella prima parte della pandemia si è registrato un -60%, che poi si è stabilizzato al -29,7% nella seconda parte dell'anno, grazie soprattutto alle aste online, che ha fatto totalizzare un aumento delle vendite presso le piattaforme virtuali pari al +204,8% (Deloitte, 2021). Secondo il Report "The Art Market 2021" il 90% degli *High Net Worth Individual*, ossia "individuo ad alto patrimonio netto" nel 2020 ha visitato almeno un *Online Viewing Rooms* di fiere o gallerie (McAndrew, 2021).

2.3.1 Applicazioni dell'IA per le criticità del mercato dell'arte

Il mercato dell'arte, come abbiamo detto, porta con sé un forte rischio. Le opere d'arte possono essere un investimento proficuo sia economicamente che per un appagamento estetico, ma restano comunque ad alto rischio per l'imprevedibilità dei prezzi.

Il report di Deloitte del 2019 ha messo in luce alcune criticità che, secondo i maggiori attori coinvolti nel mercato dell'arte (i collezionisti, gli operatori del settore e i gestori patrimoniali), sono le principali per quanto riguarda il settore in cui sono coinvolti. Le criticità sono tre:

1. L'autenticità

Si è stimato che i falsi in circolazione nel mercato dell'arte variano da un 1% di "falsi veri e propri" ad un 20%, in cui vi è un'attribuzione errata. Ma altre stime più pessimistiche fanno raggiungere la percentuale di opere false fino al 90% (Visconti, 2020).

2. La manipolazione dei prezzi

La determinazione dei prezzi dell'arte non segue un unico meccanismo standard, come in genere avviene per gli altri mercati, ma viene a dipendere dagli stessi operatori che operano sul mercato, cioè su quello delle gallerie e delle case d'asta (Guenzi, 2014).

3. La mancanza di trasparenza

All'interno dei meccanismi che guidano il mercato dell'arte vi è una grande asimmetria informativa, che porta i compratori, soprattutto i non esperti, a non comprendere il vero valore di un'opera.

Per quanto riguarda il primo punto, ossia la presenza massiccia di falsi all'interno del mercato dell'arte, oggi si usano soprattutto tecniche come l'analisi chimica della superficie del dipinto o della tela, con spettroscopie o datazione tramite gli isotopi, che però non riescono a percepire piccoli dettagli che, invece, possono essere determinanti per distinguere un falso da un originale. L'intelligenza artificiale in questi ultimi anni sta sviluppando vari progetti e nuove tecnologie sempre più precise che possano riconoscere tali falsi e rendere così il mercato più sicuro.

- *“Picasso, Matisse, or a Fake?”*

Già nel 2017 i ricercatori della Rutgers University avevano pubblicato un articolo in cui esponevano i loro studi per il riconoscimento dei falsi nel mercato dell'arte. La loro ricerca si concentrava su 300 disegni, cui vi sono inseriti 80 mila tratti. La tecnica utilizzata esaminava attentamente l'immagine stessa: in particolare, le migliaia di minuscoli tratti individuali che la compongono (*Figura 6*). Infatti, ogni singolo gesto, dalla forma alla curvatura, o alla velocità con cui si applica un tratto di pennello o di matita, rivela qualcosa dell'artista che lo ha realizzato. I tratti, quindi, possono rivelarsi dei segni importanti e fondamentali per il riconoscimento di un'opera.

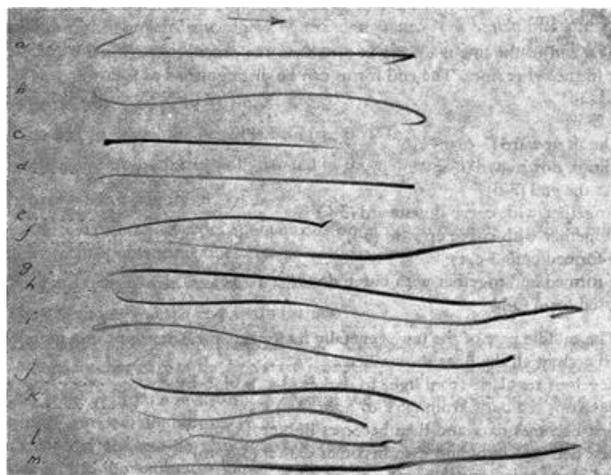


Figura 5 - Illustrazione della metodologia di van Dantzig su tratti semplici

L'idea di prendere le “impronte digitali” degli artisti attraverso i loro tratti risale in realtà agli anni '50 e a una tecnica sviluppata dallo storico dell'arte olandese Maurits Michel van Dantzig. Van Dantzig ha chiamato il suo approccio "pittologia", sostenendo che poiché ogni opera d'arte è un prodotto della mano umana e ogni mano è diversa, dovrebbe essere possibile identificare la paternità utilizzando questi tratti rivelatori (*Figura 5*). Ma i dati da analizzare sarebbero stati troppi per una mente umana, ed ecco che entra in gioco l'IA. La precisione di questo progetto, basato su Recurrent Neural Network (RNN), è stata attestata intorno all'80% (Elgammal, Kang, & Den Leeuw, 2017).



Figura 6 - Estrazione del tratto attraverso il sistema. Disegni di Picasso, Matisse e Schiele

- *Art Recognition*

Nel 2019 dalla collaborazione tra la dottoressa Carina Popovici e Christiane Hoppe-Oehl è nata la start-up *Art Recognition* (<https://art-recognition.com/>), in cui è stato sviluppato un algoritmo capace di riconoscere un dipinto falso da uno vero. L'algoritmo si basa un *deep convolutional neuronal network* per "apprendere" le caratteristiche di un determinato artista attraverso un database di immagini. La formazione dell'algoritmo non viene influenzata. L'unico input che viene dato è la "pennellata". Per comprendere su quali basi sia stata identificata un'opera come falso oppure no viene creata una "mappa di calore" in cui vengono messi in luci i punti dell'opera in cui si riscontrano delle differenze rispetto alla pennellata dell'artista (*Figura 7*). Uno dei vantaggi che ha *Art Recognition* è che l'analisi viene fatta attraverso delle foto ad alta risoluzione, quindi, non è necessario trasportare l'opera. Un altro vantaggio è la velocità: infatti il risultato viene dato in pochi giorni, o addirittura, entro qualche ora, a differenza degli studi che possono volere mesi di analisi. Inoltre, il metodo non è invasivo non dovendo rimuovere campioni dell'opera per analisi chimiche. L'algoritmo tende a funzionare meglio sugli impressionisti, perché questo stile è molto ricco di struttura e le pennellate sono per lo più ben definite, ma si sono avuti buoni risultati anche altri stili come il Post-Impressionismo e l'Espressionismo (Bailey, 2019). Nel repertorio di casi studio portati avanti da *Art Recognition* possiamo riscontrare dipinti come un "Autoritratto" di Vincent Van Gogh, risultato un autentico dipinto dell'artista olandese; due versioni del dipinto "Nu en Buste" dell'artista Fauve Kees van Dongen, risultati uno un falso e uno originale; il dipinto di Max Pechstein del famoso falsario Wolfgang Beltracchi (*Figura 8*). L'ultima recentissima scoperta da attribuire ad *Art Recognition* riguarda l'opera "Sansone e Dalila" del fiammingo Pieter Paul Rubens ora esposta alla National Gallery di Londra, che, precedentemente aveva comprato il dipinto al prezzo di 2,5 milioni di dollari. Dopo l'analisi dell'algoritmo l'opera è stata ritenuta un falso al 91% (Basili, 2022).

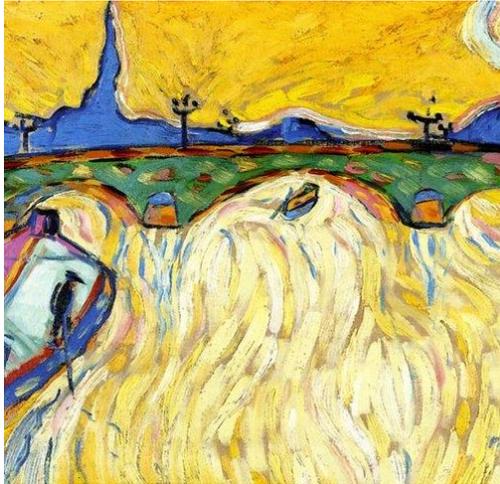


Figura 8 - Falso di Wolfgang Beltracchi del dipinto "La Senna, ponte e chiatte" di Max Pechstein

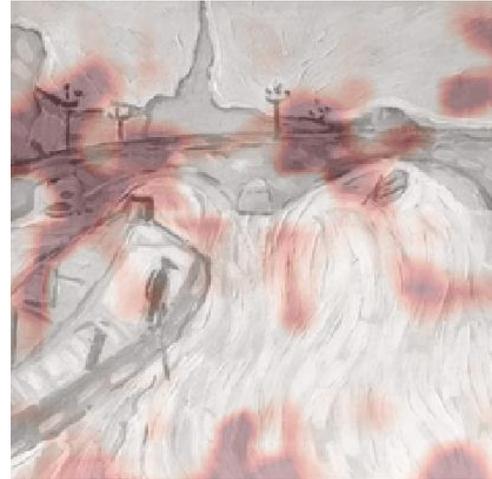


Figura 7 - Mappa di calore creata da Art Recognition

- *Imaging 3D*

È del 2021 l'ultima ricerca che vede come protagonista l'IA per smascherare i falsi nell'arte. Si tratta di un progetto condotto dalla Case Western Reserve University di Cleveland, in cui, a differenza delle precedenti metodologie, si usa una tecnica innovativa chiamata Imaging 3D, capace di rilevare i falsi al 96%. Il team ha impiegato uno strumento di analisi dei materiali noto come profilometro ottico confocale cromatico. Questa tipologia di macchina è stata solitamente usata per studiare le superfici di materiali diversi.

L'esperimento si è condotto su alcuni disegni fatti da alcuni studenti. Prima di tutto, infatti, i ricercatori hanno chiesto ad alcuni studenti del Cleveland Institute of Arts di dipingere quattro identici fiori gialli schiusi. Poi hanno inserito le immagini e tutti i dati ricavati nel profilometro, sfruttando quelle che sono conosciute come "convolutional neural networks". Il profilometro riesce ad identificare le caratteristiche uniche presenti nelle pennellate, come fossero delle impronte digitali e con questa scoperta si riesce ad ottenere un'ottima percentuale di precisione.

Inoltre, La Case Western Reserve University ha collaborato con la società madrilenza Factum Arte per testare il metodo del profilometro sul "Ritratto di Juan Pardo de Taver" di El Greco, opera che è stata danneggiata, ma anche restaurata dopo la fine della guerra civile spagnola. Essendo stato fotografato sia prima che dopo il restauro, è facile identificare le aree della tela in cui i restauratori sono intervenuti per integrare le lacune.

L'Intelligenza Artificiale utilizzata è riuscita a riconoscere queste parti dell'opera come sezioni non fatte dall'artista. Dopo i grandi risultati raggiunti i ricercatori del Case Western Reserve University hanno deciso di affrontare un nuovo progetto il quale, grazie anche alla collaborazione degli studenti del Cleveland Institute of Art, intende verificare se il profilometro ottico sia capace di leggere un'opera d'arte, individuando le varie mani che hanno lavorato all'interno di una singola opera. Sarebbe possibile, finalmente, comprendere quali allievi o quali membri di una determinata bottega hanno prestato il loro contributo in importanti commissioni rinascimentali e dove, invece, ha agito la mano più esperta del maestro.

La ricerca potrebbe condurre ad una grande svolta, in cui non solo i dipinti vengono analizzati e riconosciuti, ma anche le sculture, acquerelli o disegni. (Ji, et al., 2021)

- *Blockchain*

Ogni opera d'arte è corredata da una serie di documentazioni che ne attestano la propria autenticità. I documenti in questione sono:

- Il certificato di autenticità, rilasciato dalla fondazione di riferimento, dall'artista se è ancora in vita o da un esperto di riferimento. Al suo interno saranno inserite informazioni come il nome dell'artista, il titolo, l'anno della creazione, la tecnica, le dimensioni, una foto di riconoscimento, il numero di copie, la provenienza, la firma o il timbro di chi rilascia la certificazione e il numero di archivio.
- Il *condition report* che è il documento dove viene riportato lo stato di conservazione dell'opera e dove vengono annotati tutti gli eventuali restauri.
- La letteratura dell'opera, ossia tutti i libri, le monografie, i cataloghi in cui si ritrova l'opera.
- L'elenco completo delle esposizioni a cui ha partecipato l'opera con annesso riferimento all'eventuale catalogo.

Tutta questa documentazione è necessaria prima di tutto per provare l'autenticità dell'opera e, successivamente, per poter essere venduta, come stabilito nell'art. 64 del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D.L. 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio").

Fino a qualche decennio fa questi documenti erano tutti cartacei e, successivamente, divennero analogici, essendo trascritti sui dischetti. Ovviamente, la possibilità di perdere documenti era molto alta, ed era facile poter far entrare nel mercato anche opere false.

Con l'avvento della *blockchain* anche il mondo dell'arte e della sua catalogazione è cambiato. La blockchain è un insieme di tecnologie che sono volte a creare un registro digitale, in cui i dati inseriti vengono archiviati in blocchi crittografici (*block*), i quali vanno a creare una catena (*chain*), tracciabile, verificabile, sicura e che salvaguardia la privacy. La blockchain nasce dagli studi di W. Scott Stornetta e Stuart Haber, che negli anni '90 cercarono un metodo per crittografare il digitale. Così vennero a creare l'hash, una funzione che a partire da una stringa di input A, produce una corrispondente stringa B che ha lunghezza fissa, quindi, in pratica, è l'impronta digitale ed è irreversibile. Le informazioni crittografate verranno poi archiviate in un blocco e, in seguito, distribuite su tanti computer del mondo, chiamati nodi, e validate. Nel 2004 grazie a Hal Finney sarà aggiunto anche il sistema RPoW (Reusable Proof of Work), ossia il protocollo di verifica. Il vero boom della tecnologia blockchain si avrà nel 2008 con la sua prima effettiva applicabilità grazie a Satoshi Nakamoto con la creazione del bitcoin, la prima moneta elettronica.

Per poter usufruire della blockchain è necessario prima di tutto registrarsi e ottenere un'identità virtuale. Qualsiasi operazione che da quel momento verrà fatta, verrà registrata e validata, attraverso la creazione di un nuovo blocco della catena. Questa creazione è chiamata mining e ogni volta che questa azione avviene, viene creata una proof of work, appunto una verifica realizzata con un algoritmo. Questi algoritmi usati nella blockchain permettono di controllare che ogni azione intrapresa rispetti determinati criteri e che non vengano manomessi i dati al suo interno.

Nell'ambito dell'arte la blockchain ha creato una grande rivoluzione sia semplificando l'aspetto della catalogazione, ma, soprattutto, per provare l'autenticità delle opere che finiscono all'interno del mercato, limitando la presenza dei falsi (Pedrazzi, 2021).

Ad oggi sono molte le piattaforme che aiutano i collezionisti, ma anche gli artisti, a creare una catalogazione online con tecnologia blockchain delle proprie opere. Una di queste è Art Rights. Fondata nel 2020 da Andrea Concas è una delle start-up che sta avendo più

successo nell'ambito della digitalizzazione delle opere d'arte. Art Rights va a creare un "passaporto dell'opera", con un sistema unico di convalida delle informazioni e del corredo documentale da parte di più professionisti a favore dell'autenticità. La piattaforma utilizza tecnologie all'avanguardia come blockchain per la validazione e l'addestramento di una rete neurale di Intelligenza Artificiale per la verifica di autenticità, analisi di mercato e gestione della collezione. La peculiarità di Art Rights è che gli utenti possono convalidare le informazioni tra loro e avere quindi la possibilità di tracciare e avere diverse conferme sull'autenticità delle opere stesse (<https://www.artrights.me/>).

Per quanto riguarda le ultime due criticità, come si è detto, nel mercato dell'arte i prezzi sono manipolati perché è un mercato autoregolato da esperti del settore e professionisti che tendono a modellare il prezzo. Tutto ciò avviene anche a causa dell'assenza di trasparenza. Infatti, vi è un'asimmetria informativa all'interno del mercato dell'arte che comporta una più facile manipolazione dei prezzi. Ultimamente sono nati nuove metodologie e progetti che possono in qualche modo cercare di aiutare a fare chiarezza sulla creazione del valore e i rischi che i compratori possono correre in questo settore.

- *Wondeur*

Si tratta di un progetto nato nel 2018 grazie alla collaborazione di un gruppo di ricercatori dell'Università di Toronto e un gruppo del MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Fino ad ora il mercato si basava sui risultati delle aste avvenute in passato per decretare il valore di un'opera o di un artista. Ma quando si ha a che fare con un artista che non ha mai venduto un'opera ad un'asta, come si può quotare? *Wondeur* (<https://wondeur.ai/>), utilizzando il *deep learning*, sposta l'attenzione sull'artista e non si concentra solo su quelli che hanno avuto modo di vendere attraverso un'asta (l'1%), ma anche su quelli che non ne hanno usufruito, quindi il 95% del totale (si sono concentrati su gli artisti nati dopo il 1900). Gli algoritmi di *Wondeur* si concentrano sulla figura dell'artista, andando a ritroso per cercare le cause del valore: quindi, la partecipazione a mostre individuali, ma anche collettive, a fiere, pubblicazioni, acquisizioni, collezioni, ecc... cercando di capire come questi eventi siano interconnessi e interagiscano tra di loro, definendo così il futuro valore e i rischi. Si seguono, quindi, le tappe fondamentali degli artisti e si analizza l'impatto che

esse hanno sul valore. L'IA confronta quotidianamente 345 mila artisti di tutto il mondo e ultimamente si tende ad analizzare anche l'impatto di alcune città, così da far comprendere il proprio valore e magari provare il "risveglio culturale". Grazie all'IA si cerca di dare più trasparenza a questo mercato così complesso, anche per agevolare e invogliare gli acquisti di opere d'arte, che sono sempre visti come investimenti ad alto rischio. Il sapere come l'artista sta crescendo nella sua carriera può essere un modo più semplice per comprenderne il valore così come il rischio. Ovviamente tutto ciò deve essere sempre accompagnato dalla valutazione di un esperto, che, però, è impossibilitato a sapere ogni svolta della carriera di ogni artista, ed è qui che subentra l'IA in aiuto².

² <https://www.youtube.com/watch?v=VQOaudPziBU>

3. L'USO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER LA FRUIZIONE DEI BENI CULTURALI

“Lo Stato, le regioni, gli altri enti pubblici territoriali ed ogni altro ente ed istituto pubblico, assicurano la fruizione dei beni presenti negli istituti e nei luoghi indicati all'articolo 101, nel rispetto dei principi fondamentali fissati dal presente codice.” (D.L. 22 gennaio 2004, n. 42 “Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio”)

Nell'articolo 102 del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio si parla di fruizione. La fruizione è una parte importante per l'ambito culturale. Dopo la tutela e la valorizzazione, il bene deve esser potuto fruire dalla società, poiché è un bene collettivo, quindi designa un bene pubblico. L'importanza di questa fase è sostanzialmente in mano agli enti a cui appartengono le opere, molte delle quali sono all'interno dei musei. I musei giocano, allora, un ruolo fondamentale per la fruizione e il loro scopo è rendere questa sempre più facilmente accessibile al pubblico. Oltre a ciò, per i musei è importante cercare di rendere il percorso di fruizione oltre che un luogo di conoscenza, anche un punto di partenza per istigare la curiosità. I curatori dei musei nella loro progettazione dei percorsi museali provano a creare proprio questo, organizzando visite che possano assecondare il gradimento del pubblico. Ma come si fa a sapere quale opera è più apprezzata e quale meno? Quale quadro attira di più l'attenzione del visitatore? O ancora, quale corrente artistica potrebbe essere preferita dal pubblico di un determinato museo? Insomma, qual è l'indice di gradimento di un cittadino che va al museo? Tutte queste domande in passato trovavano risposte ponendo ai visitatori dei questionari cartacei che, il più delle volte, non erano presi in considerazione dal pubblico, così da rendere più ostico il lavoro del curatore. Negli ultimi anni sta venendo in soccorso anche in questo campo l'IA con progetti che intendono studiare la percezione che si ha di un'opera d'arte, venendo a comprendere quale viene apprezzata di più e quale di meno. Basandosi su degli studi di neuroestetica, la tecnologia dell'IA ha potuto comprendere alcuni meccanismi che il cervello aziona mentre guarda un'opera d'arte. L'utilizzo di queste nuove strumentazioni

ha permesso ai curatori di creare percorsi museali che potessero essere sempre più apprezzati dai visitatori.

3.1 LA PERCEZIONE DELL'OPERA D'ARTE: STUDI DI NEUROESTETICA

“Il colore è un mezzo per esercitare un influsso diretto sull'Anima. Il colore è il tasto. L'occhio è il martelletto. L'Anima è un pianoforte con molte corde. L'artista è la mano che con questo o quel tasto porta l'anima a vibrare.” (Kandinskij, 1912)

La neuroestetica è una branca della neuroscienza che studia il comportamento del nostro cervello quando si trova d'avanti ad una qualsiasi forma d'arte. Già nella metà del secolo scorso studi di psicologia hanno affrontato la percezione dell'arte che hanno portato alla pubblicazione di testi quali *“Art and Visual Perception. A Psychology of Creative Eyes”* di Rudolf Arnheim del 1954 e *“Art and Illusion. A Study in the Psychology of Pictorial Representation”* di Ernst Gombrich del 1960 (Gombrich, 1960). Entrambi i testi saranno poi alla base della nascita e dell'evoluzione della neuroestetica.

Negli ultimi vent'anni molti sono gli studiosi di neuroscienza che si sono avvicinati all'ambito artistico, per poterne scoprire i meccanismi che si muovono all'interno del nostro cervello quando veniamo a contatto con l'arte. Uno di questi è il neuroscienziato Eric Kandel che nel 2017 ha pubblicato il libro *“Arte e Neuroscienze. Le due culture a confronto”*, in cui si indagano le azioni intraprese dal cervello alla visione di un'opera d'arte. Kandel si basa prima di tutto sulla risoluzione del problema *“ottico inverso”*, in quanto gli oggetti che vediamo vengono recepiti dalla nostra retina in modo bidimensionale e non tridimensionale, quindi, non riceviamo informazioni sufficienti per ricostruire un oggetto dettagliatamente, ma ognuno di noi alla fine ci riesce. Ciò avviene grazie attraverso le funzioni *bottom-up* e *top-down*. La prima funzione si riferisce alle computazioni che si sono venute ad attivare grazie all'evoluzione biologica nei circuiti del cervello, che ci permettono di estrarre le informazioni chiave dal mondo esterno, come il colore, la forma, il contrasto che si crea tra luce e ombra e tra figura e contorno, i contorni, la trama delle superfici ecc... In pratica questo processo innato, che coinvolge il livello basso e quello intermedio della visione, garantisce che il sistema visivo di ogni soggetto sia in grado di estrarre dall'ambiente le informazioni essenziali. Il processo *top-down*,

invece, si basa su funzioni mentali più complesse e profonde come la memoria, l'attenzione, le aspettative e le associazioni visive apprese ed è collegato, quindi, soprattutto ad un contesto psicologico prevalentemente soggettivo, grazie al quale vengono attribuiti dei significati personali da ogni individuo ad una medesima percezione. È questo un compito svolto di continuo dal nostro cervello che si può definire "creativo" e porta ad integrare e completare le informazioni che ci provengono dal mondo fisico in modo incompleto e ambiguo. È stato dimostrato dall'approccio riduzionistico delle neuroscienze che l'apprendimento crea dei cambiamenti considerevoli nelle connessioni neuronali che sono alla base dell'elaborazione top-down, le cui associazioni prevalenti si svolgono nella corteccia temporale inferiore, là dove avvengono degli scambi continui di informazioni tra l'ippocampo, la parte del cervello preposta al richiamo consapevole dei ricordi e l'amigdala, dove hanno origine le emozioni. Kandel mette anche a paragone l'arte figurativa e quella astratta, mettendo in luce come di fronte a quest'ultima la funzione top-down ha un'evidenza più marcata, in quanto davanti ad un quadro non figurativo vi possono essere varie percezioni da individuo a individuo, che vanno a spiegare l'opera in modo personale e soggettivo, rispetto ad un quadro figurativo. Si viene così a creare un ponte tra neuroscienza e arte, che cerca di spiegare come un'opera d'arte può essere percepita nel nostro cervello (Kandel, 2017).

Nel 1994 nacque ufficialmente la neuroestetica come disciplina, grazie al neurobiologo Semir Zeki. La neuroestetica nasce per comprendere cosa avviene all'interno del nostro cervello alla vista di un'opera d'arte, non per dire che cosa sia la bellezza, che è un'esperienza astratta. La neurobiologia permette di indagare i meccanismi cerebrali responsabili di ciò che proviamo osservando uno splendido quadro, ascoltando una musica appassionante, ecc... La visione di un'opera d'arte comporta delle azioni nel nostro cervello, che sono attive, non passive. Infatti, la visione è inscindibile dalla comprensione. Se prima si diceva "la bellezza è negli occhi di chi guarda", ora si può dire che non è negli occhi che la bellezza viene interpretata. Quando noi guardiamo un'opera, qualsiasi essa sia, si attivano varie parti del nostro cervello contemporaneamente in base agli attributi che osserviamo, se il colore, la forma ecc... E' il così detto "cervello visivo", che è stato studiato grazie anche alle nuove tecniche di *brain imaging*, con cui si possono osservare quali aree del nostro cervello e quando si attivano: se guardiamo un dipinto monocromo si attiveranno alcune aree, se, invece, osserviamo un ritratto si attiveranno altre aree. Ovviamente gli studi di neuroestetica ammettono di avere dei limiti, in quanto la

percezione estetica è comunque un'esperienza soggettiva, che non può del tutto essere studiata solo dai meccanismi che si azionano nel nostro cervello (Zeki, 2003).

Una delle più importanti scoperte del XX secolo nell'ambito delle neuroscienze cognitive da parte dei neuroscienziati dell'Università di Parma Giacomo Rizzolatti, Vittorio Gallese e dei loro collaboratori è stata la rivelazione dei "neuroni specchio". Si tratta di un gruppo di cellule nervose che si trovano all'interno del nostro cervello, le quali si attivano sia quando siamo noi a compiere un'azione, sia quando osserviamo una determinata azione che viene eseguita da altri. L'attivazione di queste cellule avviene anche quando vediamo l'azione rappresentata su di una tela o incarnata nel marmo, e all'interno del nostro cervello è come se fossimo noi a compiere l'azione rappresentata, come ci immedesimassimo. Questo processo neurologico è stato definito "simulazione incarnata". Così quando ci si trova davanti ai marmi incompleti di Michelangelo all'interno del nostro cervello si azionano queste cellule che ci portano a sentire una impercettibile perturbazione nel nostro sistema posturale, poiché si attivano tensioni muscolari corrispondenti a quelli contratti dei gruppi scultorei, che cercano di liberarsi dalla materia che li imprigiona. I "neuroni specchio" e la "simulazione incarnata" si attivano non solo con opere figurative, ma anche con opere astratte o in cui è ben visibile l'atto creativo dell'artista, come ad esempio nelle opere di Fontana con i suoi tagli. L'osservatore attraverso l'immedesimazione empatica e una sorta di mimetismo mentale si trova a rivivere ad esempio le posture realizzate attraverso il marmo, il gesto motorio di un'artista come Fontana, ma anche l'insieme delle emozioni che l'artista può aver provato mentre era in atto la creazione dell'opera, cosicché da dissolvere il confine che separa il mondo reale da quello artistico e creando una connessione tra l'atto creativo dell'artista e la fruizione dell'opera (Gallese, Migone, & Eagle, 2006).

"L'esperienza estetica delle immagini la possiamo quindi vedere come una forma mediata di intersoggettività. Ogni volta che mi pongo di fronte a un quadro, una scultura o un affresco non mi relazionano esclusivamente con un oggetto del mondo fisico che ha alcune caratteristiche formali – colori, forme, fattezze, masse, volume – ma mi relazionano ogni volta anche con un altro essere umano – colui o colei che quelle immagini le ha realizzate. Quindi l'opera d'arte diventa il mediatore di una relazione interpersonale tra

me e quello che oggi, dal Rinascimento in poi abbiamo imparato a chiamare come artista”³

Nonostante tutti questi studi è ancora lontana la spiegazione della “complessità” che nasconde il nostro cervello quando prova delle emozioni, che siano estetica e non. L’esperienza estetica può solo cercare di essere spiegata, ma non sarà mai compresa del tutto e l’IA, attraverso questi studi, può solo riuscire a decifrare una piccola parte di questa complessità e arrivare ad avere un ruolo di supporto per la gestione e la progettazione delle collezioni, ma soprattutto per la loro fruizione.

La strada da percorrere è già stata tracciata da alcuni lavori volti a raccogliere informazioni su come il nostro corpo reagisca di fronte a un’opera d’arte e su come i dati raccolti possano essere utilizzati per esempio per migliorare l’esperienza di una visita al museo.

3.1.1 L’IA per la codifica della percezione della bellezza

Come detto in precedenza negli ultimi anni sono nati molti progetti, in cui l’intelligenza artificiale ha un ruolo fondamentale. Nei casi analizzati l’IA è stata utilizzata per poter comprendere meglio quali opere potessero avere più impatto emotivo sui visitatori, su quali soggetti e oggetti ci si sofferma maggiormente lo sguardo e altre informazioni che per i curatori di mostre e allestimenti museali sono molto preziose. Qui di seguito i vari lavori analizzati.

- *ArtTech*

Nel 2018 Intesa Sanpaolo Innovation Center, impegnato nella diffusione della “cultura dell’innovazione”, in collaborazione con la Direzione Arte, Cultura e Beni Storici di Intesa Sanpaolo e l’agenzia TSW, hanno dato vita ad un progetto chiamato ArtTech⁴. L’esperimento messo in atto è stato sviluppato all’interno delle Gallerie d’Italia di Piazza Scala a Milano, dove era in corso la mostra “L’ultimo Caravaggio. Eredi e nuovi maestri”.

Obiettivo dello studio era riuscire a rispondere a varie domande, quali:

- Come vengono lette le opere?

³ <https://www.youtube.com/watch?v=WY5wIOMBiTo>

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=Wq7cE56xlkE>

- Quali sono gli elementi o i personaggi che catturano di più l'interesse del visitatore?
- Qual è l'impatto emotivo di fronte a diverse opere d'arte?

Trenta volontari si sono prestati all'esperienza e a loro è stato chiesto di indossare tre diversi *device*, i quali sarebbero stati gli strumenti di misurazioni per differenti dati:

- *Eye Tracking*: strumento che serve per analizzare i comportamenti oculari alla visione dei dipinti;
- *EEG 14 channel*: per analizzare il coinvolgimento delle opere sulle persone;
- *Stress bracelet*: per rilevare il cambiamento della conduttanza cutanea rilevato grazie alla sudorazione involontaria.

Sono state prese in considerazione solo quattro opere: il "Martirio di sant'Orsola" di Caravaggio, il "Martirio di sant'Orsola" di Bernardo Strozzi, il "Martirio di sant'Orsola" e "l'Ultima Cena" di Giulio Cesare Procaccini.

Prima di tutto sono stati rilevati i dati dei visitatori a riposo. Dopo di che i trenta volontari hanno osservato le quattro opere con uno schema prestabilito: trenta secondi da seduti e poi un minuto liberamente.

I risultati ottenuti sono molto interessanti: secondo le risposte dello *stress bracelet*, che monitora l'*arousal*, ossia il livello di intensità emotiva davanti ad un'opera d'arte, le opere maggiormente impattanti sono state "l'Ultima cena" del Procaccini e il "Martirio di Sant'Orsola" di Caravaggio. Lo studio del comportamento oculare ha permesso di individuare le AOI (Area of Interest) e di creare delle mappe di calore (*Figura 9*) in cui si evidenziano le parti in cui lo sguardo dei visitatori si è più soffermato.



Figura 9 - Mappa di calore del dipinto "Il martirio di Sant'Orsola" di Caravaggio

Ogni quadro ha avuto un diverso risultato:

- Nel "Martirio di Sant'Orsola" di Caravaggio il visitatore ha concentrato il suo sguardo prima di tutto su Attila e Sant'Orsola, e successivamente sulla ferita inferta e il resto degli elementi;
- Nel "Martirio di Sant'Orsola" di Bernardo Strozzi la figura che ha catturato maggiormente l'attenzione dei visitatori è quella di Sant'Orsola nella sua interezza, in secondo piano il resto del quadro;
- Nel "Martirio di Sant'Orsola" di Giulio Cesare Procaccini si rivela un'esperienza gerarchica, in cui il visitatore si concentra prima di tutto sul volto di Sant'Orsola, poi su quello di Attila e, infine, sull'uccisione;
- Nell' "Ultima cena" di Giulio Cesare Procaccini vi è un'esperienza oculare distribuita orizzontalmente partendo dal centro, ove vi è raffigurato Gesù.

L'analisi dei dati ha dato ottimi risultati, importanti per l'aiuto della fruizione dell'arte. Infatti, con questi dati si può agevolare il processo di memorizzazione delle opere:

"In generale si suggerisce di strutturare un'esperienza di fruizione che faciliti i processi di memorizzazione. Da questo punto di vista si consiglia di privilegiare l'uso di opere ad alto impatto emotivo, con elevato engagement e motivation nella parte iniziale (effetto primacy) e finale (effetto recency) del percorso."

Quindi, in questo caso dovrebbero essere il Martirio di Sant'Orsola di Caravaggio e l'Ultima cena del Procaccini a dover introdurre e concludere il percorso della mostra.

Oltre ciò, i dati possono essere utili anche per creare contenuti e audio-guide per indirizzare l'interesse del visitatore su ciò che cattura di meno l'attenzione.

In conclusione, i dati raccolti sono stati molto preziosi per poter analizzare il comportamento dei visitatori e avere così un feedback da usare per creare percorsi di fruizione sempre più ottimali (Intesa San Paolo Innovation Center & IMT School for Advanced Studies Lucca, 2018).

- *Il progetto neuroscientifico presso il Cenacolo Vinciano*

Nel 2019 è nato un altro progetto dalla collaborazione tra Intesa Sanpaolo Innovation Center e TSW. In questo caso l'idea iniziale è stata avuta dallo stesso Museo del Cenacolo Vinciano, in cui si è svolto lo studio⁵. Le domande a cui si voleva rispondere intraprendendo questo esperimento erano:

- Cosa si prova ammirando l'Ultima Cena di Leonardo da Vinci?
- Quali elementi del capolavoro colpiscono maggiormente l'osservatore?
- E come viene percepito il percorso di fruizione museale?

Come si evince dall'ultima domanda, non vi è stata un'analisi solo della percezione delle opere d'arte, ma anche uno studio che prevedeva un'analisi del percorso di fruizione, soffermandosi su alcuni elementi che determinano tale esperienza, come l'illuminazione, le caratteristiche della pittura murale e la lettura dei pannelli illustrativi.

Il gruppo dei partecipanti all'esperimento comprendeva trentotto persone, con un'età media di 38 anni e diversa nazionalità. Vi erano tra i partecipanti sia persone che vedevano il museo per la prima volta, sia persone che già lo avevano visitato. Il test si è svolto sia a museo aperto, che a museo chiuso, per una durata massima di trentacinque minuti, e il percorso di visita era prestabilito.

A differenza del precedente progetto, in questo caso sono stati usati dei *device* più avanzati:

⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=eOh8hkmojuY>

- *Smi ETG 2W: eye tracking glasses*, per il tracciamento oculare;
- *Cognionics 20 EE*, per il monitoraggio dell'attività cerebrale;
- *Shimmer 3 GSR+: Galvanic skin response sensor*, per la rilevazione dell'attivazione del sistema nervoso

Tutti questi *device* utilizzano la machine learning che è stata addestrata per evitare di analizzare anche elementi di “disturbo” come, per esempio, i battiti di ciglia, che potrebbero “sporcare” i risultati dei dati ottenuti.

Dopo aver ottenuti i dati a riposo dei partecipanti l'esperimento ha avuto inizio, dando risultati molto interessanti per quanto riguarda l'impatto emotivo, il livello di piacevolezza di fronte all'opera, gli elementi che hanno catturato l'attenzione, l'ordine di osservazione degli elementi e la durata dell'analisi.

L'opera dell'“Ultima Cena” di Leonardo ha avuto un impatto emotivo maggiore rispetto all'altra opera analizzata (la “Crocifissione” di Donato Montorfano). Anche il livello di piacevolezza è stato rilevato maggiormente nell'opera di Leonardo. Per quanto riguarda le AOI (*Area of Interest*) e il *Dwell Time* (tempo di analisi degli elementi) si è riscontrata una lettura che parte dal centro, quindi dalla figura di Gesù, dove l'occhio del visitatore si è soffermato 16,4 secondi, per poi proseguire prima con l'analisi degli elementi della parte sinistra e, successivamente, con quelli di destra, concludendosi con la figura di Tommaso, in cui i visitatori si sono soffermati mediamente 9,8 secondi.

Vi sono differenze anche tra chi ha già visto l'opera e chi la vedeva per la prima volta. Infatti, attraverso le mappe di calore create, si è riscontrato che gli “esperti” hanno osservato più elementi, soffermando anche su più dettagli, al contrario dei “non esperti” che hanno concentrato il loro sguardo sulla figura di Gesù.

Per quanto riguarda l'analisi del percorso museale i dati raccolti sono stati molto preziosi per il museo che hanno potuto studiare come meglio posizionare le opere e gli elementi che accompagnano l'esperienza della visita (Caldato, 2019).

- *Share Art*

Il 15 giugno de 2021 si è aperto il progetto pilota sviluppato da ENEA (l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico) con la collaborazione dell'Istituzione Bologna Musei. Il progetto, chiamato ShareArt, si prefissa di raggiungere

obiettivi come monitorare il gradimento e le modalità di fruizione delle opere d'arte da parte dei visitatori, grazie ad applicazioni di intelligenza artificiale e big data. Il sistema è stato sviluppato già dal 2016, ma ha visto la luce solo la scorsa estate.

ShareArt si compone di una serie di dispositivi che acquisiscono dati attraverso una telecamera. I dati raccolti vengono poi inviati ad un server centrale per l'immagazzinamento e l'elaborazione tramite un applicativo web dedicato all'analisi multidimensionale interattiva. La differenza sostanziale rispetto ai progetti descritti precedentemente, è che in questo caso non vi è alcun coinvolgimento diretto del visitatore, il quale, libero da ogni dispositivo, può visitare il museo senza regole prefissate precedentemente.

I dispositivi, quindi, sono esterni e sono collocati presso le opere. Tali dispositivi rilevano automaticamente i volti che guardano nella direzione dell'opera acquisendo, contestualmente, una serie di informazioni relative al comportamento nell'osservazione delle opere d'arte come, per esempio, il numero di persone che si sono fermati ad osservare l'opera, il percorso che è stato fatto per avvicinarsi all'opera, ma anche il tempo di osservazione e la distanza da cui si è ammirata l'opera, inoltre, i dispositivi acquisiscono informazioni come l'età dei visitatori, il genere, ma soprattutto lo stato d'animo con cui osservano l'opera. Secondo ENEA, grazie all'utilizzo di questa applicazione nel mondo dell'arte e grazie, soprattutto, al sistema di monitoraggio, che genera dei dati oggettivi, si potrà conoscere il gradimento dell'osservatore e si avrà la possibilità di aiutare i curatori a creare dei percorsi museali sempre più a portata del visitatore.

Inoltre, grazie all'utilizzo della computer vision, durante il periodo di Covid19, in cui era obbligatorio indossare la mascherina all'interno dei musei, se ne poteva anche supervisionare il corretto utilizzo da parte dei visitatori che osservavano l'opera ⁶.

Ovviamente, la tecnologia impiegata è compatibile con il regolamento GDPR sul rispetto della privacy perché non acquisisce né memorizza dati associabili ad alcuna persona fisica o che ne indichino la posizione geografica (ENEA, 2021).

⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=A-4cQ9bkFLI&t=1s>

- *Rilevamento del centro di interesse di un dipinto*

I progetti che si stanno sviluppando con l'aiuto dell'IA per codificare l'effetto che l'arte ha sull'osservatore non sempre si concentrano sulle reazioni degli utenti. Vi è uno studio del 2021 portato avanti da Sinem Aslam e Luc Steels in cui vi sono analizzati i punti di interesse di un dipinto, ma partendo dall'originale a cui si ispira l'opera. Lo studio è stato compiuto con la collaborazione di un famoso artista contemporaneo: Luc Tuymans. Attraverso l'analisi di due sue opere, precisamente "K." e "Secrets", ispirate entrambe a delle foto, è stato fatto un cammino a ritroso per comprendere il processo creativo attraverso cui un artista passa da un'immagine ad un dipinto. Questa analisi è stata compiuta grazie all'utilizzo del *computer vision* e del *pattern recognition*. Andando a comprendere le differenze rispetto all'originale che sono state messe in atto dall'artista nel processo creativo, si possono andare a trovare quelle "deviazioni" e "deformazioni", anche minime, che alla fine del lavoro si riconosceranno come i centri di interesse di un'opera. Perché è proprio la distorsione, quello che non ci aspettiamo, che colpisce la nostra vista e, quindi, la nostra attenzione.



*Figura 10 - "K." di Luc Tuymans, 2017 -
L'immagine originale della pubblicità di Dior*

Questo studio parte prima di tutto dalla ricerca dell'originale che viene usata dall'artista. Nel caso di "K.", Tuymans ha ripreso una modella raffigurata in una campagna di abiti di Dior (*Figura 10*). Dopodiché le due immagini vengono allineate e confrontate. Attraverso l'IA si vengono a scoprire quelle micro-differenze che creano dei punti di interesse all'interno del dipinto. In questo studio specifico vengono analizzati solo i bordi, ma sarà possibile affrontare altri studi, ad esempio per le differenze di colore, parte fondamentale in un'opera pittorica. Con queste analisi e la scoperta di punti di interesse all'interno di opere pittoriche sarà agevolato il lavoro di curatori ed esperti, oltre a dare un aiuto ad artisti per costruire i loro punti di interesse (Sinem & Steels, 2021).

3.2 I CHATBOT E LE GUIDE ROBOTICHE

3.2.1 I Chatbot

Un chatbot è un software che simula ed elabora le conversazioni umane (scritte o parlate), consentendo agli utenti di interagire con i dispositivi digitali come se stessero comunicando con una persona reale (https://it.wikipedia.org/wiki/Chat_bot). Lo sviluppo di questo sistema, dotato di intelligenza artificiale, negli ultimi anni sta raggiungendo livelli molto alti. Ormai ognuno di noi almeno una volta ha interagito con un chatbot, che sia in forma scritta o orale. Siri, Google Home, Alexa Amazon Echo sono solo alcuni esempi di chatbot che ad oggi vengono impiegati quotidianamente. Il loro impiego è in continua crescita: secondo il Grand View Research, si stima che il mercato globale dei chatbot raggiungerà un valore di quasi 2,5 milioni di dollari entro il 2028 (Grand View Research, 2021).

Il motivo del grande successo dei chatbot è dovuto soprattutto alla semplicità di utilizzo. Infatti, un chatbot è fruibile semplicemente accedendo ad un app di messaggistica, che noi tutti usiamo giornalmente. Il suo essere facilmente intuibile ha reso questo strumento come uno dei più usati in vari settori: dalle banche, ai sistemi sanitari, fino al turismo o all'ambito commerciale. Dato il loro impiego in vari settori, i chatbot pian piano sono sempre più "personalizzati" in base alla discussione che devono affrontare: quindi, i chatbot che saranno usati per comunicare con i giovani saranno più "smart" rispetto ad un chatbot che deve affrontare una discussione in ambito finanziario.

I chatbot nascono da un'idea di Alan Turing: *l'Imitation Game*, secondo cui era dimostrabile che una macchina fosse intelligente. Era il 1950 e da quel momento in poi molti sono stati i passaggi che ci hanno fatto raggiungere i livelli che abbiamo ora. Nel 1966 verrà creata ELIZA da Joseph Weizenbaum e messo a punto dal MIT (Istituto di Tecnologia del Massachusetts). Questo antenato dei nostri attuali chatbot era stato programmato per poter riconoscere delle parole chiave (*cue-words*) all'interno di una frase, che potessero renderla in grado di rispondere in linea con il senso del discorso (Weizenbaum, 1966).

Nel 1995 lo scienziato e programmatore Richard S. Wallace creerà A.L.I.C.E. (*Artificial Linguistic Internet Computer Entity*), un chatbot più evoluto rispetto a ELIZA perché programmato con il linguaggio A.I.M.L. (*Artificial Intelligence Markup Language*).

Con l'avvento degli anni 2000 lo sviluppo dei chatbot è diventato sempre più incalzante e nel 2006 si è giunti alla creazione di IBM Watson, un chatbot che ad oggi è utilizzato persino nel settore sanitario, essendo stato potenziato con le ultime innovazioni di machine learning.

Nei giorni nostri i chatbot sono sempre più evoluti e hanno un linguaggio sempre più "umanizzato". Questo grazie all'utilizzo del Natural Language Processing (NLP), che, come è stato detto nel primo capitolo, è la funzione che insegna alla macchina a riconoscere e imitare il nostro linguaggio. Per quanto riguarda, però, la comprensione vera e propria, un chatbot deve possedere il Natural Language Understanding (NLU). Oggi i chatbot, oltre ad avere la capacità di comprendere e riprodurre un discorso con il linguaggio "naturale" che noi usiamo, possono apprendere autonomamente e migliorarsi grazie al machine learning (Chiari, 2007).

Per quanto riguarda l'ambito museale i chatbot sono stati una grande svolta per la fruizione. Al loro interno i chatbot possono essere dei utili alleati per creare prima di tutto coinvolgimento, ma anche fidelizzazione. I chatbot, infatti, possono essere dei validi strumenti per avvicinare i più giovani ai musei, le fasce d'età che sono anche più vicini a queste tecnologie. Ma il coinvolgimento non si ferma solo ai più giovani, poiché con i chatbot l'esperienza di fruizione museale può diventare più interessante, poiché sarà possibile usare i chatbot per approfondire curiosità ed esplorare tematiche che hanno suscitato maggior interesse. Inoltre, il chatbot è utile dal momento che può essere sì un assistente vocale utile nel percorso di visita, ma può anche dare informazioni pratiche sull'istituzione di proprio interesse, come: l'orario d'apertura, il costo del biglietto, la durata di una mostra ecc... Nelle realtà piccole, o che hanno delle strutture architettoniche che non permettono l'installazione di pannelli informativi, il chatbot potrebbe essere un'ottima soluzione, in modo da avere le informazioni durante la visita a portata di mano all'interno di un semplice smartphone. Infine, il chatbot può creare una fidelizzazione con il pubblico, poiché mantiene un contatto anche dopo la fine della visita. Si potrà, così, ricevere informazioni sulle opere che si sono osservate anche quando la visita sarà conclusa (Pedrazzi, 2021). I chatbot, quindi, come abbiamo visto, possono essere un grande aiuto per la fruizione museale, rendendola più interessante e coinvolgente. Molti musei, italiani, ma anche esteri, usufruiscono dei chatbot. Qui di seguito saranno descritti alcuni dei progetti più interessanti degli ultimi anni (Gaia, Boiano, & Borda, 2019).

- *Casa di Anna Frank ad Amsterdam*

Il Museo della Casa di Anna Frank ad Amsterdam è stato uno dei primi ad usufruire di un chatbot, nel 2017. Il suo chatbot basato sull'intelligenza artificiale di deep learning di MSG.AI è stato primo ad usare la piattaforma Messenger. Il chatbot della Casa di Anna Frank è stato progettato per dare informazioni pratiche, oltre che quelle specifiche sull'istituzione e il valore culturale che racchiude. Così si possono avere risposte alle curiosità sulla vita di Anna Frank, sul suo diario, sulla vita dell'epoca, 24 ore su 24. Il chatbot è stato creato per poter coinvolgere sempre di più il grande numero di visitatori che ogni giorno si reca al Museo della Casa di Anna Frank (<https://www.annefrank.org/en/>).

“Con il nuovo bot, Anne Frank House offre ai consumatori l'esperienza digitale del futuro: personalizzata, informativa, immediata [...]. Siamo entusiasti che la piattaforma MSG.AI di deep learning sia parte di un programma così rivoluzionario.”⁷

- *Field Museum of Natural History di Chicago*

Nel 2018 è stato creato un chatbot per il Field Museum of Natural History di Chicago. La particolarità di questo chatbot è che incarna un dinosauro. Quindi il visitatore si ritroverà a parlare con Maximo, il Titanosauro. Il chatbot/dinosauro è in grado di rispondere ad ogni tipo di domanda sul museo, ma soprattutto su di sé. Perciò si potranno chiedere informazioni e curiosità sull'epoca dei dinosauri, sulla loro vita e le loro abitudini. L'interfaccia è molto semplice ed intuita e porta con sé anche molto divertimento, soprattutto per i più piccoli (<https://www.fieldmuseum.org/exhibitions/maximo-titanosaur>).

- *Museu do Amanhã di Rio de Janeiro*

Il Museu do Amanhã di Rio de Janeiro è uno dei musei che ha sperimentato un chatbot basato su IBM Watson. Il progetto, chiamato IRIS+, permette ai visitatori di approfondire le loro esperienze al museo. La parte innovativa di questo chatbot è che non solo risponde

⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=YPH4vUWcN2U>

alle domande ma le pone, innescando uno scambio di battute con il visitatore. Dopo aver visto la mostra principale, il chatbot pone un quesito: “Dopo tutto quello che hai imparato nella mostra principale, quali sono le tue preoccupazioni per il mondo di oggi?”. Da questa domanda si viene a creare una discussione e il chatbot alla fine consiglierà anche delle organizzazioni o fondazioni che operano nel territorio per la salvaguardia dell’ambiente, che potranno condurre il visitatore a un impegno sociale. Quindi, si ha anche lo scopo di incoraggiare la riflessione sul ruolo della società di oggi per agire per un domani più consapevole e sostenibile. Il chatbot è usufruibile attraverso sei totem che si trovano alla fine del percorso museale (Morena, 2018).

- *Centre Pompidou di Parigi*

Nell’ultimo anno anche il Centre Pompidou di Parigi si è dotato di un chatbot elaborato dalla società specializzata nello sviluppo di strumenti digitali pensati per le istituzioni culturali Ask Mona. Il museo in questione aveva già istituito una strategia digitale per la comunicazione. Il chatbot può facilmente rispondere alle curiosità dei visitatori: basta scattare una foto dell’opera di interesse, la quale viene riconosciuta dall’intelligenza artificiale, su cui è basato il chatbot. Dopo il riconoscimento l’utente avrà a disposizione informazioni e contenuti esclusivi, tra cui podcast e video, che raccontano la storia e aneddoti dell’opera. Oltre ciò, il chatbot risponde anche alle curiosità del visitatore o a domanda inerenti l’istituzione. Così facendo la scoperta della collezione del Centre Pompidou sarà ancora più interessante da fruire (<https://www.centrepompidou.fr/en/>).

- *Maxxi di Roma*

Per quanto riguarda i musei italiani, uno dei primi ad utilizzare un chatbot per facilitare la fruizione del percorso museale è stato il Maxxi di Roma, che già nel 2018 ha messo a disposizione un chatbot per la scoperta delle collezioni di arte contemporanea ospitate nell’edificio. Il sistema è integrato: con Google Dialogue Flow, per offrire al pubblico l’interazione in linguaggio naturale con il sito del Museo e per consentire che il chatbot si aggiorni in automatico, ogni volta che viene pubblicata una nuova mostra o evento; con il sito del Museo, affinché possa aggiornarsi automaticamente con le informazioni disponibili, come quelle relative a nuove mostre o eventi; con una componente proprietaria di Engineering che consente la Gamification dell’esperienza e l’offerta di

premi ai visitatori. La particolarità di questo chatbot è che è stato anche uno strumento per fidelizzare il pubblico. Infatti, attraverso l'interazione con il chatbot si potevano accumulare i Museum Coin, monete virtuali spendibili all'interno del museo. Si può decidere di spenderli al raggiungimento di tre livelli: 300, 600 o 1000. Più si parla con il chatbot e più Coin si accumulano.

Dopo il successo del primo progetto, il Maxxi ha deciso di lanciare un nuovo chatbot. A differenza del precedente il chatbot nato nel 2020 suggeriva le opere da esplorare a seconda delle emozioni comunicate. Questo chatbot è rimasto attivo fino al giugno 2021 (<https://www.eng.it/case-studies/chatbot-museo-maxxi>).

- *Case Museo di Milano*

Le Case Museo di Milano sono costituite da quattro case di antichi collezionisti: Museo Poldi Pezzoli, Museo Bagatti Valsecchi, Villa Necchi Campiglio e Cada Boschi di Stefano.

L'idea di partenza per il progetto che le ha viste protagoniste era quella di avvicinare e coinvolgere di più il pubblico adolescente. Questa tipologia di visitatore è tendente alla distrazione e all'utilizzo massiccio di social network. Grazie all'aiuto della società InvisibleStudio l'obiettivo è stato raggiunto creando un chatbot all'interno di un gioco, che potesse raccordare i due fattori che caratterizzano il pubblico adolescente (distrazione e utilizzo dei social). È nato così un gioco che prevedeva una caccia al tesoro all'interno delle Case Museo. Tutto ciò che serviva era uno smartphone e il collegamento ad un social quale Messenger o Facebook, per poter interagire con il chatbot, il quale guidava il visitatore alla scoperta di una serie di indizi nascosti all'interno dei Musei, per sconfiggere un misterioso mago del Rinascimento.

Il gioco è stato testato su giovani di età compresa tra i 16 e i 18 anni e i risultati ottenuti hanno fatto sì che il progetto raggiungesse l'obiettivo sperato. Infatti:

- Il 90% è riuscito a completare il gioco
- L'88% ha definito la lunghezza del gioco adeguata
- Il 72% ha valutato il gioco come molto divertente
- Il 66% ha trovato il gioco un utile strumento di apprendimento

I risultati positivi hanno portato a due conclusioni: prima di tutto ai giovani è piaciuto partecipare al gioco condividendo il percorso con altri giovani, e, in secondo luogo, la

narrazione attraverso il chatbot ha fatto sì che si scoprissero molte cose sulle collezioni appartenenti alle Case Museo.

Un punto di debolezza si ha avuto nella connessione ad Internet. Infatti:

- Il 30% dei giovani partecipanti ha avuto problemi di connessione
- Il 34% era preoccupato per il traffico dati

Le Case Museo sono dei preziosi edifici, che, però, appartengono ad un'epoca lontana e che quindi hanno una struttura che non si presta molto alla connessione di internet. Il problema, però, è stato superato negli ultimi anni, grazie all'evoluzione dei modem per il wi-fi.

Nel complesso il progetto ha dato ottimi risultati, soprattutto perché l'idea di utilizzare uno strumento come lo smartphone, che potrebbe rivelarsi una distrazione per i giovani, è stata un'ottima soluzione per coinvolgerli. I giovani sono il pubblico più lontano dai musei e questo progetto è la riprova di come, se si usano gli strumenti giusti, anche i visitatori più improbabili potrebbero diventare degli abituali consumatori di cultura (Boiano, Cuomo, & Gaia, 2016).

In Italia negli ultimi anni molte realtà museali stanno iniziando ad intraprendere questa strada, usufruendo di assistenti virtuali, quali i chatbot.

Una delle prime istituzioni culturali ad utilizzare un chatbot al suo interno fu la Reggia di Caserta, che già nel 2017 prevedeva un assistente virtuale come supporto ai visitatori. Il chatbot in questione è stato chiamato Borbot, nome che deriva dalla crasi tra Borboni, i proprietari storici del Palazzo Reale più grande del mondo, e Robotica. Si tratta di un modello di intelligenza artificiale, che è stato creato dalla 360 Open, start-up casertana fondata nel 2015, Borbot è in grado di assistere i visitatori, a cui basta collegarsi alla pagina Facebook della Reggia. Infatti, grazie all'app Messenger di Facebook il sistema risponde in maniera immediata alle domande (in tutte le principali lingue europee) degli utenti relative ai servizi del Museo. Un vero e proprio collaboratore attivo 24 ore su 24 che fornisce supporto ai turisti e ottimizza il flusso di comunicazione (Iacovone, 2019).

A Firenze nell'ultimo anno si sono sviluppati due progetti molto interessanti: il primo promosso dall'Opera di Santa Maria del Fiore, il secondo dalla Galleria dell'Accademia.

Entrambi i progetti sono stati creati con la collaborazione di Querlo, Customized Artificial Intelligence Solutions, società con base a New York che aiuta le istituzioni culturali e le aziende ad avviarsi alla digitalizzazione attraverso le più sofisticate tecnologie. Il primo progetto riguarda un chatbot che incarna un Michelangelo virtuale. Michelangelo AI è uno strumento educativo fruibile gratuitamente, con cui gli appassionati possono porre qualsiasi tipo di domanda attraverso una chat e avranno una risposta dal Michelangelo virtuale (<https://duomo.firenze.it/it/home>).

Il secondo progetto prevede un altro chatbot, in cui sta volta è possibile parlare con il David. Il chatbot è stato sviluppato attraverso il sistema del Deep Learning, che consiste nel corso del tempo in un accrescimento progressivo della capacità di risposta agli utenti, quindi il David, chat dopo chat, sarà in grado di conversare con i suoi interlocutori in maniera sempre più esaustiva imparando dalle stesse domande che gli verranno poste (<https://www.galleriaaccademiafirenze.it/>).

In conclusione, attraverso la descrizione di tutti questi progetti, si può notare come i chatbot possono essere un valido strumento per il coinvolgimento del pubblico. I beni culturali sono un bene comune e ogni supporto che possa facilitarne la fruizione è da prendere in considerazione e testare. La tecnologia, da questo punto di vista, è in questo momento il mezzo che più può portare a dei risultati concreti e ad un accrescimento del coinvolgimento del fruitore.

3.2.2 Le guide robotiche

La parola “robot” fu utilizzata per la prima volta nel 1920 dallo scrittore ceco Karel Čapek, nel suo romanzo R.U.R (Rossum’s Universal Robots).

Oggi si definisce un robot come “una macchina che può essere programmata per svolgere molti lavori diversi. È analogo ad un computer, che è un processore di informazioni universale, tranne per il fatto che le sue capacità si estendono al mondo fisico” (<https://www.pbs.org/wgbh/nova/robots/moravec.html>).

Ma l’idea dei robot nasce in tempi molto antichi. Già nel IV secolo a.C. Aristotele parla di automi, come strumenti che avrebbero liberato gli uomini dalla schiavitù. Nel I secolo d.C. sarà il matematico e fisico greco Erone di Alessandria a crearne uno. Tra il 1204 e il 1206 verrà scritto il “Libro della conoscenza dei meccanismi ingegnosi” dallo scienziato arabo

Al-Jazari, dove si nota come la ricerca tecnologica in Oriente fosse già molto avanzata. Al-Jazari costruì anche alcuni dispositivi meccanici. In Italia, invece, fu Leonardo da Vinci che nel 1495 documentò un progetto per un cavaliere meccanico che sarebbe stato in grado di alzarsi in piedi, agitare le braccia e muovere la testa e la mascella. Nel XVII in Giappone si crearono delle bambole meccaniche, chiamate *Karakuri*, che erano persino in grado di servire il tè. Bisognerà però aspettare il 1738 per vedere il primo automa funzionante in senso moderno, con la costruzione del robot da part di Jacques de Vaucanson.

Con l'avvento della rivoluzione industriale le costruzioni di robot e automi diventarono sempre più sofisticate fino agli '60, quando ritroviamo il robot di prima generazione. Questi robot erano essenzialmente utilizzati per lavorare nelle industrie e non comunicavano con l'esterno. Dopo poco avvenne il salto verso i robot di seconda generazione, che, però, non si distaccavano molto dalla tipologia della prima generazione. L'unica differenza sostanziale è che questi robot iniziavano ad interagire con l'esterno. Ma è con i robot di terza generazione, nati negli anni Ottanta, che la robotica stravolge le sue creazioni. Infatti, questi robot sono dotati di intelligenza artificiale: hanno la capacità di agire in autonomia e di elaborare i dati acquisiti a livello sensoriale al fine di regolare il loro movimento. Oggi siamo giunti addirittura ad una tipologia di robot 4.0: esistono gli "umanoidi" e gli "androidi" che differiscono dai primi in quanto non assumono fattezze umane (Costacurta, 2020). I robot di oggi sono utilizzati in diversi settori: nel campo della medicina, nelle missioni spaziali, ma anche in quelle sui fondali marini, in caso di situazioni di emergenza e pericolo, ma anche semplicemente per suonare. Oltre questi utilizzi negli ultimi anni anche nei musei si sono iniziati ad usare delle guide robotiche in grado di aiutare e coinvolgere l'utente durante il percorso di visita.

Nei luoghi d'arte si possono incontrare due tipologie di robot: le guide robotiche e i robot teleguidati. La differenza tra i due è che il primo viene utilizzato per accompagnare il visitatore durante il percorso, mentre l'altro permette la visita da remoto. Così, nel periodo di lockdown molti musei hanno usufruito di questa tipo di tecnologia. La differenza con un *virtual tour* è che con quest'ultimo si può accedere al museo seguendo un percorso già prestabilito, mentre con il robot teleguidato si può scegliere il percorso che si preferisce e si ha la possibilità di interagire con il pubblico presente in loco. In questo senso è nato un progetto molto interessante che ha come protagonista proprio i robot teleguidati e l'IA.

- *BrainControl Avatar*

In Italia ci sono 3,1 milioni di persone disabili, che costituiscono il 5,2% della popolazione complessiva (ISTAT, 2019). Come afferma l'articolo 6 del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio è necessario “[...] assicurare le migliori condizioni di utilizzazione e fruizione pubblica del patrimonio stesso, anche da parte delle persone diversamente abili al fine di promuovere lo sviluppo della cultura [...]” (D.L. 22 gennaio 2004, n. 42 “Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio”). Ma vi sono delle persone con disabilità molto gravi, che sono impossibilitate a muoversi. Parliamo per esempio di chi è affetto da malattie neuromuscolari degenerative come la sclerosi multipla, ma anche chi presenta danni cerebrali, i quali causano immobilità. In questi casi poter andare ad un museo è praticamente impossibile. Ma la cultura deve essere di tutti. Così nasce BrainControl Avatar, un progetto che usufruisce dell'IA come supporto all'inclusione sociale e alla fruizione culturale per le persone diversamente abili.⁸ Il progetto è stato realizzato dalla società Liquidweb S.r.l. Con BrainControl Avatar le persone impossibilitate a muoversi possono usufruire di un alter ego avatar per poter visitare luoghi di cultura. La novità di questo straordinario progetto è che l'avatar ha la possibilità di essere guidato attraverso un simulatore di mouse, un puntatore oculare o dalla modalità BCI (*Brain-Computer Interface*), ossia un interprete delle onde cerebrali. Quindi, anche per chi è quasi totalmente paralizzato sarà possibile guidare l'avatar anche attraverso un semplice movimento di palpebra.

“Con BrainControl Avatar, siamo in grado di creare esperienze di visita e di interazione sociale completamente da remoto. L'avatar si muove negli spazi reali, guidato dal paziente che può così vivere un'esperienza sociale e culturale totalmente immersiva e senza precedenti” (<https://www.braincontrol.eu/>)

Il progetto è stato presentato nel 2020 al Museo Santa Maria della Scala di Siena, dove il giornalista Antonio Malafarina, affetto da tetraplegia, ha potuto provare l'avatar per le sale del museo (<https://www.braincontrol.eu/news-2/braincontrol-avatar-in-anteprima-mondiale-al-museo-del-santa-maria-della-scala-di-siena-per-le-visite-da->

⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=A9a1TSPOEV4>

remoto/). A novembre è stato possibile usufruire di BrainControl Avatar anche per visitare il Museo della Scienza e Tecnologia di Milano (<https://www.braincontrol.eu/news-2/visita-al-museo-nazionale-della-scienza-e-della-tecnologia-con-braincontrol-avatar/>). La possibilità di poter uscire dalle mura di una stanza e godere della bellezza dell'arte, ma anche di relazioni sociali esterne può essere una grande svolta per le persone diversamente abili.

4. AI ART

“Il futuro sarà una questione di sviluppo, rifinitura e costante esplorazione e trasformazione. Come fruitori umani dell’Arte, siamo noi a trovarci in una posizione di potere: la scelta di apprezzare o respingere l’arte generata dalle intelligenze artificiali continuerà ad essere esclusivamente nostra.” (Mazzone, 2020)

Il primo a sperimentare un tipo di arte che utilizzasse degli strumenti digitali fu Michael Noll, il quale negli anni Sessanta si diletta a creare delle opere attraverso dei calcolatori. Le opere non erano visibili, data ancora la non presenza degli schermi, e le opere dovevano essere stampate per essere osservate. Noll fu il primo che si avvicinò all’idea della creatività di una macchina. Da quei giorni sono passati quasi sessant’anni e oggi stiamo assistendo ad un vero e proprio cambiamento nella concezione dell’arte (Signorelli, 2021).

Era il 25 ottobre del 2018 quando la casa d’aste Christie’s vende un particolare dipinto ad un prezzo totalmente inaspettato: 432.500 dollari, 45 volte di più rispetto alla cifra stimata. Il dipinto in questione è intitolato “Portrait of Edmond de Belamy” (*Figura 11*) e la sua particolarità è data dal fatto che è un’opera creata da un’intelligenza artificiale, come è osservabile dalla firma apposta nella parte inferiore, la quale in realtà è un algoritmo (*Figura 12*).

L’opera è stata creata dal collettivo francese Obvious, di cui fanno parte Hugo Caselles-Dupré, Pierre Fautrel e Gauthier Vernier. “Portrait of Edmond de Belamy” fa parte di una serie di ritratti creati attraverso la GAN (Generative Adversarial Network – Rete Generativa Avversaria). La GAN è un rivoluzionario strumento, inventato da Ian Goodfellow (a cui è riferito il cognome “Belamy”, ossia “buon compagno”, in francese bel ami) composto da due reti neurali antagoniste che in un certo senso “gareggiano” tra di loro. Per la creazione dell’opera venduta da Christie’s Obvious ha utilizzato un set di dati per alimentare il sistema formato da 15.000 ritratti dipinti tra il XIV e XX secolo. L’algoritmo usato, invece, è stato preso in prestito da un altro AI artist: Robbie Barrat.



Figura 11 – Potrait of Edmond de Belamy, Obvious 2018. Algoritmi GAN, stampa inkjet su tela, 70 x70 cm

$$\min_G \max_D \mathbb{E}_x [\log(D(x))] + \mathbb{E}_z [\log(1 - D(G(z)))]$$

Figura 12 - Algoritmo usato da Obvious

Alla base di questa serie di ritratti, collegati tra di loro oltre che da tratti comuni come l'effetto sfocato, la cornice dorata e la firma posta nella parte inferiore, anche da un albero genealogico che assume differenti significati in base a come si guarda (verticalmente vi sono i diversi periodi della ritrattistica nella storia dell'arte, in orizzontale lo sviluppo dell'intelligenza artificiale), vi è un messaggio chiaro che il collettivo artistico ha voluto indirizzare al mondo dell'arte:

“[...] vi è la volontà di offrire un modo nuovo di guardare al nostro retaggio artistico e culturale, attraverso nuovi occhi che fanno affidamento principalmente sulla logica – occhi costituiti da un serie di algoritmi. Le GAN sono potenzialmente in grado di offrire questi nuovi occhi” (Obvious, 2020).

Con la vendita di questo quadro si è aperto un vero e proprio dibattito su questo nuovo modo di fare arte. Come ogni novità non sono mancate le critiche iniziali. L'arte creata con l'intelligenza artificiale ha suscitato molto scalpore. Più che i risultati, l'aspetto più interessante di questa nuova modalità di fare arte è nel processo di creazione dell'opera in cui vi è una vera e propria cooperazione tra artista e macchina. In questo senso l'autore che utilizza IA per creare opere fa un passo indietro e lascia più spazio allo strumento che usa. La GAN può essere paragonata ad un “pennello tecnologico” o ad una macchina fotografica. Il *quid* in più che vi è in questo innovativo *medium* è il processo creativo che metto in atto in modo “autonomo” e non controllato. L'artista, dal canto suo, concentra il suo contributo su altre variabili del processo. Alcuni degli aspetti su cui l'artista si concentra sono ad esempio la scelta del tema, la ricerca dell'ispirazione, perché ogni opera parte sempre da una profonda riflessione. L'AI artist è il creatore del database, utilizzato come input per l'algoritmo. Senza quello l'opera d'arte non si verrebbe a creare. Infatti, l'IA va addestrata e ciò avviene grazie alle scelte intraprese dall'artista che seleziona determinate immagini, le quali andranno a creare il database per l'algoritmo. In ultimo sarà sempre l'artista a decretare quale tra le tante creazioni dell'IA sarà quella che rispecchia di più la sua idea (Obvious, 2020).

L'intervento della GAN permette di esplorare nuovi confini che ai nostri occhi non erano prima visibili. È una nuova interpretazione delle opere che formano il database di partenza, creando così un “ponte” tra passato e presente.

Al centro di questo nuovo tipo di arte non vi è quindi l'opera d'arte in sé, ma il processo creativo visto come interazione tra artista e macchina, in cui l'artista lascia che l'autonomia della macchina crei qualcosa di nuovo, che, però, sarà basato su un input nato dalla sua idea.

Come già detto, la vendita dell'opera “Portrait of Edmond de Belamy” ha creato non poco scalpore tra i critici e gli storici dell'arte, ma la storia dell'arte ci insegna che gli artisti

hanno sempre sperimentato nuovi media e inseguito l'innovazione per la creazione delle loro opere, utilizzando sempre nuovi strumenti che non sempre sono stati apprezzati dal pubblico. Basti pensare agli Impressionisti e alle loro prime esposizioni, le quali erano visitate solo per deridere i loro quadri, opere di totale rottura con le forme d'arte accademiche. O, ancora, nel 1859 quando fu organizzato il primo *Salon* di fotografia in pochi videro in questo nuovo strumento una forma d'arte.

La storia dell'arte è stata sempre caratterizzata da una certa diffidenza verso l'innovazione, perché questa porta quasi sempre ad una rottura con il passato. Passato che nella storia dell'arte ha sempre, e sempre avrà, un ruolo fondamentale. Gli artisti, però, oltre ad essere influenzati dal passato, guardano al futuro e utilizzano ciò che la ricerca e la società gli offrono. Oggi la tecnologia fa parte della nostra vita quotidiana, quindi, è stato quasi un processo naturale che gli artisti contemporanei prendessero questi nuovi strumenti e li facessero loro per la creazione di nuove e innovative opere (Pedrazzi, 2021).

4.1 IL PROBLEMA DELLA CREATIVITÀ

Il termine creatività deriva dal verbo latino *creare*, ossia far nascere dal nulla, inventare. Per secoli, filosofi, scienziati, matematici e neuroscienziati hanno fatto studi e approfondite riflessioni per definire cosa fosse la creatività e come avvenisse dentro di noi il processo creativo. Margaret Boden definisce la creatività come "la capacità di creare idee nuove e dotate di valore" (Boden, 2009). Sempre la Boden indica due tipi di idee creative: quelle psicologiche (P) e quelle *historical*, quindi storiche (H). Il primo gruppo sono quelle idee che sono nuove per l'individuo che le crea, ma non per gli altri. Il secondo gruppo invece, comprende quelle idee che sono una novità sia per il creatore sia per tutti gli altri. Seguendo questo schema la maggior parte delle idee appartengono alla prima categoria, mentre è molto più raro e difficile farle rientrare nella seconda categoria. Le opere create attraverso l'intelligenza artificiale, per adesso, sono classificate come idee con un livello creativo P, ma è possibile aspirare a raggiungere il secondo livello, ossia quello storico. Quindi, il grado di creatività dell'arte prodotta dalle intelligenze artificiali va valutato al livello creativo P.

La Boden, inoltre, differenzia tre processi della creatività: *combinatorio*, *esplorativo* e *trasformativo*. Mentre il processo *trasformativo* è più difficile da raggiungere per una

macchina, perché implicherebbe il dover ignorare una delle regole, gli altri due processi atti alla creatività possono essere intrapresi dall'IA. Il primo consiste nel combinare per associazione una serie di idee note, creando nuovi modelli di collegamento. Quello *esplorativo* sviluppa la creatività esplorativa e introduce mutamenti alterando o eliminando una delle dimensioni fondamentali dello spazio creativo noto. Ciò produce la creazione di nuovi concetti e idee che precedentemente non sarebbero stati pensabili. Per l'intelligenza potrebbe essere un arduo compito avere a che fare con questi due processi creativi, poiché comportano un affidamento su processi cerebrali, quali la memoria, l'esperienza, la conoscenza culturale ecc... Ciò, però, è possibile, fornendo alla macchina degli input e rendendola consapevole e conoscitrice di un determinato spazio concettuale (come può essere per esempio la ritrattistica, o i dipinti paesaggistici). Venendo a conoscere il campo di azione, la macchina può produrre, attraverso le "anomalie" qualcosa di nuovo, e quindi caratterizzato da creatività. Infatti, soprattutto nel caso delle GAN, le immagini generate risultano molto simili a quelle date nell'*input* iniziale, ma d'altra parte, non sono completamente identiche. È proprio grazie all'attività antagonista delle due reti neurali che si crea quello "spazio" per gli errori e per la creatività. La costante competizione tra le due reti neurali in cui una tenta di "ingannare" l'altra, migliorandosi di volta in volta e incrementando i risultati prodotti, dà la possibilità di esplorare zone che i normali algoritmi non riuscirebbero a raggiungere: si tratta di un meccanismo molto più sofisticato rispetto a quelli comuni.

Per la maggior parte degli artisti che lavorano con l'intelligenza artificiale, le GAN, quindi, rappresentano uno strumento che permette di usare il loro database visivo selezionato per venire a collegare elementi visivi in modo pseudo-causale. La cosa importante da riscontrare è che dai risultati traspariranno sempre le scelte compiute dall'artista.

La scelta del database di partenza è esso stesso un atto creativo, il quale implica che gli attuali artisti che usano l'IA per la creazione di opere d'arte sono a tutti gli effetti degli artisti, nel senso tradizionale del termine.

È possibile che le GAN si prestino particolarmente alla sperimentazione artistica, in quanto alcuni dei loro processi possono avere delle analogie con delle azioni compiute dalla mente umana. Ad esempio, gli artisti generalmente apprendono osservando e studiando le opere del passato, copiandone alcune parti e rimodellandone altre, finché non si viene a creare uno stile personalizzato. Le GAN, allo stesso modo, apprendono

attraverso un database dato, formato da varie opere, da cui loro estrapolano degli elementi per creare nuove opere, ma sempre basate sul *training set*. Negli esseri umani scelte e associazioni avvengono attraverso due livelli: quello visivo e quello concettuale. Il primo implica una manipolazione degli elementi visivi, che vengono rimodellate per nuove creazioni, il secondo, più complesso, comporta una scelta conscia, o inconscia, di elementi atti a creare significato. Nelle macchine con IA che opera nell'ambito artistico per la creazione di opere, il livello utilizzato è quello visivo e non quello concettuale (Mazzone, 2020).

"[...] nessun sistema di intelligenza artificiale attuale può accedere al ricco e articolato campionario di concetti che qualsiasi essere umano adulto normale si è costruito nel corso della sua esistenza" (Boden, 2009)

L'intelligenza artificiale, infatti, può misurarsi con i contenuti visivi, poiché questi possono essere trasformati in un linguaggio che la macchina può comprendere, ma non vi è formula che possa tradurre i comportamenti del cervello quando interpreta e traduce i concetti. Probabilmente l'IA potrà raggiungere quel livello di riconoscimento tematico (ritratto, paesaggio ecc...), ma senza, comunque, comprenderne il concetto in sé.

Infatti, come sottolinea Mirian Mazzone, la differenza principale fondamentale tra un'immagine generata da un essere umano e una generata dall'IA, è che quest'ultima non parte da un vero stimolo visivo. Per noi essere umani la prima fonte di ispirazione è la natura. L'essere umano vive intorno al mondo naturale, che osserva mentre vi si muove al suo interno. Una macchina riceve questo stimolo, ma attraverso dei dati numerici, relativi a forme, colori, texture e linee di dipinti creati da esseri umani. In qualche modo il suo punto di riferimento è la mente umana e la sua interpretazione della natura, creata attraverso le opere che saranno date come input alla macchina (Ahmed, Liu, Elhoseiny, & Mazzone, 2017).

Un esempio di come sia "controllata" in qualche modo la creatività di una macchina è stato dato nel maggio del 2019 ad una mostra del Barbican Centre di Londra, in cui l'AI artist Memo Akten realizza un'installazione in cui il pubblico è chiamato a scegliere tra alcuni oggetti per proporli alla GAN. Tra gli oggetti presenti vi è un panno giallo con delle cuciture rosse. Quando quest'oggetto viene spostato sullo sfondo blu del piano per la GAN

diventa un mare in cui le pieghe del panno sono le onde, le cuciture la linea dell'orizzonte, mentre il dito di uno spettatore diventa la schiuma improvvisa di un'onda (*Figura 14* e *Figura 14*). La GAN vede un mare perché il training è stato fatto con immagini di elementi naturali. Questi sono gli unici dati che l'IA conosce e ha a disposizione (Barale, 2020).

"Una rete neurale artificiale osserva il mondo esterno, tentando di dare un senso a ciò che vede, in funzione di ciò che ha visto precedentemente."
(<https://www.memo.tv/works/learning-to-see/>)



Figura 14 - Gloomy Sunday - Learning to see, Memo Akten, 2017 (Installazione interattiva al Barbican di Londra, 2019)



Figura 13 - Gloomy Sunday - Learning to see, Memo Akten, 2017 (Installazione interattiva al Barbican di Londra, 2019)

L'evoluzione tecnologica ci sta facendo scoprire possibilità inimmaginabili: gli sviluppi in questo campo nel giro di pochi anni hanno raggiunto traguardi imprevedibili.

Per quanto riguarda l'uso in campo artistico dell'intelligenza artificiale è indubbio che la partecipazione dell'uomo appare ancora essenziale: egli è ancora in una posizione di potere, potendo guidare, addestrare e collaborare con la macchina.

La collaborazione non toglie nulla alla "mano umana" in questo caso: ogni artista sceglie quanto e come farne uso. La macchina resta uno strumento in mano all'artista che lo gestisce e la libertà di scegliere se utilizzarlo o no. Ma l'atto creativo, la sensibilità artistica che ogni artista ha al suo interno non può ancora essere replicata da una macchina, che

non può arrivare a formulare un concetto e, quindi, non può creare qualcosa in completa autonomia.

Ciò non toglie che le opere degli AI artist, sono a tutti gli effetti arte, poiché vi è un atto creativo e, come insegna Duchamp, il riconoscimento di un'opera d'arte come tale si basa su definizioni e se l'arte creata attraverso l'intelligenza artificiale viene esposta in contesti istituzionali, viene già legittimata ad essere chiamata arte.

4.2 LE GAN

Era il 2014 quando un giovane informatico e ricercatore dell'Università di Montréal, Ian Goodfellow, pubblica un articolo intitolato "Generative Adversarial Network". Con questo articolo sarà ufficializzata la nascita delle GAN, Rete Generativa Avversaria, ossia una forma di apprendimento non supervisionato.

Come si è già detto precedentemente le GAN sono lo "strumento" che rende possibile la realizzazione di immagini, partendo da un database dato come input. Infatti, la GAN è composta da due reti neurali antagoniste che in un certo senso giocano l'una contro l'altro. Ma da dove nasce quest'idea?

Le reti neurali giungono a piena maturazione negli anni Ottanta e Novanta del Novecento e cominciano ad attirare la curiosità degli informatici soprattutto con la nascita della rete neurale chiamata Necognitron, messa a punto da Yann LeCun e altri presso i Bell Labs. Questa rete neurale era nata per poter riconoscere dei numeri in immagini *bitmap* in bianco e nero di piccole dimensioni che riproducevano cifre scritte a mano, per esempio su assegni bancari o altri supporti (LeCun, et al., 1989). Le aspettative erano molte: si pensava di riuscire a far classificare immagini di dimensioni maggiori e anche a colori, ma il sistema ha dovuto aspettare lo sviluppo di alcune innovazioni tecnologiche per veder compiuti questi risultati.

Da questa base, però, nasce la GAN, che Ian Goodfellow descrive con una metafora:

"Il modello generativo può essere pensato come una squadra di falsari che cerca di produrre banconote false e di usarle senza essere scoperti, mentre il modello discriminatorio è simile alla polizia, che cerca di rilevare la valuta contraffatta."

La competizione in questo gioco spinge entrambe le squadre a migliorare le proprie tecniche fino a quando le contraffazioni non sono più distinguibili dagli originali (Goodfellow, et al., 2014).

Infatti, la Rete Generativa Avversaria (*Figura 15*) è composta da due “intelligenze artificiali”. La prima, chiamata *Generator*, tende, appunto, a generare nuove immagini partendo dalle immagini che costituiscono il *training set* su cui è stato addestrato. Le immagini create saranno simili a quelle del *training set*, ma mai uguali.

Dall'altra parte, invece, abbiamo il *Discriminator*, che, a differenza del *Generator*, non crea le immagini, ma in qualche modo le “categorizza”, restituendo un numero compreso tra 0 e 1 a seconda della misura in cui ritiene che l'immagine di input sia “vera”. Difatti, l'input che riceve il *Discriminator* si basa sia sulle immagini del *training set*, sia su quelle create dal *Generator*, e il compito del *Discriminator* è riconoscere quelle generate dalla macchina, quindi quelle “false” (Pedrazzi, 2021).

Ovviamente sia il *Generator* che il *Discriminator* necessitano di un addestramento. Così facendo via via che il *Discriminator* migliora lentamente la sua capacità di distinguere le immagini reali da quelle prodotte dal *Generator*, il *Generator* a sua volta migliora lentamente la sua capacità di creare immagini in grado di ingannare il *Discriminator*, finché non si arriverà ad un punto di equilibrio (Castelle, 2020).

Vi è sempre una base di dati da cui parte tutto il lavoro ed è molto importante per la GAN. Se il training set è la “lingua”, la GAN conserverà sempre il relativo “accento”. Con ciò si esplica che i risultati saranno differenti dai dati di partenza, ma avranno sempre un collegamento che li riporterà a loro.

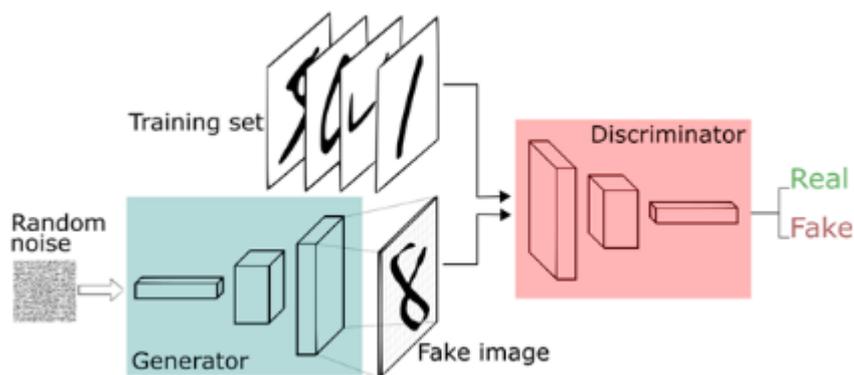


Figura 15 - Architettura base di una GAN

Con il passare degli anni le GAN sono state sempre più perfezionate. Nel 2018 è stato creato un BigGAN, che contiene ben 355, 7 milioni di parametri. Per usare le parole dell'AI Artist Mario Klingemann, il BigGAN “racchiude un intero universo in sé”. Ad oggi le GAN costituiscono uno strumento artistico, ma non solo. La creazione di immagini non si limita alle opere d'arte, perché le GAN possono creare anche ritratti di persone che non esistono, aiutando il riconoscimento facciale, ma anche incrementando il pericolo di *deepfake*.

Oltre ciò, le GAN, ultimamente, vengono usate anche per creare musica e immagini partendo da basi testuali. Questo metodo è chiamato per l'appunto *Text-to-image generation* (o *synthesis*), viene realizzato attraverso delle reti neurali chiamate vmCAN, ovvero *visual-memory Creative Adversarial Networks* e funziona generando immagini a seconda di alcune frasi narrative corrispondenti, dunque fondendo una memoria di conoscenza visiva esterna e ad una fusione multimodale di immagini.

Un esempio di ciò è la creazione di DALL-E da parte di OpenAI. Si tratta di una rete neurale che crea immagini partendo da una didascalia testuale espressa con linguaggio naturale e utilizzando un set di dati di coppie testo-immagine. Questa rete è in grado di creare immagini con all'interno più oggetti (e quindi più descrizioni nella didascalia), controllare la prospettiva e la tridimensionalità, creare delle sezioni o delle viste interne, dedurre dettagli non espressi (come, ad esempio, un'ombra all'interno di un dipinto), oltre ad avere conoscenze geografiche e temporali (<https://openai.com/blog/dall-e/>).

Nel 2022 è stata creata una nuova versione: DALL-E 2. Quest'ultima è in grado di creare modifiche all'interno di un'immagine data, oltre a dar vita ad immagini più realistiche e accurate, nonché con una risoluzione quattro volte migliore rispetto alla versione precedente (Figura 16) (<https://openai.com/dall-e-2/>).

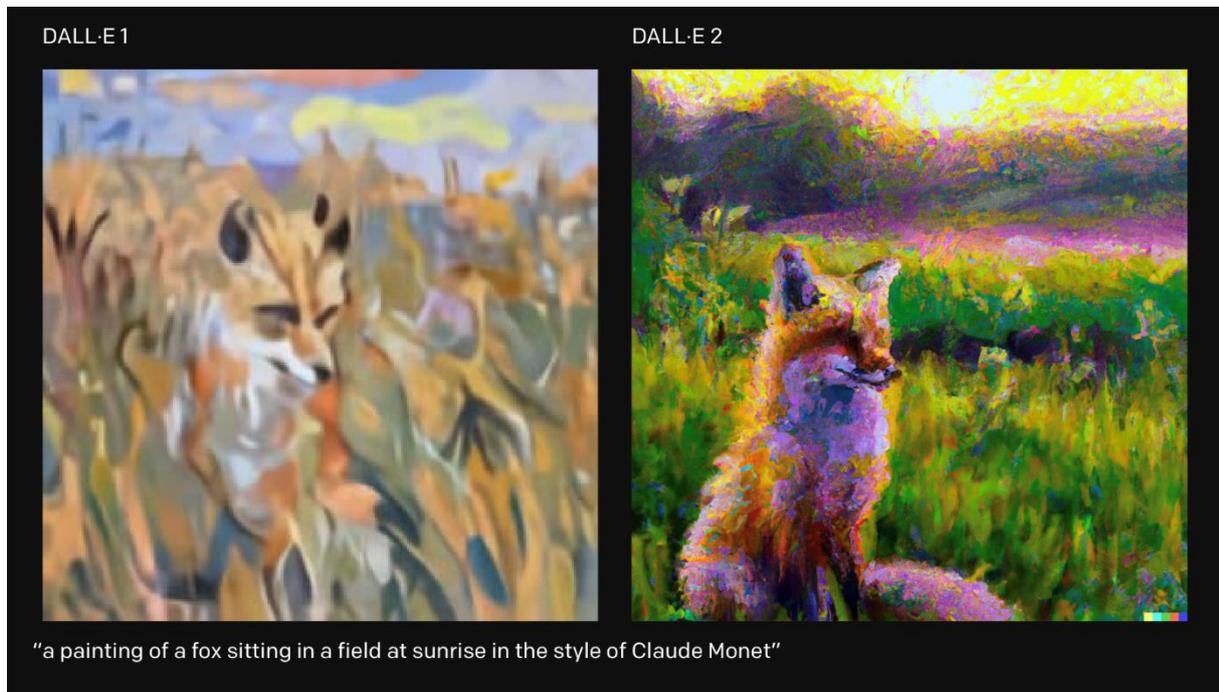


Figura 16 - Esempi di immagini create da DALL-E e DALL-E 2

Come abbiamo visto l'IA è in grado di creare vere e proprie immagini, di qualsiasi tipo, che siano dei dipinti o dei semplici schizzi.

In questo senso lo strumento delle GAN è un'innovazione che, se usata nel modo giusto, può portare dei risultati di gran lunga superiori alle aspettative.

In ambito artistico, molti artisti hanno già percepito il potenziale delle GAN e, attraverso le loro opere, ci mostrano i loro esperimenti e il loro modo di usufruirne.

4.3 GLI AI ARTIST

Negli ultimi anni il movimento dell'AI Art sta avendo un enorme successo e sono molti i protagonisti di questo *exploit*.

Di seguito saranno esposti alcuni tra i più famosi artisti che oggi usano l'Intelligenza Artificiale come strumento per la creazione di opere d'arte. Vedremo come ognuno di loro ne "personalizza" l'uso, combinando il loro bagaglio culturale e le loro capacità con le potenzialità della GAN. I risultati che sono nati da questi scambi artista/macchina, come vedremo, hanno molto di innovativo, ma guardano sempre anche al passato, creando un ponte tra ciò che è stato e ciò che sarà.

- *Mario Klingemann*

"Quando ascoltate qualcuno suonare il pianoforte vi chiedereste mai se l'artista è il pianoforte? No. E qui è la stessa cosa. Solo perché il meccanismo è più complicato non vuol dire che i ruoli cambino." (Mario Klingemann)

Mario Klingemann nasce nel 1970 in Germania. È uno dei pionieri dell'AI Art, unendo la mente analitica di un programmatore, il fervore creativo di un artista e un pizzico di scienziato pazzo. Le sue opere sono state esposte al MoMA e al Metropolitan Museum of Art di New York, alla Photographers' Gallery di Londra, allo ZKM Karlsruhe e al Centre Pompidou di Parigi. Klingemann ha ricevuto il British Library Labs Artistic Award 2016 e nel 2018 ha vinto il Lumen Prize Gold Award, dedicato alle opere d'arte realizzate con le nuove tecnologie. Nel 2020 è stato premiato con la Menzione d'Onore del Prix Ars Electronica (Pedrazzi, 2021).

Klingemann è guidato da un profondo desiderio di comprendere, mettere in discussione e sovvertire il funzionamento interno dei sistemi. Ha anche un profondo interesse per la percezione umana e la teoria estetica. Per sorprendere sé stesso e il suo pubblico, Klingemann esplora territori inesplorati per scoprire bellezze invisibili e idee ancora non pensate. Il suo lavoro è spesso ispirato dal superamento dei limiti e dal riproporre e ricombinare creativamente oggetti e sistemi per rivelarne le qualità nascoste. Klingemann tende a combinare anche diverse discipline, esplorando, oltre che l'arte visuale, anche

opere testuali e musicali. Si definisce “*addicted to surprise*” e nell’intervista fatta da Rebecca Pedrazzi (Pedrazzi, 2021) spiega cosa per lui è una sorpresa e quanto sia importante sorprendere il pubblico in ambito artistico. L’IA aiuta proprio in questo, poiché nella nostra mente abbiamo degli ideali artistici che con l’IA vengono smontati. Ed ecco quindi che entrando ad un museo e trovando delle AI *work of art* ci troviamo ad essere sorpresi e sarà questa la cosa che ci porterà a ricordarci di tale opera.

La prima tra le opere più famose è *Imposture Series* del 2017. L’opera è costituita da sei stampe, tra cui prevale *The Butcher’s Son* (Figura 17), opera che ha ricevuto il Lumen Prize nel 2018.

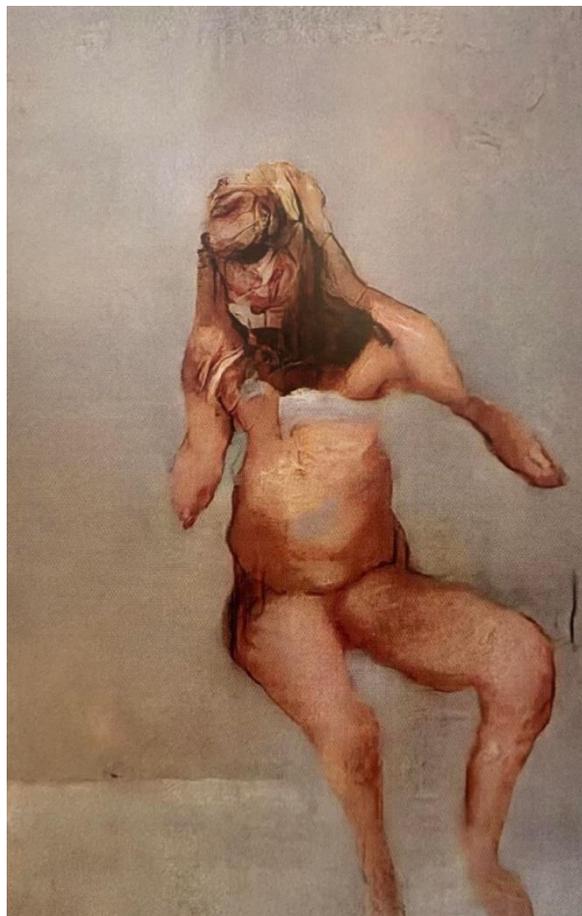


Figura 17 - *The Butcher's Son* - *Imposture Series*, Mario Klingemann, 2017. Stampa glicée con pigmenti minerali di lunga durata su carta di cotone

L’opera è stata spesso paragonata alle pitture distorte di Francis Bacon, che con il suo interesse per le mutilazioni e le lacerazioni, si può ritrovare in *The Butcher’s Son*. Ma

l'opera di Klingelmann fa un passo in più e si concentra su gli elementi "artefatti" provocati dall'IA. Infatti, l'intelligenza artificiale provoca delle anomalie visive che, però, possono costituire la parte più interessante dell'opera.

"Con la pellicola fotografica c'è la granulosità; nei video compaiono texture tipiche del formato jpg. Ora abbiamo le reti neurali, che producono queste complesse imperfezioni. Ho scoperto che mi piacciono. In questa serie ho cercato di appropriarmi di queste imperfezioni"

La creazione di questa serie è partita con un addestramento dell'IA attraverso immagini di corpi umani presi da internet, studiandone le posture e le caratteristiche più rilevanti. Utilizzando un metodo, denominato *transhancement*, ha poi definito l'opera aggiungendovi nuove informazioni ai contenuti a bassa risoluzione: come per la texture della pelle, dei capelli e di altre forme composte da pixel, rendendo il tutto più pittorico ed etereo. Ognuna delle sei opere che compongono la serie è stata scelta dall'artista tra oltre 50.000 immagini create dalla macchina (Klingemann, 2020).

Ma l'opera sicuramente più famosa di Klingemann è *Memories of Passersby I (Figura 18)*, creata nel 2018 e venduta all'asta da Sotheby's nel 2019.

L'opera consiste in un'installazione formata da due schermi collegati ad un mobile in legno di castagno realizzato su misura, il cui interno è occupato da un cervello artificiale, sviluppato e addestrato dall'artista utilizzando migliaia di ritratti che vanno dal XVII al XIX secolo. La differenza sostanziale rispetto alle precedenti opere realizzate attraverso l'IA è che *Memories of Passersby I* non contiene un vero e proprio database. Quindi, il cervello artificiale crea ritratti assolutamente inediti e sempre diversi. Il flusso delle immagini presentate non segue una coreografia prestabilita, ma costituisce l'esito dell'interpretazione che l'intelligenza artificiale dà del suo stesso output.

"Nel cuore, al centro di Memories of Passersby I vi è un feedback loop [...], nei quali di norma si ha un sistema complesso, ma in conclusione si reinserisce l'output del sistema nell'input. In questo modo si ottiene un circuito chiuso, ma poiché il sistema è complesso il risultato non può essere realmente previsto"



Figura 18 - Memories of Passersby I - Version Companion, Mario Klingemann, 2018. GAN multiple, due schermi, console realizzata a mano in legno di castagno che ospita il cervello dell'intelligenza artificiale

Con quest'opera il pubblico può avere un'esperienza unica e un'occasione per osservare come un'intelligenza artificiale "pensa". A differenza da altre opere, in cui la scelta finale era affidata all'artista, qui abbiamo una "creatività indipendente", che continuerà a dar vita a ritratti in eterno (Klingemann, 2020).

Una delle ultime opere realizzate da Klingemann prevede, invece, l'uso dei testi e delle parole. Intitolata *Appropriate Response* (Figura 19), è stata creata nel 2020. L'installazione è composta da un inginocchiatoio in legno e un espositore a ribalta diviso a parate, che mostra una selezione casuale di lettere in continuo cambiamento. Nel momento in cui una persona si inginocchia, comparirà una frase creata dalle reti neurali sul display. Le frasi che appariranno saranno sempre diverse. La rete neurale usata è GPT2 ed è stata addestrata su diversi testi, tra cui le enciclopedie, dei libri di poesie, ma anche ricettari, per un risultato finale di 60.000 citazioni. È un'installazione che ha in sé una riflessione sul potere della parola. Anche il fatto che sia presente un inginocchiatoio rimanda ad un'esperienza quasi sacra e contemplativa (Pedrazzi, 2021).

"Contesto e aspettativa sono al centro di quest'opera interattiva. Ogni spettatore partecipa all'opera d'arte, non solo inginocchiandosi, ma anche elaborando e

trasformando il testo mostrato sul display. Mentre Appropriate Response genera aforismi apparentemente coerenti, è lo spettatore umano che fornisce loro significato.”

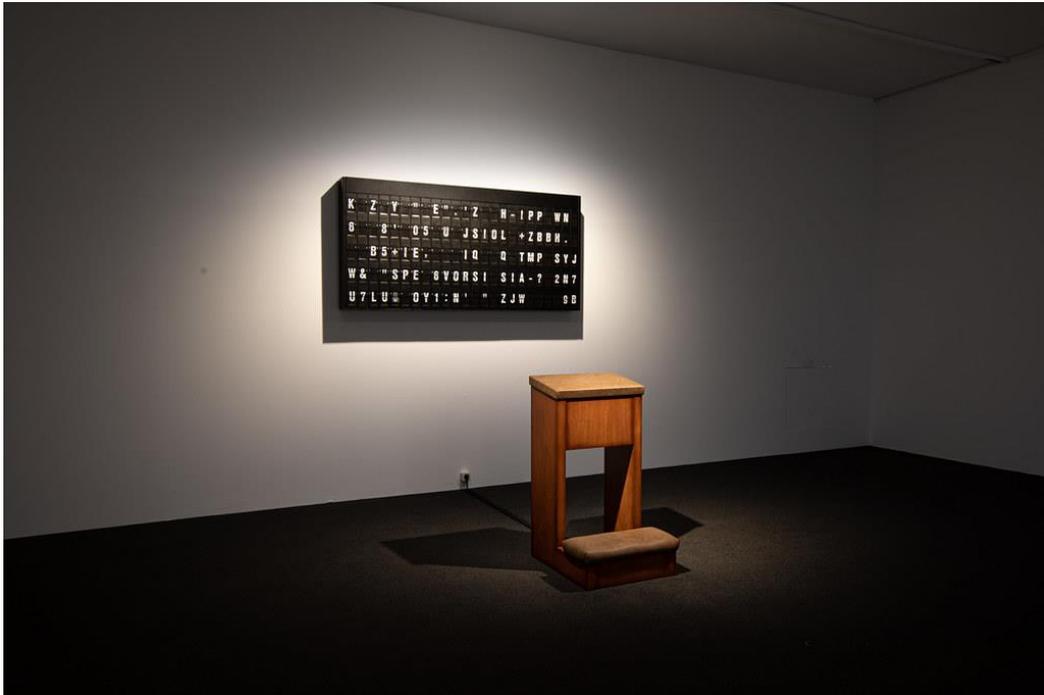


Figura 19 - Appropriate Response, Mario Klingemann, 2020

- *Anna Ridler*

Nata nel 1985 e cresciuta tra gli Stati Uniti e la Gran Bretagna, Anna è un'importantissima AI artist. Le sue opere sono state esposte al Victoria and Albert Museum e al Barbican Centre di Londra, al Centre Pompidou di Parigi, all'HEK Basel, allo ZKM Karlsruhe, all'Ars Electronica di Linz, allo Sheffield Documentary Festival e al Leverhulme Center for Future Intelligence a Cambridge. Nel 2019 ha vinto il DARE Art Prize e nello stesso anno ha ricevuto una Menzione d'Onore nel premio Ars Electronica Golden Nica per la categoria AI & Life Art.

La particolarità di questa straordinaria artista sta nella modalità di uso dell'IA. Come sappiamo la GAN deve essere addestrata attraverso un dataset iniziale. Molti artisti tendono a rifornire questo dataset di immagini reperibili sul web. La Ridler, invece, crea personalmente il suo *training set*, sostenendo che così facendo l'artista sia presente nell'intero processo creativo, e il risultato rispecchi di più la sua percezione delle cose. La sua "missione" è ricreare le idee insite nella sua mente, e con la GAN può riuscire ad esplorare dettagli che da sola non avrebbe notato.

“Il risultato è opera mia e al tempo stesso non lo è – è riconoscibile come mio, ma non è qualcosa che sarei stata in grado di realizzare da sola” (Ridler, 2020)

Una delle sue opere di maggior successo è *Fall of the House of Usher I* (Figura 20), film di animazione del 2017 della durata di 12 minuti. Si è ispirata al film del 1929, adattamento cinematografico del racconto scritto da Edgar Allan Poe nel 1839, che tratta di una casata decaduta. Anna Ridler ha realizzato 200 disegni a inchiostro per addestrare la GAN. Con i disegni la Ridler è riuscita a notare gli errori e le indecisioni che con la GAN vengono amplificati. Ad esempio, lei stessa ammette di che rappresenta gli occhi e sopracciglia in modo molto simile, così l'intelligenza artificiale ha fatto confusione tra i due. Creando un secondo *training set*, seguendo però come modello le immagini create dalla GAN, si è resa conto dell'incredibile difficoltà che vi era dietro: la logica del mondo reale c'era e non c'era, le ombre non erano esatte, le pieghe dei tessuti non cadevano come previsto. L'intelligenza artificiale ha iniziato a conoscere il suo stile, ma mettendo in luce anche degli “artefatti” non ancora notati dall'artista.

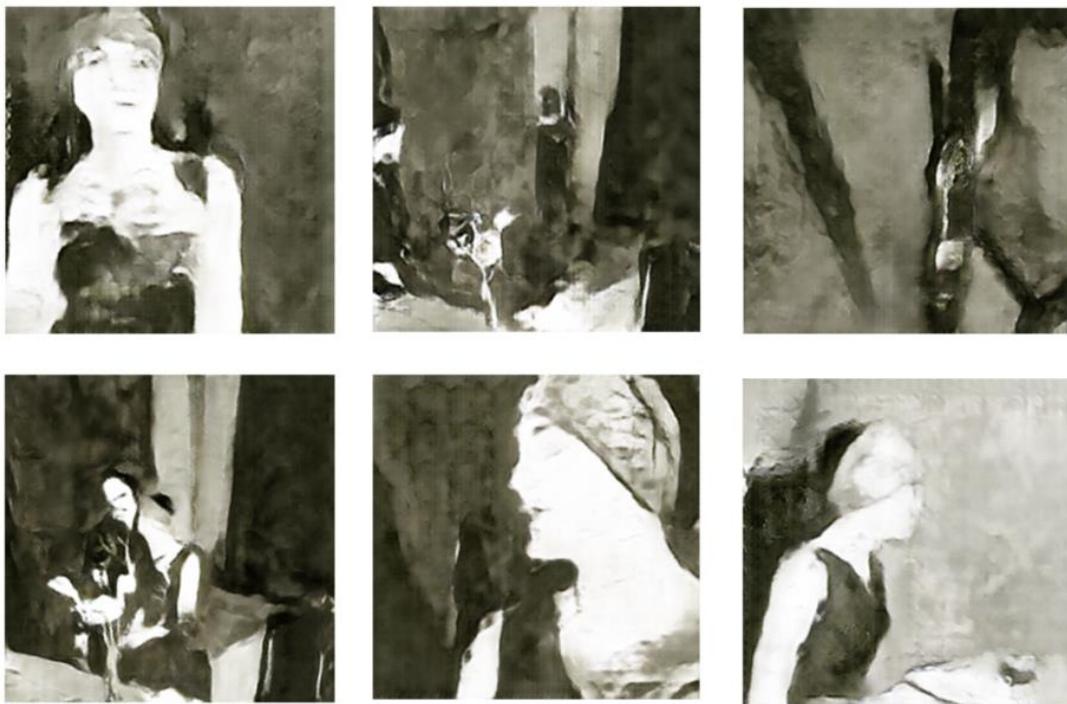


Figura 20 - Fall of the House of Usher I, Anna Ridler, 2017. Fotogrammi

Dalla creazione di questo video è nata anche un'altra opera: *Fall of the House of Usher II*, che raccoglie tutti i disegni ad inchiostro utilizzati come set di dati (Ridler, 2020).

Nel 2018 la Ridler crea un set di dati per un'installazione video che diventerà esso stesso un'opera. Si tratta di *Myriad (Tulips)* (Figura 21). È composta da migliaia di fotografie rappresentanti dei tulipani, scattate personalmente dall'artista nell'arco di tre mesi trascorsi ad Utrecht. L'installazione delle fotografie è di oltre cinquanta metri quadrati a simboleggiare il tempo e l'impegno affrontato da Anna Ridler, che in tutto ha scattato oltre diecimila fotografie.

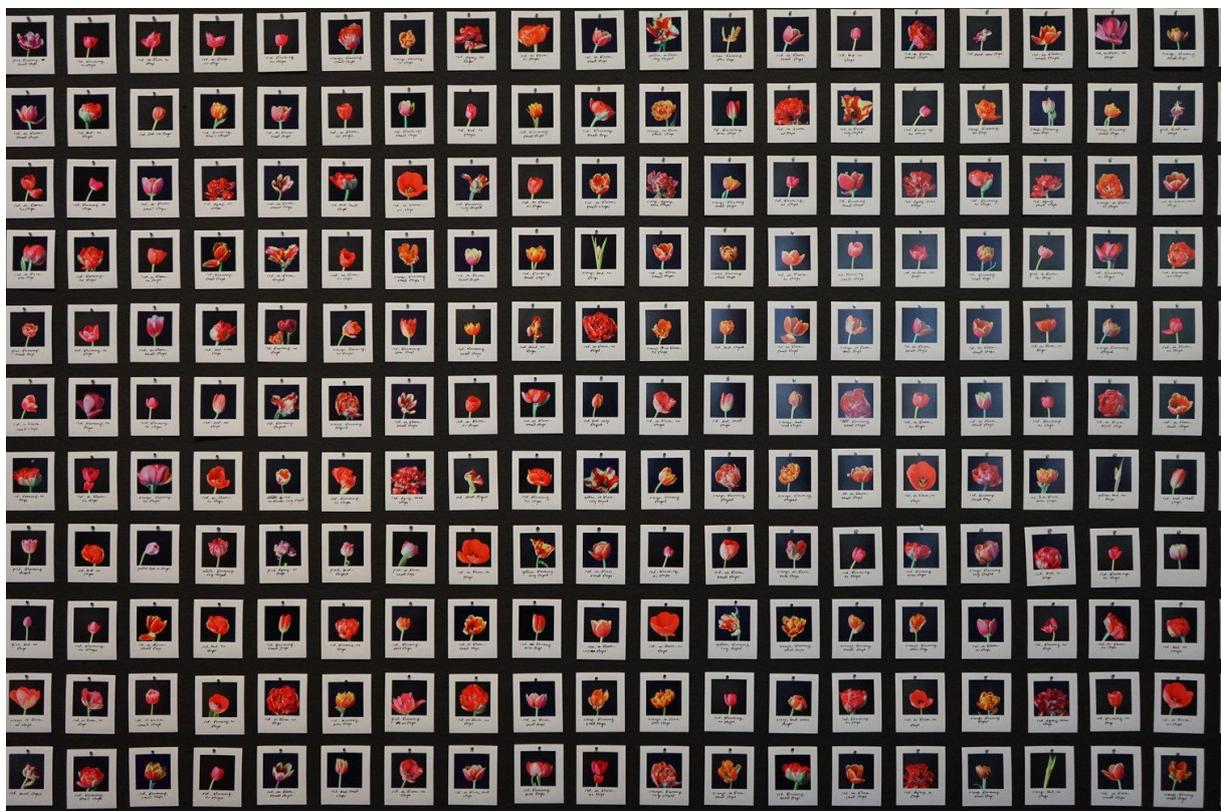


Figura 21 - *Myriad (Tulips)*, Anna Ridler, 2018. Stampe digitali C-type con annotazioni scritte a mano, vernice magnetica, calamite

Grazie alle fotografie di *Myriad*, Anna Ridler ha potuto creare due installazioni video: *Mosaic Virus* del 2018 e *Mosaic Virus* del 2019. Nella seconda installazione vi sono tre schermi in cui sono mostrati dei tulipani in continua fioritura. La fioritura rappresenta le fluttuazioni del valore dei bitcoin, grazie all'impiego dell'IA. La Ridler ha scelto non un soggetto qualunque: infatti, i tulipani stanno a rappresentare il fenomeno della bolla

speculativa avvenuta nel XVII secolo, anche detta Tulipomania, e la collega alla speculazione in corso sulle criptovalute (Pedrazzi, 2021).

- *Mauro Martino*

Per quanto riguarda l'Italia, vi è un artista internazionalmente conosciuto, che viene proprio dalla nostra penisola e ultimamente ha messo in luce proprio questa appartenenza alla nostra nazione con una creazione video su alcune tra le più importanti città d'Italia. Si tratta di Mauro Martino, pioniere anch'egli dell'AI Art, è anche fondatore e direttore del *Visual Artificial Intelligence Lab* presso IBM Research di Cambridge. Le sue opere e i suoi progetti sono stati presentati a festival come Ars Electronica, TEDx Cambridge THRIVE, RIXC Art Science Festival, TEDx Riga. Nel 2019 è riuscito a vincere il Webby People's Voice Award nella categoria NetArt grazie alla sua opera AI Portraits.

Artista, designer e scienziato, Martino ha molteplici sfaccettature che accompagnano le sue opere dall'ideazione alla creazione. Attento alle innovazioni e grande amante dell'IA, con questo "strumento" cerca di esplorare sempre più campi.

Già nel 2017 con una delle sue prime opere ha dato alla luce una scultura realizzata con l'uso dell'Intelligenza Artificiale in dimensione 3D. Vi è rappresentata la statua del David di Michelangelo, da cui riprende anche il nome. Simboleggia l'equilibrio tra la sperimentazione tecnologica e i canoni armonici della bellezza artistica, riprendendo anche lo stile delle sculture di Giacometti, rendendo, quindi, la scultura nei suoi punti essenziali.

"Qui introduciamo una GAN pix2pix modificata, che chiamiamo Vox2Vox, che è in grado di convertire tra loro diverse rappresentazioni 3D. In particolare, insegniamo a Vox2Vox a costruire una rete 3D come un modo astratto per rappresentare una scultura, una costruzione che chiamiamo Vox2Net. L'input di Vox2Net è una nuvola di punti della scultura 3D e il suo output sono nodi sferici e collegamenti tubolari che insieme imitano la forma astratta della scultura originale. Vox2Vox consente all'utente di convertire forme 3D in qualsiasi rappresentazione astratta della forma, nonché stili diversi utilizzando i dati di allenamento appropriati"

Nel 2019 Mauro Martino, insieme al ricercatore Luca Stornaiuolo, ha realizzato un'opera incentrata sui ritratti. *AI Portraits* (Figura 22) è un'applicazione dotata di Intelligenza Artificiale addestrata con dataset costituito da 45.000 ritratti di varie epoche diverse della storia dell'arte. L'applicazione è stata studiata per interagire con il pubblico. Infatti, lo spettatore ha la possibilità di scattarsi un selfie, il quale verrà rielaborato e trasformato in un'opera d'arte. Le immagini, di fatti, vengono trasformate in veri e propri ritratti. Il processo prevede che prima di tutto le fotografie vengano scomposte in varie componenti principali, come ad esempio capigliatura, occhi, naso, bocca ecc... Dopo ciò avviene una ricomposizione delle immagini a partire, però, dal dataset dato, quindi basato sui ritratti famosi della storia dell'arte. Si avranno, quindi, un ritratto completamente nuovo rispetto al selfie iniziale, in cui saranno mantenuti i tratti fondamentali, ma fondendoli con le caratteristiche pittoriche di opere d'arte della storia.



Figura 22 - AI Portraits, Mauro Martino, 2019. Alcuni esempi di ritratti creati dall'applicazione

Inizialmente l'applicazione è stata utilizzata su fotografie di personaggi famosi e celebrità. In seguito, è stata data la possibilità a chiunque di poterne usufruire. L'utente, quindi, che carica la propria foto, può vederla riprodotta nello stile dei grandi pittori della storia dell'arte. Non vi è ancora risposta sul perché la GAN decida di disegnare un volto con un determinato stile piuttosto che con un altro. L'ipotesi di Martino è che in alcuni casi, ad

esempio, se lo sfondo di riferimento è chiaro la rete neurale può scegliere di disegnare con matita e inchiostro (prendendo ispirazione da altri ritratti fatti in questo modo). Ovviamente, sono tutte teorie e lo stesso artista, come si nota, non può dare una risposta certa, trovandosi anche lui, spesso, ad essere sorpreso da come la GAN risponda (Spinato, 2020/2021).

Ultimamente Mario Martino ha dato vita ad un'opera di grande impatto sociale. L'opera in questione è *Strolling Cities – Visual Poetry generated by Artificial Intelligence* (<https://strollingcities.com/index.html#VoicetoCity>). Il lavoro, esposto alla XVII Biennale di Venezia, consta di un video dove è possibile vedere dieci città italiane (Milano, Como, Bergamo, Venezia, Genova, Roma, Catania, Palermo, Bologna e Firenze) in modo nuovo. *Strolling Cities* è il primo progetto che unisce AI generativa, voce umana, poesia e paesaggio urbano. A differenza dei lavori precedenti in questo caso Martino ha deciso cosa e come raccogliere i dati.

“La mia decisione di ricostruire le città italiane partendo da una collezione fatta in house nasce dal desiderio di costruire un linguaggio visivo, di avere più controllo sui modelli generativi. Non mi ero mai cimentato prima in questa impresa titanica. Nei miei precedenti progetti ho sempre dedicato tutte le mie forze all'architettura del modello e all'esperienza dell'utente. Facevo finta di non vedere il dataset, probabilmente ne avevo paura.” (Pedrazzi, 2021)

Quindi il *training set* non è stato creato con dati trovati su Internet, ma sono stati effettuati rilievi fotografici con macchinari collegati dal software MindEarth e un gps programmato, proprio per non avere a disposizione visioni tipiche delle città, ma per poter osservarne le vie caratteristiche, il vero cuore che nasconde ogni città. Quindi, ad esempio, vi è Roma, ma non vi è Piazza di Spagna. Altra cosa importante affrontata è stata la scelta della prospettiva di ripresa, studiata per dare la sensazione che sia la città ad avanzare intorno a te. Alle scelte estetiche è stata unita la parola, grazie alla tecnologia Voice-to-City, la quale permette di interagire con la macchina attraverso la voce. Viene a crearsi una nuova esperienza in cui l'AI mostra ciò di cui è stata “nutrita” attraverso la poesia e, quindi, la parola. Una *Visual Poetry* accompagnata da immagini fluttuanti di città, che non sembra di riconoscere (Capodiecì, 2021).

- *L'ultima frontiera dell'AI: l'artista-robot Ai-Da*

Viso da donna con bocca, naso, occhi e capelli neri, corpo da robot con braccia meccaniche, Ai-Da (Figura 23) è un robot umanoide a tutti gli effetti (<https://www.ai-darobot.com/>). Creato dal gallerista Aidan Meller nel febbraio del 2019, il suo nome è un omaggio a Ada Lovelace, figlia di Lord Byron, che agli inizi dell'Ottocento fu pioniera della moderna scienza dei computer.

La particolarità di questo robot umanoide è il fatto che crei dipinti, disegni e sculture, proprio come farebbe un vero e proprio artista. Non a caso Ai-Da ha già riscosso molto successo a livello internazionale esponendo in musei del calibro del Design Museum e del Victoria and Albert Museum di Londra. Lo scorso anno ha partecipato alla mostra di arte contemporanea organizzata nella Grande Piramide di Giza, "Forever is now". Ha imparato a disegnare presso l'Università di Oxford, dove nel 2019 si è tenuta anche la sua prima mostra "Unsecured Futures", dove la sua arte ha incoraggiato gli spettatori a pensare al nostro mondo in rapida evoluzione. Ed è proprio questo il messaggio che vuole dare questo robot-artista. Come afferma anche il creatore:

"I più grandi artisti della storia sono stati alle prese con il loro periodo di tempo, celebrando e mettendo in discussione i cambiamenti della società. Ai-Da Robot, in quanto tecnologia, è l'artista perfetto oggi per discutere l'attuale ossessione per la tecnologia e la sua eredità in dispiegamento" (Mazzoni, 2022)

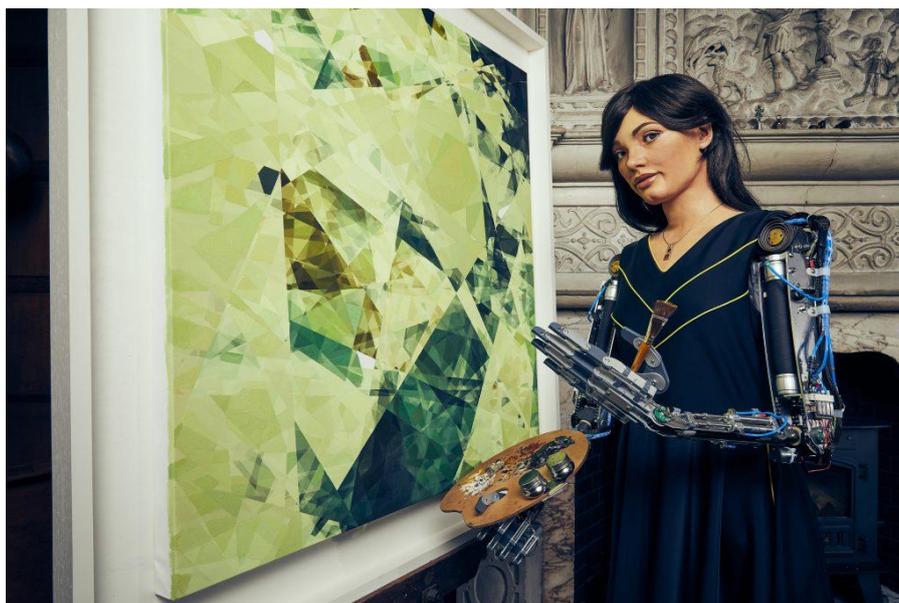


Figura 23 - Ai-Da con una sua opera. Foto di Nicky Johnson

Quest'anno è stata invitata a partecipare alla Biennale di Venezia con un'esposizione intitolata "Leaping into the Metaverse" presso il Concilio Europeo dell'arte. Con questa mostra vi è un implicito invito a riflettere sull'umanità e sull'Intelligenza Artificiale, accompagnata ampiamente da echi danteschi. Infatti, la prima installazione è "Flowers on the bank of the Lethe", caratterizzata da fiori stampati in 3D sulla base degli schizzi di Ai-Da. L'installazione ha lo scopo di ricordare le rive fiorite del fiume Lete, il fiume dell'oblio, nella Divina Commedia, ed è ispirata ai primi lavori di Alan Turing sull'intelligenza artificiale, che si aspettava fosse «qualcosa come la qualità sgradevole di fiori artificiali».

La mostra è poi caratterizzata da altri richiami alla Divina Commedia, come un ologramma di Ai-Da dal volto girato all'indietro che ricorda gli indovini del Purgatorio, o, ancora, degli autoritratti con gli occhi cuciti, i quali hanno lo scopo di ricordare al pubblico che la tecnologia è cieca e può essere pericolosa se utilizzata senza riguardo.

Al vernissage Ai-Da arriverà addirittura a interagire con il pubblico creando quattro ritratti dal vivo, grazie a una nuova protesi basata su robotica e avanzati algoritmi, che permettono, attraverso gli occhi, di dare veri e propri input (Ippolito, 2022).

Il creatore la definisce un'artista, ma anche un'opera d'arte concettuale. Con queste parole si può approfondire questo pensiero andando a sottolineare come la tecnologia può essere creatore e creazione, ma tutto deve essere calibrato e, magari, Ai-Da vuole farci capire proprio questo: l'interazione con la tecnologia è ormai avanzata nella nostra vita, ora bisogna solo capire come vogliamo utilizzarla.

4.4 LA CONSERVAZIONE DEGLI AI ARTWORKS

I restauratori sanno bene come agire di fronte a tele e pitture: studiano la tecnica, la composizione del colore, il marmo utilizzato, affrontano la problematica che gli si presenta d'avanti analizzando e poi agendo con tecniche dalle più classiche alle più innovative come il bio-restauro, usato nei capolavori di Michelangelo (<https://www.enea.it/it/Stampa/news/arte-da-archivio-enea-tre-batteri-per-il-restauro-delle-opere-di-michelangelo>). Ma quando ci si trova davanti alle nuove forme di

arte contemporanea, nel nostro caso opere create con l'intelligenza artificiale, ci si può trovare ad affrontare difficoltà di diverso tipo.

Gli AI artworks, come abbiamo visto, possono essere di vario genere: vi sono opere fisiche, come un dipinto o una scultura, che, quindi si possono avvalere delle tecniche già conosciute; vi sono lavori che condividono molto con l'arte digitale; e, infine, vi sono quelle opere che si basano su installazioni che procedono nel tempo a funzionare attraverso gli algoritmi, per creare sempre qualcosa di nuovo. Quest'ultima tipologia di AI artwork è la più problematica per quanto riguarda la conservazione.

Queste opere presentano una caratteristica, che può essere descritta con il termine obsolescenza, che sta ad indicare la perdita progressiva di efficienza, di accessibilità e di funzionalità di tale tipologia di opera, dal momento che è basata su delle tecnologie che con il passare del tempo saranno appunto obsolete e difficili da fruire.

Già negli anni passati ci si è trovati di fronte a questo dilemma: come intervenire, e se intervenire, per conservare un'opera generata per esempio da un algoritmo o racchiusa all'interno di un software?

Nel 1999 sarà il Guggenheim Museum ad affrontare per primo questo quesito, che ha portato alla creazione del *Variable Media Initiative* (<https://www.guggenheim.org/conservation/the-variable-media-initiative>). Le opere in questione appartenevano alla New Media Art. La soluzione trovata si basava su una nuova metodologia per preservare le opere nel tempo che non si focalizzava più sulle parti prettamente fisiche, ma anche sulla sua identità, sul metodo di funzionamento e sul suo messaggio.

Nel 2005 sarà La Tate Gallery e il New Art Trust a dare il via ad un progetto che porterà alla redazione delle linee guida per la cura delle opere d'arte digitali (*Guidelines for the care of media artworks*) (<http://mattersinmediaart.org/>).

Ma sarà nel 2012 che saranno effettivamente messe in pratica con la problematica che ha coinvolto "The World's First Collaborative Sentence", un'opera di Internet Lab creata da Douglas Davis e datata 1994. Si trattava di una specie di "blog" che in quegli anni aveva coinvolto molti utenti riscuotendo anche grande successo. L'opera è conservata al Whitney Museum of American Art e nel 2012 si decise di dare la possibilità al pubblico di poter fruire di nuovo di quest'opera. Ma il lavoro di Davis e la tecnologia usata erano ormai

inutilizzabili. Per poter rifruire della funzionalità di quest'opera l'unica cosa che si poteva fare era cambiare la tecnologia che stava alla base del lavoro, sostituendo quella degli anni '90. Alla fine, si decise di duplicare l'opera di Davis, lasciando intatta quella originale e creando, quindi, una nuova "opera" con un linguaggio attuale e funzionante.

Con AI artworks vi sono simili problematiche, ma, oggi, si ha più consapevolezza delle difficoltà che in futuro si potrebbero andare ad affrontare. Quindi, si è decretato di affrontare la conservazione di questo tipo di opere in modo del tutto nuovo. Per ogni opera che oggi viene creata, viene discussa la propria conservazione direttamente con l'artista, il quale da delle linee guida da seguire per lasciare intatto il significato e l'intento che è racchiuso all'interno dell'opera. Ecco come l'aspetto fisico delle opere passa in secondo piano e si dà più spazio al valore immateriale che ha l'opera. Ciò non toglie che, ovviamente, si cercherà di mantenere la parte fisica dell'opera più intatta possibile.

Questo approccio è quello che è stato scelto per la conservazione di opere come *Memories of Passersby I* di Mario Klingemann, il quale ha collaborato con Julia Betancor, *head* del Media Art Conservation Lab di Madrid (Pedrazzi, 2021).

Con la documentazione che si è venuta a creare, attraverso le importanti indicazioni dell'artista, in futuro si avrà la possibilità di mantenere intatto prima di tutto il pensiero che l'artista voleva comunicare, così da avere la possibilità di poter fruire di ciò che oggi si è creato per più tempo possibile.

CONCLUSIONI

Il presente elaborato si è posto l'obiettivo di elencare, cercando di riunire più progetti possibili, e analizzare tutti i possibili utilizzi che l'Intelligenza Artificiale può avere all'interno del mondo dei beni culturali e dell'arte.

Come si è visto, le potenzialità dell'IA sono innumerevoli e spaziano dal riconoscimento di testi antichi a quello di dipinti falsi, fino al supporto nella fruizione attraverso robot e chatbot e all'analisi del gradimento estetico dei dipinti. Può essere una fonte di studio per nuove scoperte artistiche, grazie alla ormai avviata digitalizzazione, ma è anche "macchina" per la creazione di nuove opere d'arte. Tutto ciò sottolinea come in ogni ambito dei beni culturali, sia sorta una collaborazione che fino a pochi anni fa era impensabile.

L'IA sta ricoprendo sempre più un ruolo di rilievo all'interno del mondo culturale e il mondo culturale, dal canto suo, sta aprendo le porte alle nuove tecnologie, riconoscendo in esse del potenziale per potersi reinventare con nuove modalità di tutela, valorizzazione e fruizione.

Questi obiettivi, punti cardine per il mondo dei beni culturali, come è stato ampiamente messo in luce, sono più facilmente raggiungibili con questi nuovi strumenti, superando i preconcetti che spesso si vengono a creare e adoperandoli nel modo adeguato.

L'IA è uno strumento che può portare a grandi risultati, ma concedendogli il giusto spazio, adeguato a poter aiutare le istituzioni nella modalità migliore.

Oltre ciò, la creazione di un movimento artistico a tutti gli effetti fa comprendere a pieno come l'Intelligenza Artificiale ormai sia entrata a far parte del mondo dell'arte, condizionandone le scelte degli artisti che hanno deciso di adoperarla. Le creazioni degli Ai Artist possono essere definite opere d'arte, trovandosi all'interno di un mondo in cui il campo di ciò che consideriamo "arte" si è molto esteso e si concentra più sul "come è stato fatto" piuttosto che su "cosa è stato fatto".

I risultati dei vari studi e progetti analizzati fanno dedurre come l'uso dell'IA all'interno del mondo culturale porti a dei risvolti positivi, in cui il lato umano, attivo in questo settore, si trova ad essere agevolato e aiutato dall'Intelligenza Artificiale.

L'influenza dell'IA nel mondo dell'arte e dei beni culturale è ormai un processo avviato, venendo addirittura a creare una nuova area di ricerca in cui Intelligenza Artificiale e arte si incontrano. Tale area di ricerca può essere sintetizzata con la definizione di "Informatica Umanistica".

Così facendo il confine tra materie scientifiche e materie umanistiche si sta rendendo sempre più labile. Le scoperte scientifiche, come lo sviluppo dell'IA e del *machine learning*, si intrecciano con le conoscenze umanistiche e le aiutano a sopravvivere nella società contemporanea.

In conclusione, questa cooperazione tra l'IA e i beni culturali, sperando che sia resa sempre più forte, potrà portare all'ottenimento di risultati di gran lunga maggiori rispetto a quelli ottenuti fino ad ora.

BIBLIOGRAFIA

- Ahmed, E., Liu, B., Elhoseiny, M., & Mazzone, M. (2017). CAN: Creative adversarial networks, generating "art" by learning about styles and deviating from style norms. *arXiv preprint arXiv*.
- Another Reality. (2021). Il propagarsi delle esperienze immersive nei beni culturali. Tratto da <https://www.anothereality.io/il-propagarsi-delle-esperienze-immersive-nei-beni-culturali/?lang=it>
- Antinucci, F. (2007). *Musei Virtuali. Come non fare innovazione tecnologica*, Laterza.
- ARTE.it. (2021). Dante a Palazzo Reale. *ARTE.it*. Tratto da <https://www.arte.it/calendario-arte/napoli/mostra-dante-a-palazzo-reale-81973>
- Assael, Y., Sommerschild, T., & Prag, J. (2019). Restoring ancient text using deep learning: a case study on Greek epigraphy. *Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*. Hong Kong. Tratto da <https://aclanthology.org/D19-1668.pdf>
- Assel, Y., Sommerschild, T., Shillingford, B., Bordbar, M., Pavlopoulos, J., Chatzipanagiotou, M., . . . de Freitas, N. (2022, Marzo 9). Restoring and attributing ancient texts using deep neural networks. *Nature*. Tratto da <https://www.nature.com/articles/s41586-022-04448-z.pdf>
- Bailey, J. (2019, Settembre 12). Can AI Art Authentication Put An End To Art Forgery? *Artnome*. Tratto da <https://www.artnome.com/news/2019/9/12/can-ai-art-authentication-put-an-end-to-art-forgery>
- Barale, A. (2020). A hideway in the westlands: nuove sfide filosofiche dell'AI art. In A. Barale, *Arte e Intelligenza Artificiale. Be my GAN*. Milano: Jaca Book srl.
- Basili, G. (2022, Gennaio 30). Ora l'intelligenza artificiale e il machine learning servono a smascherare le opere d'arte false. *Artribune*. Tratto da <https://www.artribune.com/progettazione/new-media/2022/01/ora->

l'intelligenza-artificiale-e-il-machine-learning-servono-a-smascherare-le-opere-d'arte-false/

Boden, M. (2009). Computer models of creativity. *AI Magazine*.

Boiano, S., Cuomo, P., & Gaia, G. (2016). Real-time Messaging Platforms for Storytelling and Gamification in Museums: A case history in Milan. *Electronic Visualisation and the Arts*. Londra.

Bollo, A. (2016). Audience development e audience engagement. Prospettive e sfide in Italia e in Europa. In V. C. Lida Branchesi (A cura di), *Comunicare il museo oggi : dalle scelte museologiche al digitale*. Milano: Skira.

Bonacasa, N. (2011). *Il museo on line. Nuove prospettive per la museologia*. Palermo: Oadi.

Caldato, C. (2019, Novembre 6). L'Ultima Cena di Leonardo da Vinci, tra arte e neuroscienze. *TSW*. Tratto da <https://www.tsw.it/journal/progetti/lultima-cena-di-leonardo-da-vinci-tra-arte-e-neuroscienze/>

Capodici, G. (2021, Giugno 9). Strolling Cities: c'è poesia nell'AI. *Interni Magazine*. Tratto da <https://www.internimagazine.it/approfondimenti/strolling-cities-mauro-martino/>

Carcia, G., Alessandro, C., & Gamper, C. (2019). Tecnologie digitali nei musei: realtà aumentata, apprendimento e audience. *Form@re*.

Castellano, G., & Vessio, G. (2021). *A deep learning approach to clustering visual arts*. Tratto da <https://arxiv.org/pdf/2106.06234.pdf>

Castellano, G., Lella, E., & Vessio, G. (2021). *Visual link retrieval and knowledge discovery in painting datasets*. Tratto da <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11042-020-09995-z.pdf>

Castellano, G., Sansaro, G., & Vessio, G. (2021). *Integrating Contextual Knowledge to Visual Features for Fine Art Classification*. Tratto da <https://arxiv.org/pdf/2105.15028.pdf>

Castelle, M. (2020). La vita sociale delle reti antagoniste generative (GAN). In A. Barale, *Arte e Intelligenza Artificiale. Be my GAN*. Milano: Jaca Book srl.

- Castellucci, D. (2018). Il "divertissement" di Orf Quarenghi alla mostra su Pollock a Roma. *Digital Performance*. Tratto da <https://www.annamonteverdi.it/digital/il-divertissement-interattivo-di-orf-quarenghi-alla-mostra-su-pollock-al-vittoriano/>
- Chiari, I. (2007). *Introduzione alla linguistica computazionale*. Bari, Laterza.
- Coccoluto, M. (2019). La cultura a parole. Riflessioni sul patrimonio culturale e la comunicazione. In E. Zanini, G. Volpe, M. Modolo, & S. Pallecchi (A cura di), *Una lezione di archeologia globale. Studi in onore di Daniele Manacorda*. Bari: Edipuglia.
- Coccoluto, M. (2019). La cultura a parole. Riflessioni sul patrimonio culturale e la comunicazione. In M. M. al. (A cura di), *Una lezione di archeologia globale. Studi in onore di Daniele Manacorda*. Bari: Edipuglia.
- Colombo, M. E. (2017). Musei e digitale. Intervista a Silvio Salvo della Fondazione Sandretto. Tratto da <https://www.artribune.com/progettazione/new-media/2017/07/musei-digitale-intervista-silvio-salvo-social-mediaf-manager-ondazione-sandretto-torino/>
- Commissione Europea. (2005). *Progetto Minerva*. Tratto da <http://www.minervaeurope.org/>
- Costacurta, M. (2020, Novembre 17). Storia della Robotica: origini e sviluppi. *Macchina Sociale*. Tratto da <https://www.macchinasociale.com/storia-della-robotica/>
- Csíkszentmihályi, M. (1991). Notes on Art Museum Experiences. In J. W. Leilani Duke (A cura di), *Insights: Museums, Visitors, Attitudes, Expectations: A Focus Group Experiment*. Santa Monica Cal.: Getty Center for Education in the Arts and J.Paul Getty Museum.
- D.L. 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio". (s.d.).
- D.M. n.113. (2018, Febbraio 21). Adozione dei livelli minimi uniformi di qualità per i musei e i luoghi della cultura di appartenenza pubblica e attivazione del Sistema museale nazionale.
- Deloitte. (2021). *Il mercato dell'arte e dei beni da collezione. Speciale "Lo stato dell'arte ai tempi del Covid-19"*. Report. Tratto da

https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/it/Documents/strategy/PrivateBrochure/ArtFinanceReport2021_Deloitte.pdf

Direzione generale Musei. (2019). Piano Triennale per la Digitalizzazione e l'Innovazione dei Musei. Tratto da <http://musei.beniculturali.it/wp-content/uploads/2019/08/Piano-Triennale-per-la-Digitalizzazione-e-l%E2%80%99Innovazione-dei-Musei.pdf>

Elgammal, A., Kang, Y., & Den Leeuw, M. (2017). Picasso, Matisse, or a Fake? Automated Analysis of Drawings at the Stroke Level for Attribution and Authentication. *32nd AAAI conference on Artificial Intelligence*. New Orleans. Tratto da <https://arxiv.org/pdf/1711.03536.pdf>

ENEA. (2021, Giugno 10). Beni culturali: al via il progetto ShareArt per "misurare" il gradimento delle opere d'arte con l'intelligenza artificiale. Tratto da <https://www.enea.it/it/Stampa/news/beni-culturali-al-via-il-progetto-shareart-per-misurare-il-gradimento-delle-opere-d2019arte-con-l2019intelligenza-artificiale>

European Commission. (2018). *A New European Agenda for culture*. Bruxelles. Tratto da <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0267&from=EN>

European Commission. (2019). *White Paper on Artificial Intelligence: a European approach to excellence and trust*. Tratto da https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf

Falcone, A. (2018). Dal blog ai social. Una strategia digitale integrata per la narrazione archeologica. In A. F. D'Eredità, & A. F. D'Eredità (A cura di), *Archeosocial. L'archeologia riscrive il web. Esperienze, strategie e buone pratiche*. Rende (CS) : Dielle Editore.

Gaia, G., Boiano, S., & Borda, A. (2019). Engaging Museum Visitors with AI: The Case of Chatbots. In T. Giannini, & J. P. Bowen, *Museums and Digital Culture. New Perspectives and Research*.

- Gallese, V., Migone, P., & Eagle, M. N. (2006). La simulazione Incarnata: i neuroni specchio, le basi neurofisiologiche dell'interosgettività e alcune implicazioni per la psicoanalisi. *Psicoterapia e scienze umane*.
- Giupponi, L. (2012). Arte e Tecnologia: influenze, rapporti, fusioni, prospettive. *Scienza in rete*. Tratto da <https://www.scienza in rete.it/contenuto/articolo/arte-e-tecnologia-influenze-rapporti-fusioni-prospettive>
- Gombrich, E. (1960). *Art and Illusion. A Study in the Psychology of Pictorial Representation*. Torino: Einaudi.
- Goodfellow, I. J., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., . . . Bengio, Y. (2014). Generative Adversarial Networks.
- Grand View Research. (2021). *Chatbot Market Size, Share & Trends Analysis Report By End User, By Application (Bots For Service, Bots For Marketing), By Type (Standalone, Web-based), By Product Landscape, By Vertical, And Segment Forecasts, 2021 - 2028*. Report.
- Griggio, S. (2022, Marzo 27). Itaca, così l'intelligenza artificiale può riscrivere il passato: "Potremo rivoluzionare il modo in cui studiamo e scriviamo la storia dell'umanità". *Il Fatto Quotidiano*. Tratto da <https://www.ilfattoquotidiano.it/2022/03/27/itaca-cosi-lintelligenza-artificiale-puo-riscrivere-il-passato-potremo-rivoluzionare-il-modo-in-cui-studiamo-e-scriviamo-la-storia-dellumanita/6538556/>
- Guenzi, M. (2014, Dicembre 1). Anomalie del mercato dell'arte contemporanea: il meccanismo di formazione dei prezzi. *Economia & Diritto*. Tratto da <https://www.economiaediritto.it/anomalie-del-mercato-dellarte-contemporanea-3-il-mechanismo-di-formazione-dei-prezzi/>
- Iacovone, M. (2019, Maggio 4). Borbot, il chatbot a servizio dei turisti. *IAGOVES2020*.
- ICOM. (2007). Definizione di Museo di ICOM. Tratto da <https://www.icom-italia.org/definizione-di-museo-di-icom/>
- ICOM. (2019). *La proposta italiana per la Definizione di Museo*. Tratto da <https://www.icom-italia.org/eventi/la-proposta-italiana-per-la-revisione-della-definizione-di-museo/>

- Intelligenza Artificiale Italia. (2020). Quali Sono i Tipi di Intelligenza Artificiale ? Debole, Generale, e Super Intelligenza Artificiale. Tratto da <https://www.intelligenzaartificialeitalia.net/post/quali-sono-i-3-tipi-di-intelligenza-artificiale-debole-generale-e-super-intelligenza-artificiale>
- Intesa San Paolo Innovation Center & IMT School for Advanced Studies Lucca. (2018). *Innovation Trend Report - Neuroscience Impact. Brain and Business*. Tratto da https://group.intesasanpaolo.com/content/dam/portalgroupportalgroup/repository-documenti/20181206_Neuroscience%20Impact%20ITA.pdf
- Ippolito, L. (2022, Aprile 4). Ai-Da, a Venezia la robot-artista con ritratti e opere ispirate a Dante. *Corriere della sera*. Tratto da <https://www.corriere.it/video-articoli/2022/04/04/ai-da-veneziana-robot-artista-ritratti-opere-ispirate-dante/1ef0e378-b438-11ec-a8ea-1989748a429c.shtml>
- ISTAT. (2018). *Internet@Italia 2018. Domanda e offerta di servizi online e scenari di digitalizzazione*.
- ISTAT. (2019). *Conoscere il mondo della disabilità. Persone, relazioni, istituzioni*. Report.
- ISTAT. (2019). L'Italia dei musei. Tratto da https://www.istat.it/it/files/2019/12/LItalia-dei-musei_2018.pdf
- Ji, F., McMaster, M. S., Schwab, S., Singh, G., Smith, L. N., Adhikari, S., . . . Singer, K. D. (2021). Discerning the painter's hand: machine learning on surface topography. *Heritage Science*. Tratto da <https://heritagesciencejournal.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40494-021-00618-w.pdf>
- Kandel, E. (2017). *Arte e Neuroscienze. Le due culture a confronto*. Milano: Raffaello Cortina Editore.
- Kandinskij, V. (1912). *Lo spirituale nell'arte*.
- Klingemann, M. (2020). Imposture Series. In A. Barale, *Arte e Intelligenza Artificiale. Be my GAN*. Milano: Jaca Book srl.
- Klingemann, M. (2020). Memories of Passersby I. In A. Barale, *Arte e Intelligenza Artificiale. Be my GAN*. Milano: Jaca Book srl.

- La Trofa, F. (2022). Intelligenza artificiale: cos'è, a cosa serve, esempi di applicazione. *Tech4future*. Tratto da <https://tech4future.info/intelligenza-artificiale-cose-applicazioni/#7-machine-learning->
- Lambert, C. (2004). *Pagine di pietra. Manuale di epigrafia latino-campana tardoantica e medievale*. Fisciano: CUES.
- Lavecchia, V. (2021). Differenza tra deep learning e rete neurale. *Informatica e Ingegneria Online*. Tratto da <https://vitolavecchia.altervista.org/differenza-tra-deep-learning-e-rete-neurale/>
- Laws, A. L. (2015). *Museum Websites and Social Media*. Berghahn Book.
- LeCun, Y., Boser, B. E., Denker, J. S., Henderson, D., Howard, R. E., Hubbard, W. E., & Jackel, R. E. (1989). Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition. *Neural Comput.*
- Lettere, I. (2021, Ottobre 8). Così l'intelligenza artificiale ha recuperato i capolavori di Klimt distrutti dalla guerra. *Fanpage*. Tratto da <https://tech.fanpage.it/cosilintelligenza-artificiale-ha-recuperato-i-capolavori-di-klimt-distrutti-dalla-guerra/>
- Londei, M. (2019). La storia della realtà virtuale. *Close-up Engineering*. Tratto da <https://systemscue.it/realta-virtuale-storia/14375/>
- Macauda, A., & Panciroli, C. (2018). Ambienti virtuali e aumentati per valorizzare l'arte e il patrimonio. In A. Luigini, & C. Panciroli, *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*. Milano: FrancoAngeli.
- Mainetti, S. (2020). Riprodurre quadri famosi è la nuova tendenza su Instagram. *Artuu*. Tratto da <https://www.artuu.it/81598/>
- Mandarano, N. (2019). *Musei e media digitali*. Roma: Carrocci Editore.
- Manovich, L. (2019). *AI Aesthetics*. Moscow: Strelka Press.
- Mazzone, M. (2020). Le GAN e la questione della creatività nell'arte e nell'intelligenza artificiale. In A. Barale, *Arte e Intelligenza Artificiale. Be my GAN*. Milano: Jaca Book srl.

- Mazzoni, G. (2022, Aprile 4). La Biennale di Venezia apre le porte ai robot. Attesa la partecipazione dell'umanoide Ai-Da e le sue performance. *Insideart*. Tratto da <https://insideart.eu/2022/04/04/ai-da/>
- McAndrew, C. (2021). *The Art Market 2021, The Art Basel & UBS Global Art Market Report*.
- MIBAC. (2014, Dicembre 23). D.M., Organizzazione e funzionamento dei musei statali. p. art.1.
- Montagna, L. (2018). *Realtà virtuale e Realtà aumentata. Nuovi media per nuovi scenari di business*. Torino: Hoepli.
- Monti, S. (2019). Il destino delle audioguide. *Artribune*. Tratto da <https://www.artribune.com/professioni-e-professionisti/politica-e-pubblica-amministrazione/2019/08/musei-audioguide-editoriale-stefano-monti/>
- Morena, D. (2018, Giugno 12). IRIS+ Part One: Designing + Coding a Museum AI. *CENTER FOR THE FUTURE OF MUSEUMS BLOG*. Tratto da <https://www.aamus.org/2018/06/12/iris-part-one-designing-coding-a-museum-ai/>
- Mu.Sa. (2017). *Musei del futuro. Competenze digitali per il cambiamento e l'innovazione in Italia*. Report.
- Mu.Sa. (2017). *Museum professionals in the digital era. Agent of change and innovation*. Report.
- Obvious. (2020). La Famille de Belamy e i Sogni elettici di Ukiyo: reinterpretazioni e accelerazioni. In A. Barale, *Arte e Intelligenza Artificiale. Be my GAN*. Milano: Jaca Book.
- Osservatori.net Digiale Innovation. (2021). Computer Vision: definizione, funzionamento e applicazioni. Tratto da https://blog.osservatori.net/it_it/computer-vision-definizione-applicazioni
- Osservatorio Innovazione Digitale del Politecnico di Milano. (2021). *L'innovazione digitale nei musei italiani nel 2021*.
- Paolini, D. B. (2005). ICT per i beni culturali. Esempi di applicazione. In *<Mondo digitale> n.3*.

- Pattuglia, S. (2018). Marketing e Millennials: Analisi e strategie di marketing e comunicazione per attrarre e conquistare i giovani consumatori. In V. M. (A cura di), *Millennials e Cultura nell'era digitale. Consumi e progettualità culturale tra presente e futuro*. Venezia: Marsilio.
- Pedrazzi, R. (2021). *Futuri possibili scenare d'Arte e Intelligenza Artificiale*. Milano: Jaca Book.
- Piccinino, M. (2007). *Il progetto MINERVA: tra digitalizzazione e qualità dei siti web di contenuto*. Roma: Biblioteca di Storia Moderna e Contemporanea di Roma.
- Ridler, A. (2020). Set di dati e decadenza: Fall of the House of Usher. In A. Barale, *Arte e Intelligenza Artificiale. Be my GAN*. Milano: Jaca Book srl.
- Rossi, L. (2021). Covid Art Museum. Nasce su Instagram il museo della pandemia. *Artribune*. Tratto da <https://www.artribune.com/arti-visive/arte-contemporanea/2021/08/covid-art-museum-instagram-pandemia/>
- Samis, P. (2008). The Exploded Museum. In K. W. L. Tallon (A cura di), *Digital Technologies and the Museum Experience*. Lanham- Plymouth: Altamira Press.
- Signorelli, A. D. (2021, Marzo 5). L'arte dell'Intelligenza Artificiale. *Il Tascabile*. Tratto da <https://www.iltascabile.com/scienze/intelligenza-artificiale-arte/>
- Simeone, M. F. (2021, Giugno 24). La Ronda di Notte di Rembrandt restaurata dall'Intelligenza Artificiale. *Exibart*. Tratto da <https://www.exibart.com/arte-moderna/la-ronda-di-notte-di-rembrandt-restaurata-dall-intelligenza-artificiale/>
- Sinem, A., & Steels, L. (2021). Identifying centres of interest in paintings using alignment and edge detection. Case studies on works by Luc Tuymans. *International Workshop on Fine Art Pattern Extraction and Recognition (FAPER 2020). Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition (ICPR) Part III. LNCS 12663*. Berlino.
- Sinem, A., Vascon, S., & Pelillo, M. (2019). Two sides of the same coin: Improved ancient coin classification using Graph Transduction Games. *Elsevier*.
- Solima, L. (2011). Social network: verso un nuovo paradigma per la valorizzazione della domanda. *Sinergie n. 82/10*.

- Solima, L. (2018). *Management per l'impresa culturale*. Roma: Carrocci.
- Spinato, C. (2020/2021). *Arte e Intelligenza Artificiale nell'era dei deepfake*. Tesi di Laurea.
- Studio Azzurro. (2011). *Musei di narrazione. Ambienti, percorsi interattivi e altri affreschi multimediali*. Silvana Editore.
- Veltri, A. R., & Ferrari, S. (2007). *L'approccio esperienziale ai beni culturali come strumento di differenziazione dell'offerta turistica*.
- Visconti, A. (2020). *Contraffazione di opere d'arte e posizione del curatore d'archivio. Aedon*.
- We Are Social. (2021). *Digital 2021 - I dati italiani*. Report. Tratto da <https://wearesocial.com/it/blog/2021/02/digital-2021-i-dati-italiani/>
- We Are Social. (2022). *Digital 2022: Global Overview Report*. Report. Tratto da <https://wearesocial.com/it/blog/2022/01/digital-2022-i-dati-globali/>
- Weizenbaum, J. (1966, Gennaio). ELIZA A Computer Program For the Study of Natural Language Communication Between Man And Machine. *Communication of the ACM*, 9(1). Tratto da <https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/365153.365168>
- Zeki, S. (2003). *La visione dall'interno. Arte e Cervello*. Torino: Bollati Boringhieri.

SITOGRAFIA

<http://mattersinmediaart.org/>.

<http://recognition.tate.org.uk/#intro>.

<https://art-recognition.com/>.

<https://artsandculture.google.com/>.

https://blog.osservatori.net/it_it/intelligenza-artificiale-funzionamento-applicazioni.

<https://duomo.firenze.it/it/home>.

<https://it.wikipedia.org/wiki/Audioguida>. "Audioguida". *Wikipedia*. Tratto da
<https://it.wikipedia.org/wiki/Audioguida>

https://it.wikipedia.org/wiki/Chat_bot.

<https://mauamuseum.com/>.

<https://openai.com/blog/dall-e/>.

<https://openai.com/dall-e-2/>.

<https://strollingcities.com/index.html#VoicetoCity>.

<https://wondeur.ai/>.

<https://www.ai-darobot.com/>.

<https://www.annefrank.org/en/>.

<https://www.artrights.me/>.

<https://www.braincontrol.eu/>.

<https://www.braincontrol.eu/news-2/braincontrol-avatar-in-anteprima-mondiale-al-museo-del-santa-maria-della-scala-di-siena-per-le-visite-da-remoto/>.

<https://www.braincontrol.eu/news-2/visita-al-museo-nazionale-della-scienza-e-della-tecnologia-con-braincontrol-avatar/>.

<https://www.centrepompidou.fr/en/>.

<https://www.cinetecamilano.it/location/mic>.

<https://www.enea.it/it/Stampa/news/arte-da-archivio-enea-tre-batteri-per-il-restauro-delle-opere-di-michelangelo>.

<https://www.eng.it/case-studies/chatbot-museo-maxxi>.

<https://www.fieldmuseum.org/exhibitions/maximo-titanosaur>.

<https://www.galleriaaccademiafirenze.it/>.

<https://www.guggenheim.org/conservation/the-variable-media-initiative>.

<https://www.intelligenzaartificiale.it/>.

<https://www.lavazza.it/it/museo-lavazza/scopri-il-museo.html>.

<https://www.memo.tv/works/learning-to-see/>.

<https://www.metmuseum.org/blogs/now-at-the-met/2019/met-microsoft-mit-exploring-art-open-access-ai-whats-next>.

<https://www.moma.org/calendar/exhibitions/history/identifying-art>.

<https://www.pbs.org/wgbh/nova/robots/moravec.html>.

<https://www.polodel900.it/s-a-s-smart-archive-search/>.

<https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch>.

<https://www.smk.dk/en/article/artificial-intelligence-helps-organise-denmarks-largest-art-collection/>.

<https://www.wikiart.org/>.

https://www.youtube.com/watch?v=1xYpIM_BVTI&t=104s.

<https://www.youtube.com/watch?v=A-4cQ9bkFLI&t=1s>.

<https://www.youtube.com/watch?v=A9a1TSPOEV4>.

<https://www.youtube.com/watch?v=eOh8hkmojuY>.

<https://www.youtube.com/watch?v=VQOaudPziBU>.

<https://www.youtube.com/watch?v=Wq7cE56xIkE>.

<https://www.youtube.com/watch?v=WY5wlOMBiTo>.

<https://www.youtube.com/watch?v=YPH4vUWcN2U>.