



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea Magistrale in
Economia e Gestione delle Arti e
delle attività culturali (EGArt)

ordinamento ex D.M. 270/2004

Tesi di Laurea

Non-Fungible Token:
*opportunità e criticità della tecnologia
blockchain nel Mercato dell'Arte*

Relatore

Ch. Prof. Sebastiano Vascon

Correlatore

Ch. Prof. Michele Tamma

Laureanda

Giorgia Girotto

Matricola 856924

Anno Accademico

2020 / 2021

Alla mia famiglia

INDICE

INTRODUZIONE	6
CAPITOLO 1: L'ERA DIGITALE	11
1.1 Un'introduzione storica	11
1.2 Dal WWW al Web 4.0	12
1.3 La "società dell'informazione"	15
1.4 Il mondo dell'arte e il digitale.....	20
1.4.1 <i>Le tecnologie digitali nelle attività di diagnostica, restauro e tutela.....</i>	<i>22</i>
1.4.2 <i>Le tecnologie digitali nelle attività di catalogazione e archiviazione.....</i>	<i>23</i>
1.4.3 <i>Le tecnologie digitali nelle attività di fruizione e comunicazione dei musei.....</i>	<i>25</i>
1.4.4 <i>Le tecnologie digitali nel mercato dell'arte e l'impatto del Covid-19.....</i>	<i>30</i>
CAPITOLO 2: LA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN	34
2.1 B(b)lockchain e B(b)itcoin: un'introduzione	34
2.2 Alle origini della Blockchain e del Bitcoin	35
2.2.1 <i>David Chaum e i Cypherpunk.....</i>	<i>35</i>
2.2.2 <i>Adam Back, Wei Dai e Nick Szabo</i>	<i>38</i>
2.2.3 <i>Satoshi Nakamoto.....</i>	<i>41</i>
2.3 La Blockchain Bitcoin	43
2.3.1 <i>Il funzionamento di Blockchain Bitcoin</i>	<i>44</i>
2.3.2 <i>Il Bitcoin</i>	<i>48</i>
2.4 I concetti chiave della tecnologia blockchain.....	50
2.5 Ethereum.....	54
2.5.1 <i>Gli Smart Contracts.....</i>	<i>56</i>
2.6 Oltre le criptovalute	58
CAPITOLO 3: NON-FUNGIBLE TOKEN (NFT).....	60
3.1 Il mercato dell'arte	60
3.1.1 <i>I players del mercato dell'arte.....</i>	<i>63</i>
3.1.2 <i>I fattori determinanti nella formazione dei prezzi delle opere d'arte.....</i>	<i>66</i>

3.2 Arte e Blockchain	69
3.3 “Fungible”, “Non Fungible”, “Token”	70
3.4 Alcuni numeri.....	73
3.4.1 <i>Le categorie.....</i>	77
3.4.2 <i>L’Arte Contemporanea nell’esercizio 2020/21.....</i>	79
3.5 Non-Fungible Token.....	81
3.5.1 <i>Scarsità verificabile.....</i>	81
3.5.2 <i>Autenticità.....</i>	87
3.5.3 <i>Proprietà.....</i>	89
3.5.4 <i>Royalties.....</i>	91
3.5.5 <i>Alcune criticità</i>	94
CAPITOLO 4: MARKETPLACES, CRYPTO ART E ULTERIORI UTILIZZI	98
4.1 I marketplaces	98
4.2 I principali marketplaces	103
4.2.1 <i>OpenSea, Rarible.....</i>	104
4.2.2 <i>Foundation, Nifty Gateway, SuperRare</i>	106
4.3 I marketplaces: alcune criticità.....	111
4.4 La Crypto Art: un’introduzione	113
4.5 Arte, blockchain e NFT: ulteriori utilizzi	121
CONCLUSIONE	130
Bibliografia	142
Sitografia	146

INTRODUZIONE

Il presente elaborato si propone di individuare ed analizzare le opportunità, nonché gli attuali punti critici riscontrati nell'implementazione della tecnologia blockchain all'interno del settore artistico. Il focus della ricerca, in particolare, sarà rivolto all'analisi dei cosiddetti *Non-Fungible Tokens* (NFT), certificati digitali di autenticità e di proprietà dell'asset sottostante basati sulla suddetta tecnologia che, dai loro primi utilizzi nel corso del 2017, per lo più in forma sperimentale e da parte di un'utenza estremamente di nicchia, hanno raggiunto durante l'anno dei *lockdowns* causati dallo scoppio della pandemia da Covid-19 e, ancora di più nel corso del 2021, un utilizzo e una fama sempre più *mainstream*. Una crescita favorita anche dalla massiccia attenzione che i Media di tutto il mondo hanno rivolto ad alcune eccezionali vendite aventi per oggetto NFT coniate da noti personaggi della scena artistica e non solo. Lo scorso marzo è stato indiscutibilmente il mese più concitato ed euforico per l'emergente mercato NFT, o meglio, è stato "il" mese che ha sancito il *boom* dei tokens non fungibili tra un pubblico sempre più globale e di massa, registrando un susseguirsi di vendite record con cifre che, il più delle volte, hanno sfiorato, se non addirittura superato abbondantemente, i sei zeri di valore generato.

Ad inaugurare questo nuovo capitolo del mercato dell'arte è stata la collaborazione tra Christie's, il colosso mondiale delle case d'asta, e MakersPlace, tra i primi marketplaces fondati su blockchain dedicati alla compravendita di *digital art* sottoforma di NFT, che lo scorso 11 marzo ha decretato *Everydays: The First 5000 Days* del graphic designer americano Beeple, alias Mike Winkelmann, la terza opera d'arte più costosa realizzata da un artista vivente, aggiudicata per 69.3 milioni di dollari (partendo da una base d'asta di appena cento dollari). Beeple, dunque, nel 2021 sale sul podio dei record dietro ad artisti del calibro di Jeff Koons e David Hockney¹. L'opera, il cui NFT è stato coniato in esclusiva per Christie's, è un collage di cinquemila immagini digitali che Winkelmann ogni giorno e per complessivi tredici anni e mezzo, nel periodo compreso tra l'1 maggio 2007 e il 7 gennaio 2021, regolarmente realizza e pubblica online nei propri profili *social* via Twitter e Instagram. Il mosaico digitale così creato si compone di

¹ ROCCELLA E., *Chi ha comprato l'opera NFT di Beeple da 69,3 milioni?*, in Exibart, 13 marzo 2021, <https://www.exibart.com/mercato/chi-ha-comprato-l-opera-nft-di-beeple-da-69-milioni/>

un mix di immagini che vanno dal grottesco al fantastico, dall'astratto al fumettistico, i cui temi ricorrenti sono principalmente: l'ossessione e la paura per la tecnologia, la brama di ricchezza e le recenti turbolenze politiche che hanno colpito gli Stati Uniti. In termini cronologici, confrontando le prime immagini del collage con le ultime, si può osservare come l'opera testimoni anche l'enorme evoluzione, sia tecnica che artistica, compiuta dallo stesso Beeple nel corso degli anni. L'asta in questione ha segnato due primati per il settore: si è trattato della prima vendita di un NFT associato ad un'opera d'arte digitale da parte di una delle maggiori case d'asta mondiali, la quale per l'occasione ha anche accettato per la prima volta pagamenti in criptovalute; inoltre, quella di Beeple è la prima opera d'arte digitale ad entrare nella lista delle opere più costose create da un artista vivente, dal momento che in precedenza essa includeva esclusivamente opere realizzate tramite i più tradizionali mezzi espressivi (dipinto e scultura). Conseguentemente a tale evento, il 2021 ha registrato un susseguirsi di eccellenti vendite di opere d'arte, e non solo, sottoforma di Non-Fungible Tokens, oltre che di consacrazioni ufficiali tra i *players* e le istituzioni che dominano il tradizionale mercato dell'arte.

Nel primo capitolo del presente elaborato verrà fornita una disamina delle specificità che qualificano la società contemporanea, l'*Information Society*, che a partire da quel 1989, anno in cui il fisico inglese Timothy Berners-Lee inventa il *World Wide Web*, e soprattutto dal 1991, quando crea il primo sito web al mondo, non è stata più la stessa. Si tratta di un'invenzione che ha stravolto radicalmente e per sempre il modo in cui le persone vivono, lavorano, comunicano, viaggiano, si divertono, si informano, e acquistano beni e servizi. Il progresso delle tecnologie, però, si connota come un progetto aperto e fluido, che si sostanzia in un *continuum* di innovazioni e cambiamenti che inevitabilmente vanno ad influire sulla vita delle persone. In tale contesto, l'interpenetrazione tra i due mondi, quello della vita reale e quello virtuale di Internet, si sta facendo sempre più tangibile, e ciò va attribuito anche alla tecnologia blockchain, che con le sue molteplici e sempre più incalzanti implementazioni, sta portando ad uno stravolgimento di numerose dinamiche, economiche, politiche e sociali, all'interno della società attuale.

Nel capitolo secondo verrà analizzata la tecnologia blockchain: dapprima verrà fornita una panoramica storica che consente di inquadrare il contesto culturale, sociale

ed economico all'interno del quale ha potuto progressivamente venire teorizzata e concretizzata tale infrastruttura. Successivamente verrà descritto il funzionamento della tecnologia, con riferimento al suo nativo impiego da parte del suo ignoto creatore, tale Satoshi Nakamoto, come rete *Peer-to-Peer* e *trustless* in grado di fare circolare e, al contempo, creare valuta virtuale: la blockchain, infatti, traducibile letteralmente con “catena di blocchi”, nasce nel 2008 come tecnologia che sta alla base della criptovaluta Bitcoin, così come di molte altre valute virtuali sorte in seguito. Verranno descritte le ulteriori implementazioni della tecnologia che si sono susseguite negli anni, con particolare riferimento alla rete Ethereum, ideata nel 2015 dal giovane programmatore russo Vitalik Buterin, e agli *Smart Contracts* che essa permette di realizzare, nonché i possibili ulteriori utilizzi della blockchain al di fuori del mondo delle valute.

Nel terzo capitolo si analizzeranno i Non-Fungible Tokens (NFT), certificati digitali che consentono di garantire l'unicità, l'autenticità e la proprietà dell'asset, digitale o analogico, sottostante. Il loro sviluppo, infatti, sta contribuendo a promuovere nuove modalità per organizzare, consumare, spostare, programmare e archiviare le informazioni digitali². Alcuni ritengono, inoltre, che essi stiano sancendo l'inizio della nuova storia dell'arte nativa digitale, dal momento che prima del loro avvento l'“abbondanza digitale” offerta da Internet vanificava la nozione di scarsità su cui si fonda l'arte, consentendo l'infinita replicabilità e circolazione in copie perfettamente uguali di immagini e *file* di varia natura, rendendo, di fatto, inefficace per l'artista ogni sforzo volto a proteggere e a consentire di monetizzare il proprio lavoro. In tale sezione verranno descritte le opportunità che l'adozione dei Non-Fungible Tokens offre al mercato dell'arte, ma anche gli inevitabili punti critici che portano con sé, essendo la riflessione scientifica ancora allo stato nascente.

Per concludere, nel quarto capitolo verrà offerta una panoramica dei principali marketplaces fondati su blockchain. Si tratta di piattaforme di recente nascita che, utilizzando le criptovalute come metodo di pagamento e di avvio delle transazioni, consentono il conio e la compravendita di NFT associati ad opere d'arte, ma spesso anche di altre categorie non prettamente “artistiche”. Verrà introdotto il concetto di “Crypto Art”, termine che identifica una “corrente artistica” strettamente legata al mondo blockchain e ai suoi temi ricorrenti, ma i cui confini appaiono tutt'altro che definiti.

² WILSON K. B., KARG A., GHADERI H., *Prospecting non-fungible tokens in the digital economy: Stakeholders and ecosystem, risk and opportunity*, Business Horizons, in Journal Pre-proof, 2021, p. 14.

Infine, verranno individuate ulteriori applicazioni e opportunità che la tecnologia blockchain offre o che si auspica potrà offrire nel prossimo futuro sempre con riferimento al settore arte.

CAPITOLO 1

L'ERA DIGITALE

1.1 Un'introduzione storica

La storia dello sviluppo dell'umanità si caratterizza per il graduale incremento di differenti tecnologie: dal fuoco alla pietra scheggiata, ai pittogrammi, su fino all'intelligenza artificiale. Tecnologie che sono state via via utilizzate dai nostri progenitori e che vengono oggi impiegate per agevolare la vita delle persone³. L'evento storico e, al contempo, simbolico che sancisce la nascita di Internet e la diffusione a livello globale del web è il lancio nello spazio del primo satellite artificiale, lo Sputnik 1, da parte dell'URSS nell'ottobre del 1957, in piena Guerra Fredda⁴. Gli Stati Uniti, l'altra grande potenza politica e militare emersa vincitrice dalla Seconda Guerra Mondiale, preoccupati per un eventuale attacco nucleare da parte della superpotenza russa, replicano alla sfida e, nel dicembre dello stesso anno, avviano un ingente investimento nella ricerca scientifica e tecnologica che porta all'istituzione di ARPA⁵ (*Advanced Research Project Agency*), un'agenzia di ricerca militare costituita all'interno del Pentagono avente come obiettivo quello di trovare soluzioni tecnologiche innovative ad un certo numero di problemi, principalmente militari⁶; tra questi lo sviluppo dell'interconnessione tra computer per favorirne la comunicazione⁷. Pertanto, l'innovazione tecnologica di cui oggi si è figli nasce in ambito militare dalla volontà di sviluppare a scopo difensivo i programmi e le tecnologie spaziali degli Stati Uniti. Via via che le ricerche e i progetti in ambito tecnologico progrediscono, negli anni Sessanta si passa da concepire il computer essenzialmente come macchina di calcolo, a scorgere in esso la possibilità di sviluppare un'idea di "rete" che permetta la comunicazione e in cui il computer funga da nodo di una struttura complessa e accentrata, consentendo così l'avvio di una rivoluzione nel mondo delle comunicazioni.

³ FERRI P., MORIGGI S., *A scuola con le tecnologie: manuale di didattica digitalmente aumentata*, Milano, Mondadori Università, 2018, p. 27.

⁴ *Ivi*, p. 50.

⁵ A partire dal 1972 assumerà il nome di DARPA (Defense ARPA).

⁶ NATALINI G., *Arpanet: la storia di Internet prima di Internet*, in Techprincess, 07 aprile 2019, <https://techprincess.it/arpanet-la-storia-di-internet-prima-di-internet/>

⁷ BOLISANI E., GOTTARDI G., *Nascita ed evoluzione di Internet*, in Università degli Studi di Padova, <http://static.gest.unipd.it/labtesi/eb-didattica/GIA/GIA0708/storia%20internet.pdf>

ARPANET, progenitore e precursore della rete Internet⁸, è la rete telematica capace di compiere ciò. Con l'avvento dello standard di trasmissione TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) nel 1974 e con l'accorpamento di tante altre piccole reti di comunicazione, ARPANET negli anni Settanta inizia ad essere denominata *Internet*⁹¹⁰. Difatti, è negli anni Sessanta che un numero sempre più crescente di reti universitarie e di centri di ricerca si aggancia ad ARPANET, tanto che a fine anni Ottanta la rete conta già ben 300.000 nodi, registrando un utilizzo sempre più diffuso tra la comunità scientifica rispetto a quella militare¹¹. Negli anni Settanta, dunque, i tempi risultano maturi per cominciare a rendere disponibili le potenti tecnologie di comunicazione fino ad ora sviluppate, non più solo a ricercatori, accademici e militari, ma anche ad un insieme più vasto ed eterogeneo di persone e di ambiti applicativi, tra cui quelli domestici e lavorativi. Come afferma Johnny Ryan, è a partire dagli anni Ottanta che si assiste all'inizio della «transizione dall'uso militare all'uso civile di Internet»¹², con un'espansione a livello planetario e un'utilizzazione dei servizi di rete anche da parte di utenti non esperti, evento incoraggiato anche dalla diffusione in questi stessi anni dei *personal computer*. In seguito a ciò, Internet continua a crescere indipendentemente, anche quando l'infrastruttura originale di ARPANET viene dismessa nel febbraio del 1990¹³.

1.2 Dal WWW al Web 4.0

Nella ricostruzione storica di Internet che, nel precedente paragrafo, per sommi capi, si è cercato di tratteggiare, l'innovazione più importante avvenuta all'interno di tale contesto è la nascita del *World Wide Web* (WWW), concepito nel 1989 dal fisico inglese Timothy Berners-Lee per permettere di collegare efficacemente tutti i *file* residenti in rete tramite la cosiddetta "struttura ipertestuale", che facilita l'accesso e la navigazione

⁸ PESCATORE G., *Teoria e Tecnica dei Nuovi Media*, in Core, 2010-11, <https://core.ac.uk/download/pdf/11178834.pdf>

⁹ CORRADO M., *Storia di Internet e del Web*, in Storia di Internet, <https://storiadiinternet.wordpress.com/>

¹⁰ "Internet" è la contrazione della locuzione inglese "*Inter-connected Net-works*", ovvero "Reti Interconnesse", e indica l'unione delle molteplici reti venutesi a creare su ARPANET in quegli stessi anni.

¹¹ BOLISANI E., GOTTARDI G., *cit.* <http://static.gest.unipd.it/labtesi/eb-didattica/GIA/GIA0708/storia%20internet.pdf>

¹² RYAN J., *Storia di Internet e il futuro digitale*, tr. Pace P., Einaudi, Torino, 2011.

¹³ NATALINI G., *cit.*, <https://techprincess.it/arpamet-la-storia-di-internet-prima-di-internet/>

tra documenti di tipo e formato differenti¹⁴. Come ribadito, Internet esisteva già da tempo, tuttavia molte persone scoprono la rete solo attraverso il WWW; per tale ragione il 1991, anno in cui Berners-Lee pubblica il primo sito web al mondo, è riconosciuto convenzionalmente come l'anno in cui esplode il web a livello planetario¹⁵. Da tale momento in poi il mondo non è stato più lo stesso. A partire da questa data simbolica è possibile distinguere alcune fasi che consentono di tracciare il percorso di sviluppo informatico e di cambiamento nella percezione culturale del web tra le persone; fasi che, a loro volta, evidenziano l'eccezionale crescita di utilizzatori di Internet e del web avvenuta negli anni: dai 19 milioni di utenti connessi nel luglio del 1997¹⁶, se ne registrano 4,66 miliardi¹⁷ nel gennaio 2021, a fronte di un aumento della popolazione mondiale di circa 2 miliardi di abitanti dal 1997 al 2021¹⁸.

La prima fase rappresentativa dell'uso recente di Internet viene identificata con l'appellativo di "Web 1.0" e corrisponde cronologicamente al periodo compreso tra il 1990 e il 2002. Sono gli anni in cui si assiste alla grande diffusione del web tra un pubblico sempre più ampio ed eterogeneo. Berners-Lee li definisce gli anni del "only read web", in quanto in tale fase gli utenti sono passivi, possono solo consultare le pagine online e usufruire dei contenuti presenti senza creare interazione¹⁹. Inoltre, è il periodo della nascita della prima generazione di aziende della *New Economy*, come Netscape, Yahoo!, Ebay, Amazon²⁰. Tale fase termina con la cosiddetta esplosione della "bolla di Internet" (*Dot-com Bubble*), che vede crollare drammaticamente i titoli azionari legati all'emergente settore della rete, in conseguenza al loro eccessivo gonfiamento avvenuto nel 2000 a causa dello smodato ottimismo con cui molte aziende avevano deciso di focalizzare il proprio business sull'erogazione di servizi web²¹.

¹⁴ BOLISANI E., GOTTARDI G., *cit.*, <http://static.gest.unipd.it/labtesi/eb-didattica/GIA/GIA0708/storia%20internet.pdf>

¹⁵ FERRI P., MORIGGI S., *cit.*, p. 66.

¹⁶ ANANIA F., *Internet, la storia, il pubblico*, in Sissco, 2000, <https://www.sissco.it/articoli/linguaggi-e-siti-la-storia-on-line-784/internet-la-storia-il-pubblico-785/>

¹⁷ Dato reperibile nel Report "*Digital 2021, Global Overview Report*", in Datareportal, consultabile al seguente link: <https://datareportal.com/reports/digital-2021-global-overview-report>

¹⁸ Elaborazione personale dei dati di cui "*PopulationPyramid.net*", tratti dal sito: <https://www.populationpyramid.net/it/mondo/2021/>

¹⁹ *Evoluzione del web: dal 1.0 al 4.0*, in Istituto Tecnico Statale Aterno-Manthoné, 2017, <https://www.manthone.edu.it/old/wp-content/uploads/2016/04/Evoluzione-del-Web-Dal-1.0-al-4.0.pdf>

²⁰ *Web 1.0*, in Il Sole 24 Ore, <https://st.ilssole24ore.com/art/SoleOnline4/100-parole/Tecnologia/W/Web-1-0.shtml>

²¹ FERRI P., MORIGGI S., *cit.*, p. 67.

Segue l'era del "Web 2.0", detta anche fase del "read-write web" o del "web dinamico", in contrapposizione al "web statico" con cui viene anche identificato il Web 1.0, corrispondente agli anni tra il 2002 e il 2006. Ora, l'utenza non tecnica partecipa attivamente, interagendo con i contenuti dei siti Internet, condividendoli e, a volte, contribuendo alla loro stessa generazione²². Si assiste allo sviluppo di un modello basato soprattutto sulla centralità dei servizi anziché dei programmi, e alla crescita dei siti di *social network*, dei *forum* e dei *blogs*²³. Celebre è, in questa fase, il caso di Wikipedia.

Il "Web 3.0", concetto introdotto dal web designer Jeffrey Zeldman, è la fase che dal 2006 prosegue fino ai giorni odierni. Prende anche il nome di "read-write-executive web" ed è costituita da tre principali aspetti evolutivi: la trasformazione del web in un enorme *database* che consente di compiere ricerche più approfondite e accurate; lo sfruttamento delle tecnologie basate sull'intelligenza artificiale che, avvalendosi di algoritmi e di parole chiave, consentono di individuare le necessità, i gusti e le preferenze degli utenti secondo il loro comportamento in rete; infine, la costruzione di ambienti 3D realmente praticabili in grado di replicare la realtà in formato digitale²⁴. Recentemente, inoltre, si è iniziato a parlare di "Web 4.0" ma, per il momento, non vi è ancora una definizione certa e la numerazione "4.0" non rimanda tanto ad una nuova fase della storia del web, quanto allude all'impatto che le tecnologie digitali hanno, e avranno, nel riplasmare ruoli e dinamiche nella produzione industriale, sempre più automatizzata e connessa²⁵. Si prospetta un'era in cui le tecnologie di realtà aumentata e di *big data* avranno un'influenza sempre più pervasiva e centrale²⁶, in cui ciascuna persona avrà un proprio *alter ego* digitale che gli consentirà di scambiare dati del mondo reale nel mondo virtuale, e in cui il controllo delle informazioni circolanti in rete sarà sempre maggiore²⁷.

²² *Evoluzione del web: dal 1.0 al 4.0*, <https://www.manthone.edu.it/old/wp-content/uploads/2016/04/Evoluzione-del-Web-Dal-1.0-al-4.0.pdf>

²³ PACAGNELLA L., *La conoscenza come bene pubblico nella società dell'informazione*, in IRIS Università degli Studi di Torino, 4/2010, pp. 3-4, <https://iris.unito.it/handle/2318/81186#.YZjA-tDMI2w>

²⁴ *Web 3.0*, in Treccani, 2013, https://www.treccani.it/enciclopedia/web-3-0_%28Lessico-del-XXI-Secolo%29/

²⁵ FERRI P., MORIGGI S., *cit.*, p. 68.

²⁶ OCSE, *Seizing the Benefits of ICT in A Digital Economy*, in OECD Digital Economy Papers, OECD Publishing, Paris, 72/2003, p. 17.

²⁷ *Web 4.0: quali differenze?*, in Posizionamento Seo, 2015, <https://www.posizionamento-seo.com/search-engine-marketing/web-4-0/>

1.3 La “società dell’informazione”

Tra gli innumerevoli appellativi con cui si è soliti indicare la società contemporanea, quello di “società dell’informazione” risulta essere particolarmente esplicativo. Tale concetto, che inizia a diffondersi nella seconda metà del XX secolo, indica una forma di società estremamente dinamica che si fonda sull’importanza della produzione e della gestione dell’informazione, del sapere e della conoscenza²⁸. In essa le tecnologie informatiche e di telecomunicazione sono pervasive e influenzano i processi produttivi, sociali, identitari e politici; mentre la produttività, la redditività e la competitività di persone e imprese dipende sempre più dalla capacità di generare e gestire informazione e conoscenza²⁹. La nascita e la successiva affermazione della società dell’informazione sono legate ai notevoli mutamenti economici e politici avvenuti a livello globale a partire dalla seconda metà del secolo scorso ma, soprattutto, risentono dell’eccezionale diffusione delle tecnologie dell’informazione e della comunicazione digitali (ICT³⁰), tra queste, in particolare, lo sviluppo di Internet³¹. Sempre più, si osserva come il continuo progresso delle tecnologie dell’informazione e della comunicazione stia cambiando il modo di vivere, di lavorare, di produrre e distribuire beni e servizi, influenzando le modalità di interazione tra persone e rendendo più partecipative e decentralizzate le tradizionali strutture organizzative³². Difatti, tranne che per le attività *labour intensive*, oggi il lavoro è divenuto totalmente lavoro cognitivo e l’esperienza del consumo attribuisce valore al significato o al servizio incorporati al bene materiale, piuttosto che al bene materiale di per sé³³. In un certo senso, dunque, tutta la domanda di beni e servizi di consumo viene ad assumere, con intensità diverse in relazione alle tipologie di beni, una valenza sempre più esplicitamente e programmaticamente culturale³⁴.

L’attuale “società dell’informazione” viene anche identificata con l’appellativo di “società postindustriale”, “postfordismo” o, ancora, “società postmoderna”, a sottolineare la discontinuità storica rispetto alle precedenti forme di organizzazione

²⁸ ARVIDSSON A., DELFANTI A., *Introduzione ai media digitali*, Il Mulino, Bologna, 2016, p. 31.

²⁹ *Ibidem*.

³⁰ ICT è l’acronimo di *Information and Communication Technologies*.

³¹ ARVIDSSON A., DELFANTI A., *cit.*, pp. 31-32.

³² SIRILLI G., *Società dell’informazione*, in Treccani, 2008, https://www.treccani.it/enciclopedia/societa-dell-informazione_%28Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica%29/

³³ MURRAU L., *L’economia della conoscenza e la rivoluzione del capitalismo cognitivo*, in *EticaEconomia*, 17 febbraio 2010, <http://www.eticaeconomia.it/leconomia-della-conoscenza-e-la-rivoluzione-del-capitalismo-cognitivo/>

³⁴ SACCO P. L., FERILLI G., TAVANO BLESSI G., *Cultura e sviluppo locale. Verso il distretto culturale evoluto*, Bologna, Il Mulino, 2015, p. 26.

sociale e produttiva. Difatti, se con “società industriale” si intende quella forma di società sorta in seguito alla Prima rivoluzione industriale, all’interno della quale la produzione basata sull’impiego di macchine e sulla costituzione di fabbriche operanti principalmente nei settori tessile e metallurgico³⁵ rappresenta il fattore essenziale di dinamicità del sistema economico e dell’organizzazione sociale³⁶; la sostanziale differenza con l’attuale “società dell’informazione” appare lampante: le risorse strategiche capaci di favorire oggi lo sviluppo culturale, sociale ed economico dei paesi economicamente avanzati sono intangibili, e sono rappresentate dall’informazione e dalla conoscenza, le quali sono allo stesso tempo materia prima e prodotto finale dei processi produttivi. Quest’ultime, inoltre, si caratterizzano per la costante e sempre più stringente necessità di essere regolate sia a livello nazionale che globale da forme apposite di protezione dei diritti legati alla Proprietà Intellettuale. Informazione e conoscenza, a loro volta si estrinsecano in brevetti, brands, copyright, innovazione, design, marketing e comunicazione, capacità di gestire reti di fornitori e distributori.

“Network society” è, invece, il concetto espresso nel 1996 dal sociologo spagnolo Manuel Castells nel suo volume *The rise of the network society*³⁷, per indicare come, soprattutto per effetto di fenomeni quali la globalizzazione, l’emergere di movimenti culturali a sostegno dei diritti civili, e la diffusione delle tecnologie dell’informazione e della comunicazione digitali, la società dell’informazione appaia sempre più come una società strutturata in reti, sia nella sua dimensione sociale che in quella economica. Questo perché la circolazione di persone, di competenze, di saperi e di denaro si configura come una rete aperta, in cui i limiti e le divisioni fra Stati, comunità e gruppi risultano sempre meno rilevanti, e la ricchezza viene sempre più creata tramite scambi fra persone appartenenti a differenti Stati o gruppi³⁸. Ciò è possibile perché Internet sgancia la comunicazione dallo spazio e la rende accessibile dappertutto e in ogni momento, non richiedendo più di essere fisicamente presenti da qualche parte,

³⁵ *Società industriale: Background, caratteristiche, classi sociali*, in Thpanorama, 2019, <https://it.thpanorama.com/blog/historia/sociedad-industrial-antecedentes-caracteristicas-clases-sociales.html>

³⁶ *Società industriale*, Treccani, 2011, https://www.treccani.it/enciclopedia/societa-industriale_%28Dizionario-di-Storia%29/

³⁷ CASTELLS M., *The rise of the network society*, Oxford, Blackwell, 1996.

³⁸ *Introduction to Knowledge, Communication & Development: 1.4 The network society*, in SOAS, https://www.soas.ac.uk/cedep-demos/000_P523_MKD_K3637-Demo/unit1/page_10.htm#

rendendo così possibile una vita potenziata³⁹⁴⁰. Non si tratta, però, di una separazione tra mondi, quello reale della vita quotidiana e quello virtuale di Internet, quanto piuttosto di una progressiva e sempre più forte interpenetrazione delle due dimensioni⁴¹. Tuttavia, per Castells in questa struttura la spaccatura principale avviene tra chi ha accesso ai flussi e possiede le competenze necessarie per plasmare l'informazione in modo efficiente, e chi ne è escluso⁴² poiché non ha accesso a Internet o, non sa usarlo e, dunque, si oppone alla cultura cosmopolita e globalizzata che caratterizza la contemporaneità⁴³. Tale situazione di disuguaglianza nell'accesso e nell'uso delle tecnologie sfocia in un divario che è contemporaneamente sociale, economico e culturale, il *digital divide* (divario digitale), il quale comporta una grave discriminazione per l'uguaglianza dei diritti esercitabili online⁴⁴. Pertanto, nel concetto di "società in rete" appena descritto, la principale forma di potere si esprime attraverso il controllo o l'influenza sulla comunicazione. Tuttavia, Castells non è il solo a parlare di "società dell'informazione" e a coniare nuovi concetti descrittivi dell'attualità: l'economista Peter Drucker già nel 1957 utilizza il termine "postmoderno"⁴⁵ per identificare tale modello economico-sociale, al tempo in stato nascente, che si incentra sull'informazione e sull'innovazione, e che vede come figure dominanti i cosiddetti "lavoratori della conoscenza" (ricercatori, tecnici, ingegneri, managers). Visione successivamente confermata e ampliata da Daniel Bell, professore ordinario di sociologia a Harvard, nella sua opera intitolata *The coming of the Post-industrial Society*⁴⁶, pubblicata nel 1973. Con tale espressione Daniel Bell identifica una società moderna che, giunta al culmine del processo di industrializzazione deve, per continuare a crescere, concentrare i propri sforzi verso la produzione non più di beni materiali,

³⁹ In quanto la tecnologia aumenta la corporeità degli esseri umani, divenendo essa stessa una dimensione del corpo.

⁴⁰ RIVOLTELLA P. C., ROSSI P. G., *Tecnologie per l'educazione*, Milano, Pearson, 2019, pp. 2-3.

⁴¹ *Ibidem*.

⁴² Soggetti anziani, persone con disabilità, immigrati, donne non occupate o in particolari condizioni, e persone in possesso di bassi livelli di istruzione, sono le categorie maggiormente minacciate dall'esclusione digitale.

⁴³ ARVIDSSON A., DELFANTI A., *cit.*, p. 37.

⁴⁴ ALU' A., *Cos'è il digital divide, nuova discriminazione sociale (e culturale)*, in Network Digital 360 (Agenda Digitale), 13 marzo 2020, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/il-digital-divide-culturale-e-una-nuova-discriminazione-sociale/>

⁴⁵ DRUCKER P., *Landmarks of Tomorrow: a Report on the New "Post-modern" World*, Harper, New York, 1957.

⁴⁶ BELL D., *The coming of the Post-industrial Society*, New York, Basic, 1973.

bensì di servizi immateriali⁴⁷. L'economista Fritz Machlup, negli anni Sessanta, invece, introduce l'espressione di "economia della conoscenza", con riferimento all'impiego della conoscenza e delle informazioni per generare valore all'interno delle economie capitaliste avanzate. E ancora, nel 1971 il sociologo francese Alain Touraine parla di "società postindustriale" per evidenziare il consolidarsi di una nuova economia dell'informazione e dei servizi, che vede la ricerca scientifica e il sapere quali motore dello sviluppo economico e sociale, a fronte di una sostanziale riduzione del peso economico della produzione materiale e industriale⁴⁸. Infine, per giungere ai tempi più recenti, l'economista Jeremy Rifkin nel 2000 prospetta un futuro in cui nel processo economico, la proprietà del capitale fisico sarebbe diventata sempre meno rilevante; viceversa, il capitale intellettuale la forza dominante, nonché l'elemento più ambito della nuova era, che egli descrive come costituita da mercati che, a mano a mano, cederanno il passo alle reti e in cui la proprietà verrà progressivamente sostituita dall'accesso⁴⁹.

Appare, pertanto, evidente che la società dell'informazione non si connota come un fenomeno storico del passato, bensì come un progetto aperto e fluido, tuttora in continua evoluzione verso nuove direzioni. Il progresso delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione continua a cambiare il modo di vivere, di lavorare, di produrre e distribuire beni e servizi, il modo in cui si formano le nuove generazioni, come si studia e si produce ricerca, come ci si diverte⁵⁰. In tale sistema la persona, in quanto parte di una ragnatela di contenuti e relazioni che superano i limiti spazio-temporali, diviene l'elemento centrale di ogni fenomeno sociale, giuridico ed economico⁵¹. Tuttavia, il principio da molti condiviso a metà anni Novanta del secolo scorso, secondo cui la diffusione della rete avrebbe consentito un accesso diffuso al sapere, consentendo maggiore democraticità e trasparenza nella politica, oltre ad importanti effetti positivi a livello sociale ed economico, ad oggi risulta essere una mera utopia. Le nuove tecnologie informatiche se, da un lato, rendono possibile l'automazione e l'organizzazione della produzione in reti globali di piccole fabbriche connesse tra loro

⁴⁷ La società dell'informazione, in Senato della Repubblica, 2006, https://www.senato.it/documenti/repository/relazioni/libreria/quaderno_43_governance.pdf

⁴⁸ ARVIDSSON A., DELFANTI A., *cit.*, p. 39.

⁴⁹ RIFKIN J., *L'era dell'accesso: la rivoluzione della new economy*, traduzione di Canton P., Milano, Oscar Mondadori, 2001, pp. 6-7.

⁵⁰ SIRILLI G., *Società dell'informazione*, in Treccani, 2008, https://www.treccani.it/enciclopedia/societa-dell-informazione_%28Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica%29/

⁵¹ LIMONE G., *Dal giusnaturalismo al giuspersonalismo. Alla frontiera geoculturale della persona come bene comune*, Napoli, Graf Editore, 2005.

e localizzate per lo più in paesi con bassi costi salariali, dall'altro, tendono a diminuire sia il costo della produzione materiale, sia il potere contrattuale della classe operaia⁵². Viceversa, la produzione di beni immateriali, come l'innovazione, l'organizzazione flessibile e il brand, assume maggior rilievo⁵³ poiché fondata su quella che è la principale risorsa strategica di tale società, ossia l'informazione, intesa contemporaneamente come conoscenza, processo e prodotto finale. Se Internet ha mutato profondamente il panorama sociale, culturale ed economico, fornendo straordinarie opportunità a oltre un miliardo di persone che ne fanno uso, allo stesso tempo ha dato vita ad una nuova forma di discriminazione socioeconomica: il *digital divide*, che marginalizza coloro che non hanno accesso alla rete o non posseggono le necessarie competenze per usufruirne⁵⁴. Inoltre, se oggi l'esistenza delle persone è pervasa da così tante conoscenze, la maggior parte delle quali accessibili gratuitamente, il vero problema dell'accesso ai "saperi" diviene quello della selezione: se in passato il non sapere leggere e scrivere introduceva discriminazioni sociali ed economiche, oggi è il non saper selezionare l'informazione che produce nuove forme di disuguaglianza sociale e culturale⁵⁵. E ancora, con lo sviluppo degli *e-commerce* e con l'utilizzo dei *social media* per finalità di marketing, si rileva come le violazioni dei diritti di Proprietà Intellettuale online e di privacy degli utenti siano in costante aumento⁵⁶. Per tutto ciò, il futuro della società dell'informazione risulta aperto e la direzione della sua traiettoria dipenderà da molteplici variabili: quelle dello sviluppo tecnologico, certamente, ma anche quelle delle politiche pubbliche nazionali e sovranazionali che verranno promulgate circa la regolamentazione dei diritti dei lavoratori e la tutela della Proprietà Intellettuale, quelle delle scelte e delle azioni che compiranno i molteplici attori che ne guidano attualmente lo sviluppo (comunità di scienziati, managers, persone civili)⁵⁷.

⁵² ARVIDSSON A., DELFANTI A., *cit.*, pp. 55-57.

⁵³ *Ibidem.*

⁵⁴ SIRILLI G., *cit.*, https://www.treccani.it/enciclopedia/societa-dell-informazione_%28Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica%29/

⁵⁵ CENNAMO N., BUONOMO M., *La rivoluzione digitale: dalla fisica della materia al linguaggio binario*, in AICA Mondo Digitale, 2012, <http://mondodigitale.aicanet.net/2012-2/didamatica/PAPER/SHORT/S73.pdf>

⁵⁶ *Tutela online*, in Ministero dello sviluppo economico, <https://uibm.mise.gov.it/index.php/it/linea-diretta-anticontraffazione/tutela-della-proprietà-intellettuale-on-line>

⁵⁷ ARVIDSSON A., DELFANTI A., *cit.*, pp. 56-57.

1.4 Il mondo dell'arte e il digitale

Vivere in una società iperconnessa, in cui l'onnipresenza e la pervasività dei Media nella vita delle persone è in continua crescita, comporta grandi opportunità⁵⁸ anche per il settore artistico e cultura. Tuttavia, tra le maggiori e più evidenti criticità che caratterizzano tale comparto spicca, a livello nazionale, la mancanza di una cultura digitale, intesa non come mancanza di competenze specifiche ma come difficoltà o incapacità di ripensare la propria attività nella prospettiva del digitale. Tale resistenza all'avvento del digitale si osserva soprattutto all'interno di quello che è l'ambiente documentale-gestionale dei musei e delle istituzioni, che appare in forte ritardo nell'adozione di piattaforme digitali per la gestione dei dati e l'organizzazione e la valorizzazione dei patrimoni archiviati. Altresì, la si osserva anche in quello che è l'ambiente critico, vale a dire quello composto da storici dell'arte e curatori che, il più delle volte, mostrano di voler mantenere accuratamente distinti i linguaggi espressivi tradizionali dalle potenzialità offerte dal digitale⁵⁹. Come affermano Damiano Aliprandi e Luca Dal Pozzolo, rispettivamente Direttore e Responsabile dell'Area Ricerca e Consulenza di Fondazione Fitzcarraldo⁶⁰: «restano evidenti le potenzialità e i margini di crescita che risiedono nell'incontro/confronto tra *cultural heritage* e *digital transformation*. Da una parte, il patrimonio culturale rappresenta un bacino pressoché inesauribile di contenuti, idee, informazioni, spunti, riflessioni in cerca di un pubblico disponibile a riceverle e utilizzarle; dall'altra, un insieme di tecnologie in perenne evoluzione è alla costante ricerca di "contenuti" da elaborare e da veicolare a platee sterminate di utenti»⁶¹. Si tratta, dunque, di «tecnologie digitali che non si limitano a comunicare ma "entrano" direttamente nella vita delle persone e che necessitano però di contenuti e di informazioni da veicolare, interconnettere e combinare»⁶².

⁵⁸ LIM V., KHAN S., PICINALI L., *Towards a More Accessible Cultural Heritage: Challenges and Opportunities in Contextualisation Using 3D Sound Narratives*, in Applied Sciences, 8/2021.

⁵⁹ LUOGHI G., *L'arte italiana corre a sposare il digitale: tra entusiasmi e contraddizioni*, in Network Digital 360 (Agenda Digitale), 02 dicembre 2020, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/la-corsa-al-digitale-negli-ambienti-artistici-entusiasmi-e-contraddizioni/>

⁶⁰ Fondazione Fitzcarraldo è un centro indipendente fondato nel 2012 che svolge attività di progettazione, ricerca, formazione e documentazione sul management, l'economia e le politiche della cultura, delle arti e dei media. Maggiori informazioni al sito: <https://www.fitzcarraldo.it/homepage.html>

⁶¹ ALIPRANDI D., DAL POZZOLO L., *Cultura e digital transformation: tracce di una svolta (forse già avvenuta)*, in Fondazione Symbola, 21 novembre 2019, <https://www.symbola.net/approfondimento/cultura-e-digital-transformation-tracce-di-una-svolta-forse-gia-avvenuta-di-damiano-aliprandi-e-luca-dal-pozzolo/>

⁶² *Ibidem*.

Nell'ultimo periodo, una notevole spinta verso tale transizione digitale è stata indirettamente fornita dai molteplici *lockdowns* che, prima in Italia, poi nel resto d'Europa e oltre, hanno iniziato a susseguirsi a partire dal 9 marzo 2020, data in cui l'allora Presidente del Consiglio firma il primo Decreto ministeriale che estende la cosiddetta "zona rossa" all'intero territorio italiano, al fine di contenere la diffusione dell'infezione da Covid-19. La crisi sanitaria e, al contempo, socioeconomica, innescata dalla pandemia ha messo radicalmente in discussione l'intero sistema economico nazionale e i modelli di produzione di ogni Paese, determinando drastici cambiamenti nella società e in tutti i settori dell'economia⁶³; portando, inoltre, ad un incremento della disoccupazione, che nel maggio 2021 l'Ocse stima pari al +10.5% in Italia⁶⁴. In tale panorama, uno dei settori maggiormente coinvolti da un ripensamento profondo dei suoi processi produttivi è quello artistico-culturale e dei beni da collezione. Difatti, se da un lato, i *lockdowns* hanno sospeso per settimane la possibilità di fruire in presenza dei beni culturali e degli spettacoli dal vivo, mettendo in ginocchio un intero comparto lavorativo, dall'altro, ciò ha trovato in una "transizione digitale" accelerata e, per certi versi, forzata una possibilità evolutiva⁶⁵. Come molti rilevano però, si tratta di un processo già avviato negli ultimi anni che la pandemia ha solamente accelerato.

A tal proposito, risulta utile riportare di seguito una sintetica classificazione (che non vuole essere esaustiva) delle principali applicazioni, in termini di destinazioni d'uso, delle tecnologie ICT al settore dei Beni Culturali, così come formulata e descritta nel paper *ICT per i beni culturali: esempi di applicazione*⁶⁶:

- *Gestione*: per una maggior efficacia ed efficienza nella gestione del patrimonio culturale tramite l'ausilio di applicazioni di banche dati che consentono di compiere attività di inventariato, catalogazione e organizzazione dei beni in possesso.

⁶³ LANZILLO E., *Lo stato dell'Arte: Una fotografia del settore Art & Finance ai tempi del COVID-19*, in Deloitte Private, 2020, report reperibile in formato PDF al link:

https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/it/Documents/strategy/PrivateBrochure/Deloitte_Art&Finance_PulseSurvey.pdf

⁶⁴ Ocse: *allarme su disoccupazione giovanile Italia*, in Ansa, 07 luglio 2021,

https://www.ansa.it/sito/notizie/economia/2021/07/07/ocse-allarme-su-disoccupazione-giovanile-italia_f92e4f79-e523-488b-8cdd-baa3f699ece6.html

⁶⁵ SPANO F., *Innovazione digitale e valutazione d'impatto sociale: così la cultura resiste alla pandemia*, in Vita Magazine, 17 ottobre 2020, <http://www.vita.it/it/article/2020/10/17/innovazione-digitale-e-valutazione-dimpatto-sociale-cosi-la-cultura-re/157034/>

⁶⁶ PAOLINI P., DI BLAS N., ALONZO F., *ICT per i beni culturali: esempi di applicazione*, Articolo 4.7, Mondo Digitale, 3/2005, pp. 45-54.

- *Studio e ricerca*: per favorire attività di studio e ricerca dei beni culturali tramite l'ausilio di applicazioni di catalogazione, cartografia, analisi, ricostruzioni virtuali.
- *Diagnosi*: per ottenere informazioni accurate circa lo stato di conservazione o di degrado dei beni culturali, e per compiere attività di diagnostica preventiva.
- *Restauro*: per facilitare le attività di restauro dei beni culturali tramite simulazione del restauro o ricostruzioni virtuali.
- *Tutela*: per favorire attività di tutela del patrimonio culturale, sia rispetto a calamità naturali, sia contro atti dolosi, avvalendosi di efficaci banche dati.
- *Comunicazione-divulgazione*: per favorire la comunicazione al grande pubblico del patrimonio culturale, sia per finalità turistiche e commerciali, sia per scopi culturali ed educativi. Ciò è reso possibile dall'impiego di applicazioni multimediali interattive, giochi interattivi e mobile app, siti web, *social network*, ricostruzioni virtuali e realtà aumentata.
- *Formazione*: per incentivare e fungere da supporto alle attività di studio di studenti e ricercatori.
- *Fruizione*: per favorire una fruizione più efficace e ricca del patrimonio culturale, sia in sito che da remoto.

1.4.1 *Le tecnologie digitali nelle attività di diagnostica, restauro e tutela*

Nell'ambito della tutela, della diagnosi e del restauro dei beni culturali, le tecnologie digitali entrano in gioco per consentire di risalire alla storia conservativa dei manufatti tramite l'impiego di sistemi di *database* che permettono la raccolta, l'organizzazione e il confronto di molteplici fonti storiche e artistiche al fine di valutarne al meglio lo stato di preservazione, nonché di studiare e, successivamente, attuare le più opportune azioni di recupero e tutela del bene. Strumenti tecnologici come i satelliti per la salvaguardia dei monumenti sono utili nelle attività di monitoraggio e analisi per tutelare, conservare e mettere in sicurezza il bene, mentre l'impiego dei droni si dimostra fondamentale per individuare le opere da recuperare in aree colpite da calamità naturali⁶⁷. La "diagnostica per immagini", invece, tramite l'impiego di strumenti in forma digitale e/o analogica

⁶⁷ VACCA G., *Rivoluzione digitale priorità dei beni culturali, che ha fatto il Governo*, in Network Digital 360 (Agenda Digitale), 12 settembre 2019, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/rivoluzione-digitale-priorita-dei-beni-culturali-che-ha-fatto-il-governo/>

(come Tac, risonanze magnetiche, radiografia X, macrofotografia, ecc.), consente di esplorare a fondo le opere d'arte in maniera non invasiva, fornendo informazioni come la datazione di un'opera, la sua autenticità, il suo stato di conservazione ed eventuali precedenti interventi di restauro⁶⁸. Altresì, gli strumenti tecnologici sono utili per compiere quello che viene chiamato "restauro virtuale" di beni mobili o immobili che presentano un alto stato di degrado: sfruttando l'insieme dei procedimenti di *image processing* (elaborazione di immagini) 2D o 3D, è possibile migliorare la leggibilità di un'opera, visualizzare il bene così come doveva apparire nel suo stato originale, oppure darne un'ipotesi ricostruttiva per permettere di pre-visualizzare l'intervento di restauro, il tutto senza intervenire fisicamente sull'originale ma lavorando su copie digitali⁶⁹. Il restauro virtuale, benché si operi su un'informazione a carattere digitale, risponde agli stessi principi di "riconoscibilità", "reversibilità", "compatibilità" e "minimo intervento" previsti per i restauri reali⁷⁰.

1.4.2 Le tecnologie digitali nelle attività di catalogazione e archiviazione

In termini generici, l'archivio è una raccolta ordinata e sistematica di atti, testi stampati, documenti, che possono avere valore documentario pubblico o privato, catalogati al fine di renderne più agevole il reperimento e la consultazione⁷¹. In termini informatici, l'archivio indica un insieme organizzato di dati di consultazione omogenei, aggiornati costantemente o periodicamente, da cui un sistema di elaborazione o di documentazione automatica può ricavare indici, tabelle e cataloghi elettronici⁷². Per i Beni Culturali la catalogazione digitale risulta essere un eccezionale strumento per la conservazione del patrimonio artistico e per la sua valorizzazione in termini di fruizione. Musei, istituzioni culturali, archivi e biblioteche avvertono sempre più la necessità di digitalizzare e catalogare il patrimonio in proprio possesso al fine di erogare servizi più rapidi ed efficienti, rendendo inoltre accessibili le fonti in modo più agevole ad una platea più ampia ed eterogenea di utilizzatori. I vantaggi forniti dalla tecnologia sono evidenti, basti pensare agli enormi spazi di memoria che offre che, a loro volta,

⁶⁸ *Ibidem*.

⁶⁹ DE MASÌ A., *L'elaborazione digitale di immagini per la conservazione e il restauro*, in *Altervista*, 11 giugno 2021, <https://latpc.altervista.org/lelaborazione-digitale-di-immagini-per-la-conservazione-e-il-restauro/>

⁷⁰ SOTTILE A., *Teorie e tecniche del restauro virtuale 3D*, Museo Civico di Castelbuono, in Università degli Studi di Palermo, 2016, http://www1.unipa.it/sorce/didattica/isa1617/RV3D_AngelaSottile.pdf

⁷¹ Definizione di "archivio", in *Vocabolario Treccani*, <https://www.treccani.it/vocabolario/archivio/>

⁷² *Ibidem*.

permettono di ospitare ingenti volumi di dati che fisicamente comporterebbero problematiche di tipo logistico; ma si pensi anche alla facilità con cui il digitale rende possibile l'aggiornamento dei dati archiviati⁷³. Inoltre, la costruzione di archivi digitali dei Beni Culturali consente di abbattere notevolmente la consultazione degli originali analogici, così da preservarne l'integrità e ridurre la movimentazione, oltre a permettere di disporre di materiale finalizzato alla pubblicazione su siti web e alla creazione di *digital library*⁷⁴. Dal punto di vista della valorizzazione del patrimonio culturale, si tratta comunque di "mezzi", essenzialmente di riproduzioni (eventualmente integrate con contenuti virtuali aggiuntivi) dei beni culturali originali, per i quali, sotto il profilo giuridico, non è necessario interrogarsi sull'essenza sostanziale di tali "oggetti": essi rappresentano una sorta di *alter ego* degli originali e, dunque, hanno una propria autonomia⁷⁵. Francesca Giurato, Underwriting Manager di Art & Specie, in riferimento agli artefatti artistici afferma:

«La corretta catalogazione di un bene artistico – vale a dire la creazione di una sua “carta d'identità” che, in genere, si compone della documentazione fotografica dell'oggetto (e delle sue parti significative) e della documentazione descrittiva delle sue caratteristiche specifiche – è il punto di partenza imprescindibile quando ci riferiamo ad un collezionismo serio e attento. [...] La digitalizzazione permette [...] di snellire e agevolare tutte le operazioni che implicano l'identificazione del bene, come per esempio in caso di prestito di opere d'arte e/o movimentazione e come documentazione di supporto o aggiornamento alla redazione di un *condition report*. [...] In sintesi, la digitalizzazione è la forma migliore di conservazione del bene dal punto di vista archivistico e documentario e, a differenza della tradizionale documentazione su supporto cartaceo, è meno soggetto al deterioramento, altro elemento importante da tenere in considerazione»⁷⁶.

Eppure, nonostante i numerosi vantaggi, la gestione degli archivi digitali è un ambito che continua ad essere penalizzato in Italia⁷⁷: relativamente al contesto statale, il

⁷³ GRASSI P., *Archivi storici e web locale*, in Il Capitale Culturale. Studies on the Value of Cultural Heritage, Journal of the Department of Cultural Heritage, Università di Macerata, Vol. 1, 2010, p. 108.

⁷⁴ Servizio di Digitalizzazione dei Beni Culturali, in Bucap, <https://www.bucap.it/servizi/digitali/digitalizzazione-dei-beni-culturali>

⁷⁵ POPPER K. R., *I tre mondi. Corpi, opinioni e oggetti del pensiero*, Il Mulino, Bologna, 2012.

⁷⁶ GIURATO F., SANTORELLI F., *Digitalizzazione e beni culturali: obiettivi e vantaggi*, in AXA XL, 28 gennaio 2021, <https://axaxl.com/it/fast-fast-forward/articles/digitalizzazione-e-beni-culturali-obbiettivi-e-vantaggi>

⁷⁷ GUERCIO M., *Archivi digitali, l'Italia li trascura: ecco i nodi irrisolti e gli obblighi disattesi*, in Network Digital 360 (Agenda Digitale), 26 luglio 2018, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/archivi-digitali-litalia-li-trascura-ecco-i-nodi-irrisolti-e-gli-obblighi-disattesi/>

censimento Istat del 2018 rileva che solo un museo su dieci (11.5%) dispone di un catalogo scientifico digitale delle proprie collezioni; di questi, soltanto il 20.8% ha digitalizzato tutto il materiale e solo il 6.1% ha reso accessibile il catalogo online⁷⁸.

1.4.3 Le tecnologie digitali nelle attività di fruizione e comunicazione dei musei

Tra le attività culturali maggiormente coinvolte dal processo evolutivo innescato dalle tecnologie della comunicazione, quello museale risulta essere un ambito in cui tale unione appare particolarmente favorevole e proficua, soprattutto per quanto riguarda il grado di coinvolgimento maggiore che la tecnologia determina per i visitatori, e per le innovative modalità di fruizione e apprendimento che consente di offrire⁷⁹. La nuova attenzione al digitale dei musei è, in parte, da ricondurre al cambiamento introdotto dall'*International Council of Museum* (ICOM) riguardo la *mission* museale, ossia il passaggio da museo concepito per la sola conservazione dei beni artistici a museo utente-centrico⁸⁰. Difatti, l'ICOM (2007) definisce il museo come: «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, educazione e diletto»⁸¹. Dunque, se il vecchio museo era centrato sugli oggetti, e la sua funzione era essenzialmente di magazzino statico per acquisire, preservare e studiare artefatti; il nuovo museo è centrato sull'orientamento del visitatore, ed ha come fine ultimo quello di diffondere informazione e di garantire al pubblico esperienze volte a favorire la conoscenza e il godimento del patrimonio⁸². Altresì, a livello europeo tale attenzione verso il digitale va ricondotta alla *Strategia di Lisbona* (2001), la quale ha posto in evidenza il ruolo fondamentale della cultura per la crescita economica e sociale delle società; assunto recentemente sottolineato nella direttiva che ha dato avvio all'*Anno Europeo del Patrimonio culturale 2018*⁸³.

⁷⁸ *I musei statali al tempo del Covid-19*, in Istat, 21 maggio 2020, <https://www.istat.it/it/archivio/243286>

⁷⁹ SOLIMA L., MINGUZZI A., *Innovare il rapporto tra musei, visitatori ed utenti attraverso le relazioni digitali*, in *Relazioni e reti collaborative per l'innovazione nei servizi*, Economia e diritto del terziario, FrancoAngeli Editore, Vol. 1, 2015.

⁸⁰ CARCI G., CAFORIO A., GAMPER C., *Digital technologies and museums: augmented reality, learning and audience development*, in *Formare – Open Journal per la formazione in rete*, Vol. 19, 1/2019, pp. 274-286.

⁸¹ *Definizione di Museo di ICOM*, in ICOM, <https://www.icom-italia.org/definizione-di-museo-di-icom/>

⁸² HOOPER-GREENHILL E., *Museums and their visitors*, London and New York, Routledge, 1994.

⁸³ CARCI G., CAFORIO A., GAMPER C., *cit.*, p. 275.

In primo luogo, il digitale determina per i musei la necessità di sviluppare una consapevole strategia di presenza sui *social media*, detta “social media strategy”, la quale rappresenta una porzione della più ampia “digital strategy” del museo. I *social media* (come Facebook, Instagram, YouTube, Twitter) sono un importante strumento di *audience development* con cui le organizzazioni possono rafforzare le relazioni già esistenti con la propria clientela abituale, ma permettono anche il raggiungimento e la creazione di relazioni con nuovi e più eterogenei pubblici⁸⁴ cui, con i tradizionali mezzi di comunicazione, non sarebbero in grado di arrivare. A riprova dell’enorme diffusione di tali strumenti, si pensi che almeno il 49% della popolazione mondiale ha un account su almeno un *social media* (il 59% della popolazione in Italia)⁸⁵. Al fine di favorire l’accessibilità e il dialogo con il proprio pubblico, tali strumenti andrebbero gestiti dalle organizzazioni culturali in modo tale da incentivare una comunicazione bidirezionale volta alla creazione di co-contenuti da parte del pubblico; tuttavia, nel panorama museale italiano si osserva che, sebbene tali organizzazioni si rivolgano sempre più frequentemente ai *social media*, il loro approccio prevalente continua ad essere di tipo comunicativo, vale a dire non volto ad un coinvolgimento attivo degli utenti⁸⁶.

Altri importanti strumenti in grado di sostenere l’attività di *audience development* delle istituzioni culturali sono la creazione di un proprio sito web e di una propria *App*. Entrambi, infatti, si rivelano strumenti capaci di aumentare l’accessibilità cognitiva dei musei in quanto, avvalendosi di uno stile narrativo tipicamente semplice e immediato, favoriscono il raggiungimento di molteplici target di pubblico. L’accesso online al patrimonio culturale va interpretato come l’occasione per innovare e creare nuove forme di fruizione e di valorizzazione, divenendo da “necessità” (in tempi di pandemia) “virtù” (utilizzabile a prescindere dallo stato di necessità, come strumento comodo e facile di godimento dell’arte anche a distanza)⁸⁷. L’Istat, nel censimento compiuto nel

⁸⁴ ZOLLO L., RIALTI R., MARRUCCI A., CIAPPEI C., *How do museums foster loyalty in tech-savvy visitors? The role of social media and digital experience*, in *Current Issues in Tourism*, 2021.

⁸⁵ AGOSTINO D., ARNABOLDI M., DIAZ LEMA M., *New development: COVID-19 as an accelerator of digital transformation in public service delivery*, in *Public Money & Management*, Vol. 41, 1/2020, pp. 69-72.

⁸⁶ FISSI S., GORI E., ROMOLINI A., CONTRI M., *Stakeholder engagement: verso un utilizzo dei Social Media nei musei italiani?*, in *Management Control*, FrancoAngeli Editore, Vol. 1, 2019.

⁸⁷ CARPENTIERI P., *Digitalizzazione, banche dati digitali e valorizzazione dei beni culturali*, in *Aedon*, 3/2020, p. 7.

2018, rileva in tal senso numeri incoraggianti: il 43.7% dei musei statali italiani ha un proprio sito web e il 65.9% possiede un account sui più importanti *social media*⁸⁸.

Nuove, seppure ancora poco esplorate, modalità di apprendimento dell'esperienza museale vengono altresì offerte dagli ambienti digitali e immersivi, come la modellazione e la stampa 3D, l'*Augmented Reality* (AR), la *Virtual Reality* (VR), il *video mapping*⁸⁹. *Augmented Reality* (Realtà Aumentata) identifica tutti quei contesti in cui l'ambiente reale viene "aumentato" tramite la sovrapposizione di oggetti virtuali con la vista utente, non ocludendo totalmente la visualizzazione, ma offrendo al fruitore un'esperienza immersiva e coinvolgente in cui gli oggetti virtuali vengono percepiti come realmente integrati nel mondo reale. I dispositivi AR più diffusi si possono distinguere in due categorie: *hand-held*, che sono tutti quegli strumenti che vengono tenuti in mano (come tablet, laptop e smartphone); e *wearable*, che sono quei dispositivi che possono essere indossati come normali occhiali, ma con il vantaggio di tenere le mani libere per compiere *task* di vario genere (come visori AR e *smart glasses*)⁹⁰. L'applicazione della Realtà Aumentata nel settore artistico consente di rendere il fruitore attivamente partecipe all'evento, arricchendo la fruizione d'arte con contenuti interattivi che trasformano la visita in un'esperienza immersiva all'interno di un contesto virtuale ad alto impatto emotivo⁹¹. La *Virtual Reality* (Realtà Virtuale), invece, è un ambiente digitale tridimensionale creato artificialmente che dà al fruitore l'impressione di trovarsi ad interagire in un ambiente reale attraverso i cinque sensi⁹². Il fine della Realtà Virtuale è quello di simulare un ambiente reale che, per mezzo di tecnologie elettroniche, consente al soggetto umano non solo di visionare l'ambiente circostante, ma anche di percorrerlo e di interagire con esso tramite interfacce sofisticate, come occhiali e visori dotati di sensori per simulare stimoli sensoriali e per tradurre i movimenti in istruzioni per il software⁹³. La VR consente, dunque, di godere l'arte in maniera totalmente diversa rispetto al passato, accrescendo in modo sostanziale

⁸⁸ *I musei statali al tempo del Covid-19*, in Istat, 21 maggio 2020, <https://www.istat.it/it/archivio/243286>

⁸⁹ CARCI G., CAFORIO A., GAMPER C., *cit.*, pp. 274-276.

⁹⁰ Definizione di "Realtà Aumentata" in ICOM: *Digitale e Tecnologie. Glossario a cura della Commissione Tecnologie Digitali di ICOM Italia*, 2020, <https://www.icom-italia.org/wp-content/uploads/2020/10/ICOMItalia.CommissioneTecnologie.2020.GlossarioTecnologie.pdf>

⁹¹ *Realtà Aumentata nel mondo dell'Arte: l'innovazione tecnologica nei musei*, in Art Market, <https://www.arealitymarket.com/realta-aumentata-e-arte/>

⁹² Definizione di "Realtà Virtuale" in ICOM, *cit.*, <https://www.icom-italia.org/wp-content/uploads/2020/10/ICOMItalia.CommissioneTecnologie.2020.GlossarioTecnologie.pdf>

⁹³ Definizione di "Realtà Virtuale", in Treccani, <https://www.treccani.it/enciclopedia/realta-virtuale>

il coinvolgimento dei fruitori e permettendo loro di arginare, almeno parzialmente, i limiti imposti dalla geografia, dal momento che rende possibile fruire anche a distanza le proposte culturali di musei posti fisicamente lontani o, addirittura, oltreoceano⁹⁴. Attualmente la ricerca si è concentrata sulla VR di tipo visivo e uditivo, ma gli studi stanno proseguendo verso la ricerca del senso del tatto e dell'olfatto⁹⁵, a dimostrazione di come la virtualità inizi sempre più a significare «un aspetto tacito della realtà materiale»⁹⁶. Il *video mapping*, invece, è una tecnica di proiezione evoluta che trasforma qualsiasi superficie in un display dinamico sul quale visualizzare animazioni, immagini, video e giochi di luce creando effetti 3D dal forte impatto visivo⁹⁷. Tutti questi strumenti hanno in comune il fatto di riuscire a trasmettere contenuti aumentando il coinvolgimento emotivo dei visitatori, ma anche di offrire loro nuove e più accessibili forme di apprendimento, oltre che di consentire la personalizzazione dell'esperienza di visita⁹⁸.

Parimenti, un altro interessante strumento a sostegno dell'*audience development* delle istituzioni culturali è quello dei videogiochi che, offrendo all'utenza più giovane della società contemporanea un'interazione familiare, ne facilita il loro apprendimento in chiave *edutainment* e di *learning by doing*. L'industria del gaming, infatti, ha trovato in musei, gallerie e siti archeologici una preziosa miniera cui attingere spunti per nuovi prodotti che si stanno rivelando eccellenti strumenti di promozione e di valorizzazione di contenuti culturali⁹⁹. E, ancora, accanto ai tradizionali strumenti di comunicazione quali le audio guide e i più recenti *podcast*, nuovi dispositivi come installazioni *touch*, *Qr-Code* e *iBeacon* che, tramite l'ausilio di un semplice apparecchio mobile permettono al fruitore di ottenere informazioni sull'opera nel momento in cui si trova in sua prossimità, si stanno dimostrando validi mezzi per favorire il coinvolgimento e la partecipazione attiva di coloro che ne usufruiscono.

⁹⁴ GENTILE G., *La realtà virtuale nel mondo dell'arte*, in Psb Privacy e Sicurezza, 08 gennaio 2020, <https://www.psbprivacye sicurezza.it/la-realta-virtuale-nel-mondo-dellarte/>

⁹⁵ Definizione di "Realtà Virtuale" in ICOM, *cit.*, <https://www.icom-italia.org/wp-content/uploads/2020/10/ICOMItalia.CommissioneTecnologie.2020.GlossarioTecnologie.pdf>

⁹⁶ HAWK B., RIEDER D. M., OVIEDO O., *On Small Tech and Complex Ecologies*, in *The Culture and Digital Tools*, Minneapolis and London, University of Minnesota Press, 2008.

⁹⁷ *Video mapping, l'architettura da spettacolo*, in Enel x, 27 aprile 2020, <https://www.enelx.com/it/it/storie/2020/04/video-mapping-proiezioni-edifici>

⁹⁸ CARCI G., CAFORIO A., GAMPER C., *cit.*, pp. 274-276.

⁹⁹ VACCA G., *cit.*, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/evoluzione-digitale-priorita-dei-beni-culturali-che-ha-fatto-il-governo/>

In conclusione, è possibile affermare che, con le prospettive aperte dalle nuove tecnologie e dai nuovi media, l'arte sta vivendo una stagione di grande rinnovamento¹⁰⁰. Nonostante le diffuse resistenze che si riscontrano nell'adozione delle tecnologie digitali all'interno di tale settore, soprattutto tra le medie, piccole e micro organizzazioni poste in posizioni periferiche rispetto alle grandi realtà istituzionali, le esperienze in corso dimostrano che la tecnologia ha ormai trovato concreta applicazione all'interno di tale settore. Ciononostante, sono ancora numerose le potenzialità inesprese e le sperimentazioni che devono trovare concretezza. D'altronde, è ormai evidente anche ai più riluttanti che il digitale, che si connota come una dimensione ibrida popolata di stimoli, visioni, conversazioni e oggetti digitali, è un aspetto inevitabile del contemporaneo¹⁰¹. Inoltre, tra gli addetti ai lavori è condiviso l'assunto che un impiego mirato e ben studiato del digitale possa apportare molteplici benefici a tale settore: *in primis*, il raggiungimento di nuovi, nonché più ampi ed eterogenei bacini di pubblico; ma anche la promozione da parte dei fornitori e produttori di contenuti culturali di un'offerta culturale più ricca, diversificata, inclusiva e coinvolgente, in grado di favorire forme di apprendimento più informali ed emotive. Inoltre, si osservano benefici sul fronte della gestione, della valorizzazione, del restauro e della catalogazione del patrimonio culturale.

Tutto ciò è possibile poiché quella dei nuovi media e del digitale si presenta come una comunicazione (visiva) realizzata ponendo attenzione agli obiettivi degli utenti; è un linguaggio che tende ad enfatizzare gli aspetti percettivi del comprendere, attuando azioni comunicative che si avvalgono di immagini che mirano ad agevolare la comprensione e a rendere più esplicite e fruibili le informazioni¹⁰². Le nuove possibilità introdotte dalle ICT sfidano i tradizionali modi di intendere la cultura¹⁰³; pertanto, il matrimonio tra settore culturale e digitale resta un fenomeno complesso, ben lontano dal considerarsi consumato¹⁰⁴. Oltre a ciò, non va scordato che «il digitale può rappresentare uno strumento efficace solo se si definiscono strategie e piani d'azione

¹⁰⁰ BALZOLA A., ROSA P., *L'arte fuori di sé. Un manifesto per l'età post-tecnologica*, Feltrinelli, Milano, 2019.

¹⁰¹ *Io sono Cultura 2021. L'Italia della qualità e della bellezza sfida la crisi*, in Fondazione Symbola, 2021, p. 47, reperibile in formato PDF al link: <https://www.symbola.net/ricerca/io-sono-cultura-2021/>

¹⁰² MESCHINI A., *Digital technology in the communication of Cultural Heritage. State of the art and potential development*, in Disegnare Con, Vol. 4, 2011.

¹⁰³ UZELAC A., CVJETICANIN B., *Digital Culture: The Changing Dynamics*, Institute for International Relations, Zagreb, 2008, p. 3.

¹⁰⁴ ALIPRANDI D., DAL POZZOLO L., *cit.*, <https://www.symbola.net/approfondimento/cultura-e-digital-transformation-tracce-di-una-svolta-forse-gia-avvenuta-di-damiano-aliprandi-e-luca-dal-pozzolo/>

consapevoli della situazione iniziale del museo, degli obiettivi che intende raggiungere con le tecnologie e della scelta ponderata rispetto alle soluzioni digitali disponibili, attraverso una strategia generale di *audience development*»¹⁰⁵. Non da ultimo, l'unione di questi due ambiti deve necessariamente trovare in politiche nazionali ed europee, non sporadiche e locali, il contesto indispensabile per orientare e sviluppare appieno le proprie potenzialità, anche in termini di ricadute economiche ed occupazionali¹⁰⁶.

1.4.4 Le tecnologie digitali nel mercato dell'arte e l'impatto del Covid-19

All'interno del settore artistico, quello del mercato dell'arte e del collezionismo risulta essere l'ambito in cui la rivoluzione digitale si è instaurata da maggior tempo. Tuttavia, anche in tale settore sono soprattutto gli ultimi due anni ad aver registrato il periodo più fitto di cambiamenti, portando alla creazione di modelli di business più innovativi e resilienti in tutto il comparto e ponendo le basi per una migliore crescita futura. Se New York, con Christie's, Sotheby's e Phillips si conferma ancora oggi il polo mondiale nelle vendite all'asta globali di beni d'arte; un nuovo centro si sta imponendo sulla scena con una serie di aste da record, complice anche la pandemia da Covid-19 che ha catalizzato un cambiamento epocale nelle vendite online, portando collezionisti, case d'asta e gallerie a ricorrere ai canali online per sostituire gli eventi *in-person*. Si tratta di Hong Kong. L'Asia in generale si sta dimostrando più incline all'adozione massiccia del digitale il che, tra le altre cose, prefigura nel futuro prossimo un maggior accesso dei nuovi collezionisti asiatici nel passaggio delle case d'aste verso il mondo virtuale¹⁰⁷. Cristiano De Lorenzo, Direttore Generale di Christie's Italia, rileva come già negli ultimi anni le piattaforme online abbiano conosciuto un notevole sviluppo e siano oggi utilizzate da gran parte dei collezionisti, a prescindere dalla loro età. Egli sostiene che il futuro del mercato delle aste d'arte internazionali può essere orientato ad un ulteriore rafforzamento delle strategie digitali, al fine di sfruttare al meglio le potenzialità che offre anche una volta conclusasi l'emergenza sanitaria. Tuttavia, secondo De Lorenzo è indiscutibile che «le opere d'arte vanno viste dal vivo» e che, in fase d'acquisto, gli

¹⁰⁵ CARCI G., CAFORIO A., GAMPER C., *cit.*, pp. 274-276.

¹⁰⁶ ALIPRANDI D., DAL POZZOLO L., *cit.*, <https://www.symbola.net/approfondimento/cultura-e-digital-transformation-tracce-di-una-svolta-forse-gia-avvenuta-di-damiano-aliprandi-e-luca-dal-pozzolo/>

¹⁰⁷ *Art & Finance Report 2021*, in Deloitte Private, reperibile in formato PDF al link: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/lu/Documents/financial-services/artandfinance/lu-art-finance-report-2021.pdf>

acquirenti siano condizionati proprio dalla visione diretta dei dettagli e delle qualità intrinseche ed estetiche di un'opera d'arte, che uno schermo permette di cogliere solo in modo parziale¹⁰⁸.

Accanto a ciò, si rileva come l'avvento dei *big data* e dell'intelligenza artificiale stia sempre più portando il mercato dell'arte verso la creazione di strumenti analitici capaci di aiutare nelle attività di valutazione e stima delle opere d'arte, nel monitoraggio del rischio, nel fornire ricerche approfondite sui vari *trends* che dominano il settore dell'arte e dei beni da collezione. Ma anche nel creare innovativi sistemi di gestione delle collezioni d'arte, oltre che nello sviluppare una nuova gamma di servizi tecnologici e artistici basati sui dati, particolarmente ricercati dalla clientela più giovane. D'altronde, la rivoluzione digitale sta già aggiungendo una nuova dimensione all'arte, è il caso dei Non-Fungible Tokens (NFT), ossia certificati di proprietà creati e registrati su blockchain (per la cui trattazione specifica si rimanda ai capitoli 3 e 4), che stanno creando un mercato globale di *digital art and collectibles* che in passato non esisteva, se non come segmento di nicchia, consentendo agli artisti di arte digitale di monetizzare il proprio talento e il proprio lavoro in un modo nuovo, ridefinendo potenzialmente il concetto di proprietà¹⁰⁹.

Per ciò che attiene il comparto delle gallerie d'arte, Antonio Addamiano, Delegato ANGAMC (Associazione Nazionale Gallerie d'Arte Moderna e Contemporanea) Lombardia, durante il webinar *Deloitte Art & Finance* tenutosi il 3 giugno 2020, evidenzia come le piattaforme digitali e le fiere trasferite online attraverso le *online viewing room* e le pagine web dedicate siano state di grande aiuto alle gallerie d'arte per cercare di supportare il significativo crollo dei fatturati vissuto dal settore in piena crisi pandemica. Ciononostante, egli rileva come nelle ultime settimane di *lockdown* l'offerta sui canali virtuali abbia quasi raggiunto il livello di saturazione, vedendo ridotta la propria efficacia. Addamiano, come precedentemente De Lorenzo, ritiene che il contatto fisico sia un elemento essenziale per il gallerista, che ha il compito di «trasmettere la passione che ha per i propri artisti», e in ciò la pandemia ha fortemente penalizzato il

¹⁰⁸ *Lo stato dell'Arte. Una fotografia del settore Art & Finance ai tempi del COVID-19*, in Deloitte Private, 2020, reperibile in formato PDF al link: <https://www2.deloitte.com/it/it/pages/private/articles/lo-stato-dell-arte---deloitte-italy---deloitte-private.html>

¹⁰⁹ *Art & Finance Report 2021*, in Deloitte Private, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/lu/Documents/financial-services/artandfinance/lu-art-finance-report-2021.pdf>

settore delle gallerie d'arte, il quale è costituito prevalentemente da piccole-medie realtà che, rispetto alle grandi gallerie internazionali, incontrano maggiori difficoltà nel trovare spazio sul mercato virtuale¹¹⁰. Il report di Art Basel in collaborazione con UBS evidenzia, infatti, che nel primo semestre del 2020 il calo delle vendite delle gallerie a livello internazionale è stato in media del 36% rispetto allo stesso periodo del 2019¹¹¹. Analizzando i dati raccolti durante la prima edizione di *Deloitte Art & Finance – Pulse Survey*, un'indagine rivolta ad un panel di mille *stakeholder* di *Deloitte Private Art & Finance in Italia*, composto da artisti, collezionisti, operatori ed esperti del settore, volto ad approfondire percezioni e opinioni di chi si interessa di beni da collezione, si osserva come quasi tre quarti dei rispondenti abbiano attribuito media o elevata efficacia alle piattaforme virtuali implementate o rafforzate da parte di case d'asta, gallerie e fiere d'arte nel periodo del *lockdown*. Inoltre, tre intervistati su cinque ritengono che sia stato proprio il *lockdown* a fungere da catalizzatore per l'implementazione di un canale di vendita online. I dati forniti da Deloitte in riferimento al numero di aste online proposte da Christie's e Sotheby's dal 1 gennaio 2020 al 30 giugno 2020 rispetto allo stesso periodo del 2019, evidenziano come le aste online siano cresciute in termini quantitativi di oltre il 270%, anche se i fatturati rimangono ben al di sotto delle stesse proposte *live* degli anni scorsi, con un calo medio del 60% dovuto al fatto che il mercato delle aste online è efficace prevalentemente per le vendite di lotti di basso valore¹¹². Inoltre, *The Art Basel and UBS Global Art Market Report*, relativo al primo semestre del 2021, pone l'accento sul cambiamento avvenuto a livello di clientela: a dominare sono stati i collezionisti *millenials* che, quest'anno, hanno superato più di tre volte nella spesa sia il livello dei loro colleghi più anziani, sia il livello degli stessi *millenials* rispetto agli anni 2019 e 2020, con un 16% della quota di spesa rivolta all'acquisto di *digital* e *video art* sottoforma di NFT, a dimostrazione della crescente importanza di tali mezzi¹¹³. Se, dunque, nella prima metà del 2020 le vendite all'asta globali di Christie's, Sotheby's e Phillips sono crollate del 49% su base annua, l'ingegno e la rapida adozione dei canali

¹¹⁰ *Lo stato dell'Arte. Una fotografia del settore Art & Finance ai tempi del COVID-19*, in Deloitte Private, <https://www2.deloitte.com/it/it/pages/private/articles/lo-stato-dell-arte---deloitte-italy---deloitte-private.html>

¹¹¹ MCANDREW C., *The Impact of COVID-19 on the Gallery Sector*, in Art Basel & UBS, 2020, reperibile in formato PDF al seguente link: <https://www.artbasel.com/about/initiatives/the-art-market>

¹¹² Per ulteriori approfondimenti si rimanda a: <https://www2.deloitte.com/it/it/pages/private/articles/lo-stato-dell-arte---deloitte-italy---deloitte-private.html>

¹¹³ *The Art Basel and UBS Global Art Market Report*, in Art Basel, 2021, reperibile in formato PDF al link: https://d2u3kfw92fzu7.cloudfront.net/The_Art_Market_Mid_Year_Review_2021.pdf

digitali ha permesso alle stesse un aumento del 30.1% su base annua nella seconda metà del 2020, chiudendo il 2020 con un fatturato totale di 7.41 miliardi di dollari, in calo del 25.9% rispetto al 2019. Lo slancio del mercato è poi proseguito nei primi sei mesi del 2021, con le vendite all'asta globali di Christie's, Sotheby's e Phillips che hanno raggiunto i 5.9 miliardi di dollari, un aumento del 230% su base annua dai 1.79 miliardi di dollari della prima metà del 2020, anche superiore ai 5.70 miliardi di dollari del 2019. Questo aumento delle vendite riporta la fascia premium del mercato delle aste in linea con i livelli di vendita pre-pandemici¹¹⁴. In conclusione, i numeri nel complesso ottimisti rilevati da Deloitte Private in riferimento al primo semestre del 2021, consentono di affermare che gli effetti combinati della crescente modernizzazione delle pratiche commerciali dell'arte, dell'introduzione di nuovi modelli di investimento nel settore e di un mercato artistico resiliente e in forte sviluppo, con molta probabilità in futuro faranno registrare un'ulteriore crescita dell'industria *Art and Finance*¹¹⁵.

¹¹⁴ *Lo stato dell'Arte. Una fotografia del settore Art & Finance ai tempi del COVID-19*, in Deloitte Private, 2020, p. 45, <https://www2.deloitte.com/it/it/pages/private/articles/lo-stato-dell-arte---deloitte-italy---deloitte-private.html>

¹¹⁵ *Ibidem*.

CAPITOLO 2

LA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

2.1 B(b)lockchain e B(b)itcoin: un'introduzione

Il mondo è in continua evoluzione, soprattutto nell'ambito delle nuove tecnologie: lo si è visto con le rivoluzioni industriali, con l'avvento di Internet, con la creazione degli *smartphone* e con lo sviluppo delle tecnologie IoT (*Internet of Things*), sino ad arrivare alle più complesse intelligenze artificiali¹¹⁶. L'ultima grande novità nel mondo tecnologico è rappresentata dalla blockchain, traducibile letteralmente con "catena di blocchi" che, in prima istanza, è possibile definire come un registro immutabile di transazioni verificate e certificate che avvengono senza il controllo di un'autorità centrale¹¹⁷. In via preliminare, però, appare necessario fare chiarezza su un paio di termini che, nel corso dei capitoli, saranno assai ricorrenti: "blockchain" scritto con l'iniziale maiuscola, difatti, assume un significato diverso dalla stessa parola scritta con la "b" minuscola, e lo stesso vale per il termine "bitcoin". *Blockchain* come nome proprio, dunque, indica la tecnologia che supporta specificatamente i Bitcoin¹¹⁸, ossia fa riferimento alla Blockchain Bitcoin, la prima e la più nota tra le blockchains¹¹⁹. Mentre *blockchain* indica l'architettura tecnologica posta alla base di altri sistemi dove il *criptoasset* non è necessariamente il Bitcoin¹²⁰, pertanto designa il fenomeno tecnologico in sé. A sua volta, il termine *Bitcoin* è utilizzato con l'iniziale maiuscola quando ci si vuole riferire alla tecnologia e al protocollo di rete (ossia alla Blockchain), mentre *bitcoin* in minuscolo viene usato per riferirsi alla criptovaluta in sé, in quanto unità di scambio¹²¹.

Nei successivi paragrafi del presente capitolo si procederà approfondendo la storia che ha portato alla nascita e alle successive implementazioni della tecnologia blockchain che, come precedentemente accennato, sorge nativamente come Blockchain Bitcoin.

¹¹⁶ BASILE A., *Blockchain. La nuova rivoluzione industriale*, Palermo, D. Flaccovio, 2019, p. 19.

¹¹⁷ *Ibidem*.

¹¹⁸ GARAVAGLIA R., *Tutto su blockchain. Capire la tecnologia e le nuove opportunità*, Milano, Hoepli, 2018, p. 3.

¹¹⁹ BELLINI M., *Blockchain: cos'è, come funziona e gli ambiti applicativi in Italia*, in Network Digital 360 (Blockchain4Innovation), 07 febbraio 2021, <https://www.blockchain4innovation.it/esperti/blockchain-perche-e-cosi-importante/>

¹²⁰ GARAVAGLIA R., *cit.*, p. 3.

¹²¹ *Ibidem*.

Seguirà l'analisi delle caratteristiche che rendono tale la Blockchain e dei vari termini specifici che vengono impiegati per descriverne i suoi attributi. Verrà poi descritta la struttura tipica delle blockchains attualmente esistenti, spiegando inoltre il significato del termine *Smart Contract*. Infine, si accennerà al potenziale che tale tecnologia riserva se applicata ad ambiti diversi rispetto a quello delle criptovalute.

2.2 Alle origini della Blockchain e del Bitcoin

«I've been working on a new electronic cash system that's fully peer-to-peer, with no trusted third party»¹²², scriveva il 31 novembre 2008 Satoshi Nakamoto, pseudonimo dietro al quale si nasconde l'uomo o, più probabilmente, un collettivo dall'identità ignota che passa alla storia come l'ideatore, nonché il creatore, di Bitcoin. Tuttavia, la costruzione dell'architettura sottostante al Bitcoin non è da imputare esclusivamente a Nakamoto. Nei decenni antecedenti la pubblicazione del suo famoso paper *Bitcoin: a Peer-to-Peer Electronic Cash System* (2008), un filone di riflessioni sulle possibili intersezioni tra informatica, crittografia e finanza ne aveva posto le fondamenta. Il contributo di questi ricercatori verrà tratteggiato nei paragrafi che seguono.

2.2.1 David Chaum e i Cypherpunk

Più di vent'anni prima di Nakamoto, nel 1982, l'americano David Chaum, pioniere in crittografia¹²³, pubblica un articolo dal titolo *Blind Signature for Untraceable Payments*¹²⁴ in cui, nel descrivere un possibile metodo per inviare denaro in modo anonimo e senza necessitare di fiducia reciproca tra le parti, introduce il concetto di *blind signature*. Si tratta di una tecnica tramite cui un terzo soggetto firma un messaggio di cui ignora il

¹²² Satoshi Nakamoto, *Cryptography Mailing List. Bitcoin P2P e-cash paper*, in Satoshi Nakamoto Institute, 31 novembre 2008, <https://satoshi.nakamotoinstitute.org/emails/cryptography/1/>

¹²³ Tecnica di rappresentazione di un messaggio in una forma tale che l'informazione in esso contenuta possa essere recepita solo dal destinatario; ciò si può ottenere con due diversi metodi: celando l'esistenza stessa del messaggio o sottoponendo il testo del messaggio a trasformazioni che lo rendano incomprensibile. (Fonte: Treccani, <https://www.treccani.it/enciclopedia/crittografia/>).

La storia della scrittura di messaggi nascosti, la crittografia appunto, è molto antica, ed è intrecciata a doppio filo con la storia della guerra. L'arte di rendere segreti i messaggi è stata largamente praticata per scopi bellici da migliaia di anni, ma solamente dalla metà del XX secolo la crittologia (crittografia + crittanalisi) si è costituita come un sapere scientifico rigoroso. Fonte: Mondo Digitale, http://mondodigitale.aicanet.net/2017-2/articoli/03_Garcia-Milani_MD69.pdf

¹²⁴ Paper reperibile in formato PDF al link: <https://www.chaum.com/publications/Chaum-blind-signatures.PDF>

contenuto al solo fine di verificare l'integrità del messaggio, così garantendo che il messaggio non è stato alterato durante la transazione¹²⁵. Il *blind signature* rappresenta, pertanto, un elemento chiave per la Blockchain, anche se in tale tecnologia quello di privacy risulta essere un concetto rispettato solo parzialmente poiché, per sua stessa natura, permette di compiere pubbliche transazioni tra indirizzi.

L'idea di una rappresentazione digitale di valore basata sulla crittografia nasce, invece, con il gruppo "Cypherpunk"¹²⁶, il cui nome intende richiamarsi al cyberpunk¹²⁷, movimento letterario e fantascientifico che si sviluppa negli anni Ottanta del XX secolo; richiamo che, tuttavia, viene condito da un pizzico di ironia, in quanto "cyber" viene trasformato in "cypher" che in crittografia sta per "cifrario"¹²⁸. Se i cyberpunk si proponevano come eredi dell'antagonismo radicale (*punk*) potenziati da un uso critico quanto massiccio delle nuove tecnologie (*cyber*), i Cypherpunk sono portatori di una visione più specifica: le nuove tecnologie a cui si riferiscono sono sì i *personal computer*, le reti telematiche, i supporti di archiviazione digitali, i canali comunicativi a larga banda, i dispositivi microelettronici personali e così via, ma anche e soprattutto le nuove tecnologie crittografiche¹²⁹. John Gilmore, Erich Hughes e Timothy C. May, membri del suddetto gruppo, nel 1992 avviano la *mailing list* Cypherpunks (crittografata e sicura), che nel giro di sette anni raggiunge più di duemila iscritti. In essa si discute in modo vario di informatica, politica, matematica, crittografia, filosofia, e altro ancora¹³⁰. Emblematico è il loro manifesto, *The Cypherpunk manifesto*, stilato e pubblicato il 9 marzo 1993 da Eric Hughes:

«La privacy è necessaria per una società aperta dell'età elettronica. "Privacy" non equivale a "segretezza". Un affare privato è qualcosa che non si vuole condividere con tutto il mondo, un affare segreto è qualcosa che non si vuole condividere con nessuno. Privacy è la capacità di rivelarsi in maniera selettiva al resto del mondo. [...] Dobbiamo difendere la nostra privacy, se vogliamo davvero averne una. [...] Noi Cypherpunk ci dedichiamo a costruire sistemi anonimi. Difendiamo la nostra privacy con la crittografia, con i sistemi automatici di reinoltro delle email, con le firme digitali e con il denaro elettronico. Noi

¹²⁵ DE COLLIBUS F., MAURO R., *Hacking Finance: la rivoluzione del bitcoin e della blockchain*, Milano, Agenzia X, 2016, pp. 50-51.

¹²⁶ SANTILLI R. (a cura di), *Il movimento Cypherpunk: le origini delle criptovalute*, Ius in Itinere, 2019.

¹²⁷ SCELISI R. (a cura di), *Cyberpunk. Antologia di testi politici*, Milano, ShaKe, 1990.

¹²⁸ Il verbo inglese "to cypher" si traduce con "scrivere in cifra, crittografare".

¹²⁹ PACAGNELLA L., *Il potere dei codici: crittografia, cypherpunk e movimenti sociali*, Quaderni di Sociologia, Vol. 23, 2000, pp. 48-63.

¹³⁰ *Ivi*, p. 49-50.

Cypherpunk scriviamo codice. Sappiamo che qualcuno deve scrivere codice per diffondere la privacy, e poiché noi non otterremo la privacy finché non la otterranno tutti, noi scriveremo questo codice»¹³¹.

Dalla lettura del manifesto si evince come la visione Cypherpunk porti alle estreme conseguenze l'adozione diffusa di sistemi di crittografia a chiave pubblica, di firma elettronica e di denaro anonimo digitale, sommati all'orizzontalità e al decentramento delle comunicazioni permesse dalle reti telematiche. Tale manifesto non reclama soltanto un minore controllo statale sugli strumenti crittografici, ma ne programma esplicitamente la completa eliminazione attraverso alcuni passaggi fondamentali, così elencati da Luciano Pacagnella¹³²:

- *Rifiuto dell'identità anagrafica*: i Cypherpunk affermano che il nome anagrafico, univoco e immutabile, è necessario solo nei rapporti tra cittadino e stato, non nei rapporti tra liberi individui, per i quali è sufficiente uno pseudonimo;
- *Gestione delle chiavi pubbliche orizzontale e informale*: se l'unica conferma dell'identità di un individuo è la sua chiave pubblica, sorge il problema di certificare l'autenticità delle chiavi. Problema che i Cypherpunk propongono di risolvere adottando un sistema rizomatico basato su catene di firme reciproche;
- *Il denaro digitale e la fine dei sistemi fiscali nazionali*: tutte le transazioni economiche possono avvenire attraverso la rete, tra attori anagraficamente anonimi (ma la cui reputazione viene acquisita "sul campo" e certificata dalla propria chiave pubblica), mediante una forma di denaro contante digitale. Ciò comporta il collasso del sistema fiscale, poiché quest'ultimo non è più in grado di tenere traccia delle transazioni effettuate;
- *Irreversibilità dell'informazione*: affermano che in tale ecosistema le transazioni, una volta registrate, non possano più essere manomesse successivamente;

A concretizzare le idee di tale movimento è in particolare David Chaum che, nel 1989, crea la società *DigiCash Inc.*, la prima impresa ad integrare la crittografia con la moneta al fine di rendere anonime le transazioni con un sistema di emissione centralizzato e di compensazione¹³³. Sostanzialmente si trattava di una forma di

¹³¹ *Ibidem*. È possibile consultare l'edizione integrale in lingua inglese del testo al seguente link: <https://www.activism.net/cypherpunk/manifesto.html>

¹³² PACAGNELLA L., *cit.*, pp. 48-63

¹³³ CAPACCIOLI S., *Criptovalute e bitcoin: un'analisi giuridica*, Milano, Giuffrè, 2015.

pagamento elettronico anticipato, che si avvaleva di chiavi pubbliche e private sottoforma di stringhe alfanumeriche da inviare al destinatario, che rendevano impossibile per banche e governi rintracciare gli utenti¹³⁴. Tuttavia, questo sistema soffriva di centralizzazione in quanto la banca doveva rilasciare un nullaosta per utilizzarle, pertanto, dopo molteplici tentativi volti a colmare il *gap*, la società dichiara il fallimento nel 1999¹³⁵.

2.2.2 Adam Back, Wei Dai e Nick Szabo

Nel marzo del 1997 si inizia a parlare di *Proof-of-Work* (letteralmente “Prova di Lavoro”) con Adam Back che, al fine di limitare lo *spam* e-mail e attacchi *DoS* (*Denial-of-Service*¹³⁶), crea *Hashcash*. Come evidenziano Cynthia Dwork e Moni Naor, ricercatori presso la IBM Research Division, nel loro white paper *Pricing via Processing or Combatting Junk Mail* (1992): «il costo facile e ridotto dell’invio di posta elettronica, e in particolare la semplicità di inviare lo stesso messaggio a più parti, è quasi un invito all’abuso»¹³⁷. Back presenta la sua proposta per contrastare lo *spam* nella già citata *mailing list* Cypherpunk. Il sistema da lui ideato propone di aggiungere un *hashcash* all’intestazione dei messaggi e-mail, in modo tale da costringere lo *spammer* a spendere una notevole quantità di costi computazionali¹³⁸. L’*Hashcash*, infatti, è un algoritmo *Proof-of-Work* che si basa sulla richiesta di un tempo di computazione (o lavoro) da parte di chi richiede un servizio; pertanto, un “marchio” *hashcash* costituisce una prova del lavoro computazionale svolto dal mittente per mandare il messaggio¹³⁹. Il concetto di blockchain è uno sviluppo del concetto di *hashcash*, in quanto tutti i calcoli complessi previsti per fare *mining* del blocco servono solo a rendere estremamente complesso contraffare il lavoro svolto fino a quel momento¹⁴⁰.

¹³⁴ *La storia di Bitcoin*, in Bitcoin In Action, 09 marzo 2019, <https://bitcoin-in-action.medium.com/la-storia-di-bitcoin-18dbd9c7fe26>

¹³⁵ *Ibidem*.

¹³⁶ Un attacco *DoS* consiste nel tempestare di richieste un sito web, saturandolo e rendendolo irraggiungibile per gli utenti.

¹³⁷ DWORK C., NAOR M., *Pricing via Processing or Combatting Junk Mail*, (traduzione mia), Springer Verlag, Berlin and Heidelberg, 1992, pp. 139-147.

¹³⁸ FRANCO P., *Understanding Bitcoin: Cryptography, Engineering and Economics*, Chichester, John Wiley & Sons Inc, 2014, p. 163.

¹³⁹ DE COLLIBUS F., MAURO R., *cit.*, pp. 53.

¹⁴⁰ *Ibidem*.

Un'altra figura che ha favorito il progresso della disciplina è l'ingegnere informatico Wei Dai che, nel novembre del 1998, pubblica sulla *mailing list* dei Cypherpunk un paper dal titolo *B-money, an Anonymous Distributed Electronic Cash System*¹⁴¹, nel quale descrive la sua idea di criptovaluta. Nel paper Dai Wei afferma: «La mia motivazione nella creazione di *B-money* è abilitare delle economie online che siano puramente volontarie, che non possano essere tassate o regolate attraverso la minaccia della forza»¹⁴². Nel fare ciò, propone due strade: la prima è quella di creare un registro, non controllato da un'entità centrale, di cui tutti i partecipanti ne posseggono una copia, che deve essere aggiornato da ciascuno di essi ogniqualvolta viene eseguita una nuova transazione. Tali registri si avvalgono di chiavi pubbliche alle quali viene allegato soltanto l'ammontare di denaro oggetto della transazione, e non le identità corrispondenti alla chiave¹⁴³. Dunque, oltre a garantire la privacy, *B-money* funziona in maniera decentralizzata e non può essere controllato da alcuna entità; tuttavia, sussiste il problema del *double spending*¹⁴⁴. Difatti, nel suo sistema è ancora possibile che un utente invii lo stesso *B-money* contemporaneamente a due utenti, che scoprirebbero soltanto dopo che metà del *network* non riconosce il loro saldo¹⁴⁵. Per tale motivo, Dai Wei elabora una seconda versione in cui distingue i partecipanti al *network* tra "server" e "utenti regolari", in cui solo i primi conservano una copia del registro. Sostanzialmente, questa versione delega il conteggio dell'ammontare di denaro posseduto da ciascun utente ad un sottoinsieme di partecipanti che, tramite un incentivo economico (basato sulla teoria dei giochi), li motiva a comportarsi in maniera onesta¹⁴⁶. Per quanto innovativa, *B-money* presenta molteplici difetti, tra questi un modello di consenso ritenuto fragile. Pertanto, il progetto di Dai Wei non decollerà mai, ciononostante sarà di importanza centrale per lo sviluppo di Bitcoin¹⁴⁷. Francesco M. De Collibus e Raffaele

¹⁴¹ Paper consultabile integralmente al link: <http://www.weidai.com/bmoney.txt>

¹⁴² SIGNORELLI A. D., *Le origini di Bitcoin. Anarchia, crittografia, cypherpunk: storia della valuta digitale che ha compiuto dieci anni*, in Il Tascabile, 08 novembre 2018, <https://www.iltascabile.com/scienze/origini-bitcoin/>

¹⁴³ *Ibidem*.

¹⁴⁴ Letteralmente "doppia spesa", è un problema che può emergere in un sistema di moneta digitale in cui gli stessi fondi vengono inviati (o spesi), a due recipienti diversi contemporaneamente. Senza le adeguate contromisure, un protocollo che non risolve tale problema è fondamentalmente compromesso, in quanto gli utenti non hanno alcun modo di verificare che i fondi ricevuti non siano già stati spesi altrove. Fonte: Binance Academy, <https://academy.binance.com/it/articles/double-spending-explained>

¹⁴⁵ SIGNORELLI A. D., *cit.*, <https://www.iltascabile.com/scienze/origini-bitcoin/>

¹⁴⁶ SANTILLI R. (a cura di), *cit.*, 2019.

¹⁴⁷ SIGNORELLI A. D., *cit.*, <https://www.iltascabile.com/scienze/origini-bitcoin/>

Mauro nel loro libro *Hacking finance: la rivoluzione del bitcoin e della blockchain*, spiegano quali sono le due nuove basi che Wei Dai pone:

- *La creazione di moneta*: Wei Dai afferma che chiunque potrà creare moneta diffondendo a tutti i partecipanti la soluzione a problemi computazionali precedentemente non risolti. Ciò avviene a condizione che sia facile determinare quanta potenza computazionale è stata necessaria per risolvere il problema, e che la soluzione trovata non abbia nessun valore pratico o intellettuale. Il numero di unità monetarie create deve essere uguale al costo dello sforzo di calcolo rapportato a un paniere standard di beni¹⁴⁸.
- *Il trasferimento di moneta*: riportando l'esempio proposto dagli autori del testo sopra citato, «se Alice (che usa lo pseudonimo K_A) vuole trasferire X unità di moneta a Bob (che usa lo pseudonimo K_B), Alice deve diffondere a tutti il messaggio “Ho dato X unità di moneta a K_B” firmato da K_A. Dopo aver ricevuto questo messaggio, ciascun nodo addebita al conto di K_A di Alice un numero di monete, mentre accredita sul conto di K_B l'importo equivalente di monete, questo se la quantità di monete attualmente nel conto K_A lo permette, altrimenti il messaggio è semplicemente ignorato»¹⁴⁹.

L'ultima personalità da nominare prima di giungere al fondatore è quella di Nick Szabo, da alcuni ritenuto essere Nakamoto stesso, noto per essere l'inventore degli *Smart Contracts*. Nel 2005 Szabo pubblica la proposta di *Bit Gold*¹⁵⁰, la quale anticipa di un altro passo il funzionamento di Bitcoin: dopo aver a lungo lavorato presso la *DigiCash* di Chaum, egli comprende che il sistema *DigiCash* era soggetto a rischi legati al problema del *double spending*; da ciò Szabo parte per proporre la valuta digitale *Bit Gold* che, invece, si basa su un sistema decentralizzato *Proof-of-Work*, in cui ogni utente possiede una chiave pubblica grazie al *timestamp*¹⁵¹ della firma digitale¹⁵². Nonostante *Bit Gold* non abbia mai visto la luce, le innovazioni che introduce permettono di identificarlo come il precursore del Bitcoin di Nakamoto.

¹⁴⁸ Ivi, pp. 54-55.

¹⁴⁹ *Ibidem*.

¹⁵⁰ Paper consultabile integralmente al link: <https://nakamotoinstitute.org/bit-gold/>

¹⁵¹ Letteralmente “marca temporale”, è un servizio che permette di associare data e ora certe e legalmente valide ad un documento informatico. Fonte: Pec.it, <https://www.pec.it/marche-temporali.aspx>

¹⁵² GRANO S., *Satoshi Nakamoto: il mitico creatore dei Bitcoin*, in Starting Finance, 21 aprile 2020, <https://www.startingfinance.com/approfondimenti/satoshi-nakamoto/>

2.2.3 Satoshi Nakamoto

Tutte le innovazioni introdotte dalle figure precedentemente citate vengono comprese da Satoshi Nakamoto che, il 31 ottobre 2008, in piena crisi finanziaria mondiale, pubblica su una *mailing list* dedicata alla crittografia il white paper dal titolo *Bitcoin: a Peer-to-Peer Electronic Cash System*¹⁵³, noto come *Bitcoin White Paper*. In esso egli spiega la sua idea di moneta virtuale *Peer-to-Peer*, il Bitcoin, che per la prima volta risolve l'annoso problema del *double spending*¹⁵⁴. È nella bibliografia del white paper che egli cita i lavori di Back e Dai Wei, rendendo palese e verificabile il *background* accademico e le radici concettuali del proprio lavoro¹⁵⁵.

Come detto in precedenza, non si conosce l'identità di Satoshi, pertanto, non si sa se sia un uomo, una donna, un collettivo, o se sia effettivamente di origine nipponica; tuttavia, ciò che è certo è che si tratta di un esperto in crittografia, molto probabilmente orbitante intorno alla cerchia dei Cypherpunk. Difatti, nei paragrafi precedenti si è visto che vari membri di tale community avevano cercato, nei decenni antecedenti, e senza successo, di creare una moneta elettronica: si pensi all'*eCash* di Hal Finney e al *Bit Gold* di Szabo¹⁵⁶. La proposta di Satoshi invece, grazie alla Blockchain risolve l'assai discusso problema del *double spending*, ossia la possibilità di replicare una moneta elettronica come un qualunque *file* digitale circolante online, un limite che rendeva impossibile creare una valuta che non fosse gestita da una qualche autorità centrale¹⁵⁷. Come afferma Riccardo Santilli:

«La tecnologia blockchain presenta infatti molte caratteristiche affini ai tentativi precedentemente portati avanti dai Cyperpunks: al pari di *B-money* che si presentava come sistema di cassa elettronico anonimo e distribuito, si tratta di un libro contabile distribuito (*distributed ledger*) che permette scambi di valore in anonimato; il meccanismo di validazione delle transazioni avviene attraverso l'utilizzo del trucco crittografico già utilizzato da Adam Back nella creazione di Hashcash e ripreso successivamente da Szabo nella creazione di *Bit Gold*. A differenza di *Bit Gold*, il protocollo

¹⁵³ Paper consultabile integralmente al link: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

¹⁵⁴ GARAVAGLIA R., *cit.*, 2018.

¹⁵⁵ De ANGELIS T., *Bitcoin, anno 10: dalla pre-storia a Silk Road*, in *Il Sole 24 Ore*, 06 gennaio 2019, <https://www.econopoly.ilsole24ore.com/2019/01/06/bitcoin-anno-10-silk-road/>

¹⁵⁶ SIGNORELLI A. D., *Una delle personalità più ricche al mondo non ha ancora volto: Satoshi Nakamoto*, in *Wired*, 28 ottobre 2021, <https://www.wired.it/article/bitcoin-satoshi-nakamoto-ricco-mondo-chi-e-persona/>

¹⁵⁷ *Ibidem*.

Bitcoin prevede però che il numero di bitcoin emessi nel tempo sia definito a priori, in maniera tale da far crescere la quantità totale molto rapidamente all'inizio e poi sempre più lentamente fino a stabilizzarsi asintoticamente sotto la soglia di 21 milioni intorno al 2030»¹⁵⁸.

Il 3 gennaio 2009 nasce il *Genesis Block*, il primo blocco di ogni *cryptocurrency*, l'antenato a cui ogni altro blocco di bitcoin può fare risalire le proprie origini, essendo ciascuno riconducibile a quello precedente¹⁵⁹. Il codice sorgente del Bitcoin, invece, viene rilasciato per la prima volta da Satoshi il 9 gennaio 2009, in versione 0.01, su *SourceForge*, una community di sviluppatori basata su un software *open source*. Il ricorso ad un software di tipo *open* si è dimostrata una scelta necessaria, poiché tali programmi si caratterizzano per essere verificabili e migliorabili da chiunque, il che implica che sia possibile perfezionarli agilmente, risolvendo al contempo *bug* e problemi che la comunità stessa contribuisce a scoprire¹⁶⁰. Pertanto, il costante scrutinio pubblico dello sviluppo di Bitcoin costituisce una garanzia fondamentale per la sua efficiente implementazione¹⁶¹.

Il 12 gennaio 2009 Nakamoto, insieme a Hal Finney, sviluppatore software e attivista Cypherpunk, effettuano la prima vera transazione bitcoin. Tuttavia, il *Bitcoin White Paper* riceve inizialmente una fredda reazione, complice il fatto che negli anni precedenti molteplici personalità avevano già cercato di proporre una *e-currency* che, però, in tutti i casi si era conclusa con un fallimento. Alcuni mesi più tardi, nell'ottobre dello stesso anno, il *New Liberty Standard*, il primo *exchange* di Bitcoin, pubblica il primo prezzo di conversione¹⁶². Non esistendo un prezzo di conversione, il gestore di NLS (che minava Bitcoin sul proprio computer) lo stabilisce nel modo più semplice: è il "costo-per-Bitcoin" minato, sostenuto in spese di elettricità. È così che il primo *exchange USD/BTC rate* viene stabilito: US\$1 = 1.209,03 BTC¹⁶³. Il passaggio al mondo *mainstream* è stato sancito definitivamente il 31 ottobre 2015, quando il settimanale *The Economist* dedica la sua copertina al mondo del Bitcoin e della blockchain¹⁶⁴.

¹⁵⁸ SANTILLI R. (a cura di), *Il movimento Cypherpunk: le origini delle criptovalute*, Ius in Itinere, 2019.

¹⁵⁹ NIZZA C., *Genesis Block: la storia del blocco primigenio di Bitcoin*, 05 aprile 2018, in IHODI, <https://it.ihodl.com/tutorials/2018-04-05/genesis-block-guida-storia-bitcoin/>

¹⁶⁰ DE COLLIBUS F., MAURO R., *cit.*, p. 53.

¹⁶¹ *Ibidem*.

¹⁶² De ANGELIS T., *cit.*, <https://www.econopoly.ilsole24ore.com/2019/01/06/bitcoin-anno-10-silk-road/>

¹⁶³ *Ibidem*.

¹⁶⁴ DE COLLIBUS F., MAURO R., *cit.*, p. 21.

2.3 La Blockchain Bitcoin

Nel mondo tradizionale esistono gli scambi di informazioni e il trasferimento di beni fisici o competenze, ossia valori che assumono tale significato in quanto scarsi. L'avvento di Internet ha permesso ad una pluralità sempre più ampia di utenti di accedere e distribuire le informazioni, ma anche di poter intervenire sul dato stesso replicandolo, potenzialmente all'infinito, o modificandolo e poi rimettendolo in circolo¹⁶⁵. Per poter eseguire un trasferimento di valore via Internet, dunque, era necessario trovare un metodo che rendesse molto difficile vanificare l'immutabilità delle transazioni, che fosse il più possibile immune da un attacco esterno volto ad alterarne le proprietà, e che potesse garantire tutto ciò anche in assenza di fiducia. Blockchain è questo: un sistema matematico che ripropone nel digitale il concetto di scarsità, consentendo lo scambio, in modo trasparente e tracciabile, di asset immuni al rischio di replica¹⁶⁶. Bitcoin è stata la prima vera implementazione della suddetta tecnologia, per tale motivo vanta il merito di averla resa famosa e di aver creato interesse intorno ad essa. La Blockchain è, invece, l'infrastruttura che sta alla base del Bitcoin, così come di altre *criptocurrency*; è, dunque, il meccanismo che le fa funzionare e che le rende sicure.

La Blockchain è letteralmente una "catena di blocchi", decentralizzata e condivisa, che si sostanzia in una rete di computer connessi tra loro, i cosiddetti *nodi*, attraverso una modalità chiamata *Peer-to-Peer (P2P)*, letteralmente "da Pari a Pari". Ciò significa che ciascuno dei nodi collegati al *network* ha, al pari di tutti gli altri, accesso alle risorse comuni e svolge lo stesso ruolo senza che vi sia un'unità di controllo centrale a governare¹⁶⁷. Pertanto, nessun nodo può esercitare il controllo sopra agli altri. La blockchain rientra, inoltre, tra le cosiddette *Distributed Ledger Technology* (Tecnologia del Registro Distribuito), in quanto è una tecnologia che salva i dati delle transazioni all'interno di un registro che è distribuito, ossia replicato e condiviso tra tutti i nodi che partecipano allo stesso *network*. In altre parole, si passa dalla tradizionale architettura centralizzata, in cui i dati sono salvati su un unico *database* e registrati da

¹⁶⁵ GARAVAGLIA R., *cit.*, p. XVII.

¹⁶⁶ *Ivi*, p. XVIII.

¹⁶⁷ Definizione di "Peer-to-Peer", in Garzanti Linguistica, <https://www.garzantilinguistica.it/ricerca/?q=peer-to-peer>

In altre parole, il P2P permette di creare una rete dove non esistono *server* e *client* esclusivi, poiché ogni dispositivo collegato è sia *client* che *server*. Lo sviluppo di questa rete logica è dato dalla possibilità di condividere con gli altri nodi i dati presenti sul proprio computer. Fonte: Facile.it <https://www.facile.it/adsl/glossario/p2p.html>

una autorità *trusted*, ad una architettura *Peer-to-Peer* decentralizzata, in cui ogni partecipante è in possesso di una copia degli stessi dati e può verificare le transazioni che si compiono nel *ledger*. Come si vedrà a seguire, questa architettura consente di limitare i rischi derivanti da errori, da modifiche sui dati o da possibili attacchi a singoli *database*. La Blockchain Bitcoin è poi una rete *permissionless*, vale a dire una rete pubblica, ciò significa che ciascuna transazione, dopo essere stata tracciata e sincronizzata nella Blockchain, può essere letta da tutti i partecipanti al *network* in maniera totalmente trasparente. In più, Bitcoin non richiede alcuna verifica o identificazione tra la persona fisica e la rispettiva chiave pubblica che quest'ultima possiede, per tale motivo è possibile usare Bitcoin in forma anonima¹⁶⁸.

2.3.1 Il funzionamento di Blockchain Bitcoin

La Blockchain Bitcoin, come detto pocanzi, è una rete di tipo *permissionless*, ciò significa che, non essendo richiesta un'autorizzazione per potervi accedere, chiunque può parteciparvi scaricando il software. In questo modo, ogni partecipante al *network* possiede una copia del *ledger* ("registro", assimilabile al libro mastro) sul proprio *server* in locale, senza necessitare di un controllo centralizzato da parte di un'autorità terza. Una volta che il nodo è entrato a fare parte del *network* può iniziare a compiere transazioni sulla Blockchain. Per esempio, chiamando Alice e Bob rispettivamente il mittente e il destinatario di una transazione di *criptoasset*, per compiere una transazione monetaria Alice deve inviare a tutti i nodi il messaggio: "Alice vuole trasferire X bitcoin a Bob". Questo messaggio lo si ottiene tramite il calcolo della funzione di *hash*, che è un sistema matematico che consente di convertire un messaggio di lunghezza arbitraria in un messaggio in codice alfanumerico di lunghezza prefissata, che prende il nome di *digest* (impronta digitale)¹⁶⁹. Questo messaggio consente di identificare in modo univoco la transazione, garantendone sia l'autenticità che l'integrità¹⁷⁰. Una volta avviata la transazione e creato il *digest*, Alice deve firmarla digitalmente con la propria chiave privata, così da certificare che sia effettivamente lei ad avviare la transazione. Deve poi indicare Bob come destinatario del trasferimento del *criptoasset* attraverso

¹⁶⁸ PAOLI N., *Blockchain. Che cos'è e come si potrebbe utilizzare*, in YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=fTjdCgsnqrw>

¹⁶⁹ GARAVAGLIA R., *cit.*, p. 62.

¹⁷⁰ BASILE A., *cit.*, p. 35.

l'inserimento della chiave pubblica di Bob¹⁷¹. In questo modo il *digest* viene codificato con la chiave privata di Alice e può essere decodificato solamente con la chiave pubblica di Bob. Ciascun *address*, infatti, possiede una chiave crittografica privata e una pubblica, che si sostanziano in stringhe di caratteri alfanumerici. La chiave privata è segreta e accessibile esclusivamente dal proprietario stesso; quella pubblica, viceversa, è accessibile a tutti i *client* collegati alla rete Bitcoin. La chiave pubblica di un utente, inoltre, coincide con l'*address* del proprio *wallet*, che è il portafoglio elettronico che memorizza tutte le credenziali dell'utente che gli consentono di accedere, spendere e trasferire *criptoasset*¹⁷². La criptazione, dunque, codifica i dati con lo scopo principale di garantirne la confidenzialità¹⁷³. È importante sapere che è possibile creare infinite chiavi pubbliche¹⁷⁴ a partire dalla chiave privata, ma dalla chiave pubblica è impossibile risalire alla chiave privata dell'*address*¹⁷⁵. Quando Bob riceve la transazione, essendo a conoscenza della chiave pubblica di Alice, è in grado di decifrare la firma digitale apposta dalla medesima ottenendo il *digest*: applicando la funzione di *hash* alla transazione egli può confrontare il risultato con il *digest* creato da Alice e, se i due valori combaciano, significa che quella transazione è integra e autentica¹⁷⁶; viceversa, Bob non può spendere i *criptoasset*.

Segue il processo di verifica: una volta avviata la transazione e calcolato il *digest* applicando la funzione di *hash*, questa viene trasmessa ai nodi del *network* che hanno il compito di verificare se il cedente che ha avviato la transazione (Alice) ha realmente la disponibilità di *criptoasset* che intende trasferire al cessionario (Bob)¹⁷⁷. Ciò avviene attraverso l'analisi a ritroso di tutte le transazioni in Bitcoin effettuate dal soggetto identificato¹⁷⁸. Quando un nodo riceve una transazione verificata, inizia a costruire un

¹⁷¹ *Ibidem*.

¹⁷² GARAVAGLIA R., *cit.*, pp. 65-66.

¹⁷³ CHIAP G., RANALLI J., BIANCHI R., *Blockchain: tecnologia e applicazioni per il business*, Milano, Hoepli, 2019.

¹⁷⁴ In altri termini, facendo un paragone con le banche, la chiave privata corrisponde alla chiave personale di accesso all'*online banking*, mentre la chiave pubblica corrisponde all'IBAN. A differenza del sistema *swift* per il trasferimento di denaro, che è privato e gestito dalle banche, il sistema basato su blockchain è completamente pubblico; perciò, se si conosce la chiave pubblica, si può risalire a tutti i trasferimenti effettuati da un certo conto e l'ammontare stesso di quel conto, è questa la ragione per cui i *digital Wallet* creano diverse chiavi pubbliche a ogni occasione. Fonte: Diritto.net, <https://www.diritto.net/criptovalute-blockchain-nascita-funzionamento-ed-evoluzione/>

¹⁷⁵ CARMENATI D., *Criptoalute e blockchain, nascita, funzionamento ed evoluzione*, in Diritto.net, 13 dicembre 2017, <https://www.diritto.net/criptovalute-blockchain-nascita-funzionamento-ed-evoluzione/>

¹⁷⁶ GARAVAGLIA R., *cit.*, p.70.

¹⁷⁷ *Ivi*, p. 74.

¹⁷⁸ *Ivi*, p. 36.

blocco che al suo interno include tutte le successive transazioni che andranno propagando col tempo sulla Blockchain¹⁷⁹. Bitcoin, tipicamente, conia un nuovo blocco ogni dieci minuti. Pertanto, il blocco è composto da transazioni verificate in attesa di validazione, ed è solamente in seguito alla validazione che il blocco viene aggiunto alla catena.

Nella rete Bitcoin l'attività di validazione si sostanzia in una sorta di gara computazionale tra tutti quei nodi del *network* che si candidano per risolvere un complesso puzzle crittografico¹⁸⁰, che rappresenta il sistema che consente di eliminare l'intermediazione di una terza figura *trusted*. Tale attività prende il nome di *mining*, mentre i nodi validatori sono i *miners*. Il sistema prevede, inoltre, una ricompensa per quel *miner* che per primo risolve l'enigma fornendo la *Proof-of-Work* (PoW), ossia la prova del lavoro computazionale svolto. Difatti, durante questo processo vengono anche coniate nuove unità di bitcoin come sistema di remunerazione che ripaga, almeno in parte, il costo sostenuto dai validatori in termini di risorse di calcolo e risorse energetiche. Il modello di incentivazione assicura che quest'ultimi vengano remunerati per il loro lavoro di approvazione soltanto se svolgono correttamente tale compito (che viene verificato dagli altri partecipanti), così rendendo antieconomico qualsiasi tentativo di alterazione surrettizia dei blocchi precedentemente validati. Tuttavia, sebbene potenzialmente tutti i nodi possano partecipare all'attività di validazione, in realtà si tratta di un processo lungo, matematicamente complesso, e sempre più costoso in termini di energia elettrica che deve essere erogata per supportare i *server* e la loro potenza computazionale; pertanto, oggi fare del *mining* in modo remunerativo è fuori dalla portata degli utenti comuni, data la richiesta di un hardware specializzato e di alti investimenti¹⁸¹. Chi vuole ottenere bitcoin può farlo attraverso modalità più

¹⁷⁹ *Ivi*, p. 75.

¹⁸⁰ «La blockchain di bitcoin utilizza una funzione matematica che rende molto costosa in termini computazionali la soluzione del puzzle crittografico creato dal protocollo, mentre la verifica ex-post da parte del 51% dei partecipanti al sistema è assai semplice, una volta resa pubblica dai *miners* la soluzione. L'algoritmo crittografico (SHA256) [impiegato da Bitcoin] utilizza una funzione matematica non invertibile che trasforma una serie binaria molto lunga in una sequenza di numeri e lettere molto brevi. È sufficiente un piccolo cambiamento della sequenza binaria iniziale per ottenere un risultato finale completamente diverso. L'unico modo per ricreare i dati di input dall'output di una funzione crittografica è quello di tentare una ricerca con la "forza bruta" di calcolo inserendo possibili input per vedere se vi è corrispondenza. Una volta noto il risultato è facile verificare la correttezza della transazione». Fonte: CAPONERA A., GOLLA C., *Questioni di Economia e Finanza. Aspetti economici e regolamentati delle «cripto-attività»*, Banca d'Italia Eurosystem, 484/2019, p. 39.

¹⁸¹ La potenza di calcolo necessaria a trovare il nuovo blocco da aggiungere alla Blockchain è tale che i minatori debbano unirsi in *mining pool* per mettere in condivisione le proprie risorse. Ciò accade perché la

tradizionali, come convertendo euro/dollari con bitcoin o vendendo prodotti/servizi in cambio di bitcoin¹⁸². Va detto che, oltre alla ricompensa in bitcoin prevista dal sistema, il validatore vincitore può ottenere una commissione per il compimento della registrazione della transazione, il cui ammontare viene stabilito di volta in volta dal mittente della transazione. Poiché la ricompensa tenderà a ridursi negli anni fino a scomparire, l'unico modo per ricompensare i *miners* in futuro sarà proprio per mezzo delle commissioni¹⁸³. Una volta che il nodo validatore ha risolto la *PoW*, che rappresenta il sistema con cui è possibile raggiungere il consenso condiviso fra i nodi, esso segnala al *network* il proprio blocco validato acciocché questi possano rapidamente appurarne l'esattezza. Dopo che i nodi hanno verificato la correttezza della soluzione individuata dal *miner* vincitore, essi esprimono il loro consenso aggiungendo il blocco alla catena¹⁸⁴. È necessario che almeno il 51% dei nodi partecipanti alla rete verifichino la soluzione e, solo se confermata, verrà collegata alla catena di blocchi sin qui creata. Maggiore è il numero di nodi partecipanti alla rete, maggiore sarà la difficoltà per un ipotetico *hacker* di compromettere l'integrità dei dati registrati nel *ledger*, dato che per validare in modo fraudolento eventuali modifiche dovrà entrare in possesso di almeno il 51% della rete.

Il meccanismo prevede che ogni volta che un gruppo di transazioni viene approvato, esso sia collegato al blocco precedente attraverso un *hash*, che funge da impronta digitale unica e immutabile che fornisce la garanzia che nessuno potrà manomettere successivamente i dati registrati poiché per farlo, l'eventuale manomissore dovrebbe rapidamente prendere il possesso della maggioranza dei nodi della rete e ricalcolare tutti gli *hash* concatenati al blocco. Per il singolo utente è impossibile apportare modifiche al registro, dal momento che verrebbe meno il consenso necessario tra i nodi, e questo è un elemento fondamentale: la decentralizzazione della blockchain è ciò che la rende sicura, mentre la "democrazia" del potere di calcolo, assicurata dalle migliaia di partecipanti alla Blockchain, elimina la necessità di un'entità centrale¹⁸⁵. La blockchain, dunque, è costituita da blocchi di transazioni verificate, munite di un *timestamp* (marcatore temporale) che ne certifica data e ora. Ogni blocco include, oltre al proprio

rete degli utilizzatori è sempre più vasta e, parallelamente, la produzione di nuovi bitcoin procede ad una velocità costante e ad un tasso decrescente, ed il numero di calcoli per blocco è in aumento. Pertanto, non è più possibile fare *mining* con un semplice computer. Fonte: MEOTTO U. M., *Bitcoin, altre Criptovalute e tecnologia blockchain*, in AIRInforma, Vol. 7, 2018.

¹⁸² DE COLLIBUS F., MAURO R., *cit.*, p. 29.

¹⁸³ *Ibidem*.

¹⁸⁴ GARAVAGLIA R., *cit.*, p. 81.

¹⁸⁵ SIGNORELLI A. D., *cit.*, <https://www.iltascabile.com/scienze/origini-bitcoin/>

hash, quello del blocco precedente, in questo modo ne risulta una struttura a catena in cui ogni elemento aggiuntivo verifica e rinforza quelli precedenti. Nella Figura 1 è possibile osservare uno schema riassuntivo del meccanismo appena descritto.

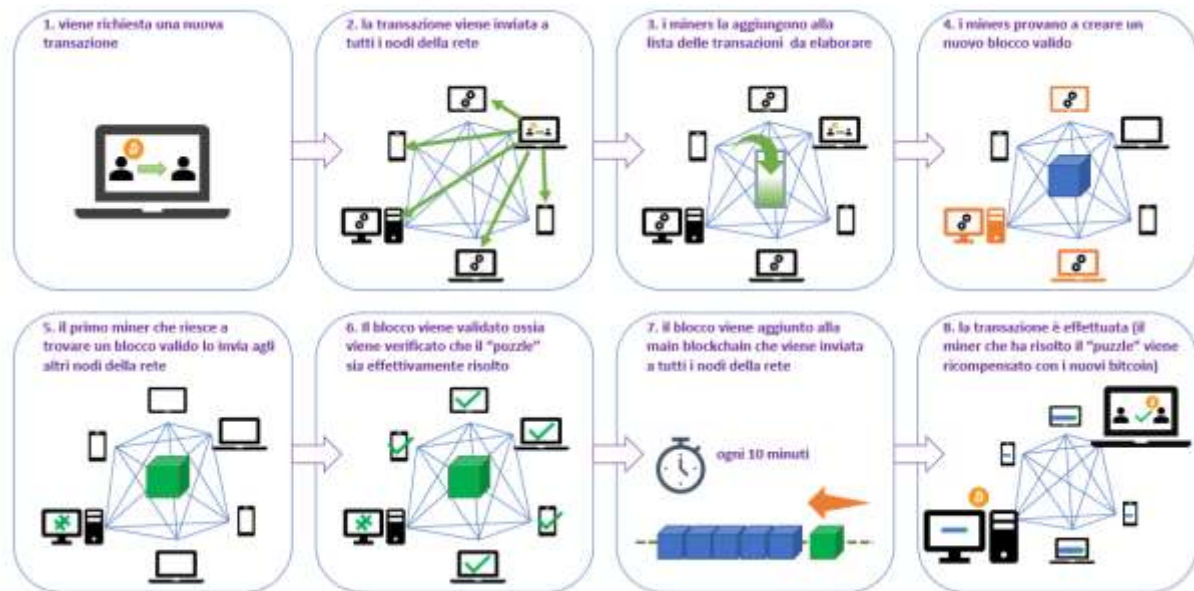


Figura 1: Schema di funzionamento della Blockchain. Fonte: AIRInforma¹⁸⁶.

2.3.2 Il Bitcoin

Il Bitcoin è una criptovaluta, ossia una moneta di scambio digitale che è possibile acquistare e/o trasferire attraverso le molteplici piattaforme *exchanges* esistenti, o che è possibile detenere a scopo di investimento. Se le monete tradizionali vengono emesse e controllate dai governi o dalle banche centrali, i Bitcoin, così come le altre criptovalute, vengono creati tramite un algoritmo, che conia nuove unità e che gestisce gli scambi di questa valuta senza bisogno di intermediari istituzionali. Non essendoci un organo centrale che controlla l'emissione dei bitcoin, il loro tasso di cambio è stabilito soltanto dal mercato. Se nei suoi primi anni di vita un bitcoin valeva appena qualche centesimo di euro, a causa del boom di richieste, nel corso degli ultimi anni il suo valore è arrivato a superare gli 11.000 euro, ma anche a scendere bruscamente per effetto di bolle e *crack* improvvisi, il che gli ha consentito di guadagnarsi la reputazione di "moneta instabile". Nel caso di Bitcoin, la modalità con cui il sistema immette nuova moneta sul mercato è l'attività di *mining* compiuta dai *miners* per validare un nuovo blocco di transazioni.

¹⁸⁶ Fonte: <https://informa.airicerca.org/it/2018/02/19/bitcoin-altre-criptovalute-e-tecnologia-blockchain/>

Inizialmente la risoluzione di un blocco di operazioni generava 50 Bitcoin, ma questa cifra è andata via via diminuendo. L'algoritmo di Bitcoin, infatti, prevede che la quantità di moneta generata si dimezzi ogni 210.000 blocchi, questo significa che ad un certo punto la ricompensa di un blocco si sarà dimezzata talmente tante volte che non sarà più possibile creare nuovi Bitcoin. Il sistema che genera i Bitcoin, infatti, è programmato per generare in totale 21 milioni di Bitcoin, cifra cui si sarebbe dovuti giungere dopo l'anno 2100 ma che recenti studi stimano verrà raggiunta intorno al 2040. Diversamente dalle monete fiat, perciò, i Bitcoin sono pressoché immuni a fenomeni inflazionistici.

Nel corso del tempo, la prerogativa *open source* con cui era stato inizialmente rilasciato il codice sorgente della rete Bitcoin, ha consentito la creazione e la successiva diffusione di numerose altre criptomonete. Difatti, alla data in cui si scrive, si contano circa novemila valute digitali in circolazione¹⁸⁷, con Bitcoin ed Ether (di Ethereum) in testa¹⁸⁸. Le valute virtuali non hanno corso legale e, ad oggi, non sono ancora pienamente regolamentate; pertanto, non devono, per legge, essere accettate obbligatoriamente per l'estinzione delle obbligazioni pecuniarie: possono essere utilizzate per acquistare beni o servizi solo se il venditore è disposto ad accettarle¹⁸⁹. Si possono ottenere criptomonete attraverso le seguenti modalità:

- *Cambio con altre valute*: numerosi sono i siti che consentono di cambiare moneta fiat (euro, dollaro o altre valute) con criptomonete. Esempi di piattaforme *exchange* sono Coinbase, Safello, Kraken.
- *Vendita di beni o servizi*: tramite la vendita di beni e/o servizi accettando pagamenti in bitcoin (fornendo il proprio indirizzo Bitcoin o affidandosi ai servizi specializzati per l'accettazione di pagamenti online, come Bitpay e GoCoin)¹⁹⁰.
- *Mining*: la *Proof-of-Work* è la modalità impiegata dalla rete Blockchain per raggiungere il consenso tra i vari nodi del *network*, ma anche per generare nuove unità di moneta bitcoin. Tuttavia, tale protocollo oramai non è più accessibile agli utenti "normali" a causa degli ingenti investimenti computazionali richiesti per poter risolvere il puzzle crittografico.

¹⁸⁷ Alcune tra le più note criptovalute attualmente in circolazione, oltre a *Bitcoin* e *Ether*, sono: *Ripple*, *Litecoin*, *Dogecoin*, *Binance Coin*, *Cardano*, *Solana*, *Polkadot*, ecc.

¹⁸⁸ *Ethereum: Cos'è e come funziona ETH coin*, in Ivo Avidhold, <https://ivoavidhold.com/guide/ethereum/>

¹⁸⁹ *Avvertenza sull'utilizzo delle cosiddette "valute virtuali"*, in Banca D'Italia, <https://www.bancaditalia.it/compiti/vigilanza/avvisi-pub/avvertenza-valute-virtuali/index.html>

¹⁹⁰ DE COLLIBUS F., MAURO R., *cit.*, p. 76.

- *Dono e crowdfunding*: è possibile lanciare campagne di *crowdfunding* accettando donazioni in bitcoin o in altre criptovalute¹⁹¹.

2.4 I concetti chiave della tecnologia blockchain

La tecnologia blockchain fa parte della famiglia delle tecnologie *Distributed Ledger* (DLT), che sono sistemi che si basano su un registro distribuito che può essere letto e modificato da più nodi che fanno parte di una rete. Ciò li distingue dai cosiddetti *Distributed Database*, sistemi in cui tutti i nodi che possiedono una copia del *database* possono consultarlo ma, per modificarne i dati, devono passare attraverso una o più entità centrali¹⁹². A seconda delle diverse tipologie di DLT, la blockchain si compone di blocchi di diverse dimensioni, crittografati con i più vari sistemi e con funzionalità differenti¹⁹³; ma tutte le blockchain hanno in comune la medesima struttura: un nuovo blocco è il risultato della somma delle transazioni precedenti già verificate¹⁹⁴ (Figura 2).

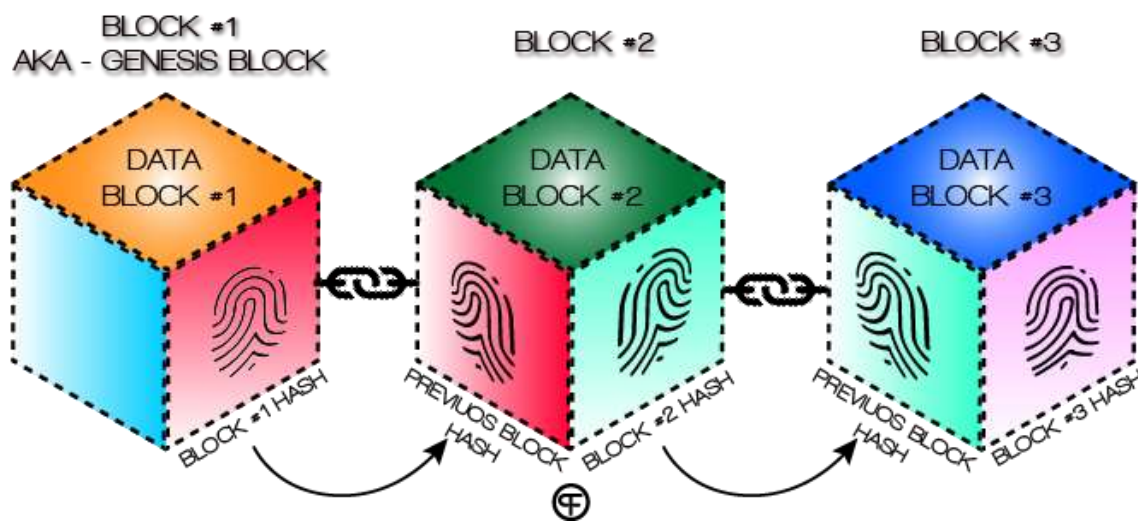


Figura 2: La struttura a blocchi della blockchain. Fonte: [fabioprimerano.com](https://www.fabioprimerano.com)¹⁹⁵.

¹⁹¹ *Ibidem*.

¹⁹² VELLA G., *Distributed Ledger Technology: definizione e caratteristiche*, in Osservatori.net, 30 gennaio 2019, https://blog.osservatori.net/it_it/distributed-ledger-technology-significato

¹⁹³ CARMENATI D., *Criptovalute e blockchain, nascita, funzionamento ed evoluzione*, in Diritto.net, 13 dicembre 2017, <https://www.diritto.net/cryptovalute-blockchain-nascita-funzionamento-ed-evoluzione/>

¹⁹⁴ *Ibidem*.

¹⁹⁵ Fonte: <https://www.fabioprimerano.com/come-funziona-la-blockchain/>

Nelle DLT, per inserire nuove transazioni all'interno di un blocco e/o per validare le modifiche da effettuare al registro, in assenza di un ente centrale i nodi devono raggiungere il consenso. Le modalità con cui raggiungono il consenso e la struttura stessa del registro sono alcune delle caratteristiche che connotano le diverse tecnologie DLT¹⁹⁶. Pertanto, le diverse blockchains attualmente esistenti si distinguono in:

- *Permissionless (Ledger)*: sono reti blockchain pubbliche in cui non vi è un proprietario; pertanto, l'accesso è consentito a chiunque scarichi il software, senza necessitare di alcuna autorizzazione¹⁹⁷. Inoltre, i nodi sono connessi tra di loro in modalità *P2P*, e vi è pseudo-anonimato dei soggetti che effettuano transazioni. In tale categoria vi rientrano le blockchains Bitcoin, Ethereum e, in generale, quelle basate su un protocollo di consenso distribuito che impiegano *PoW* o *PoS*¹⁹⁸.
- *Permissioned (Ledger)*: sono reti blockchain private di proprietà di uno o più soggetti, il cui accesso è permesso solo a partecipanti conosciuti e fidati dai proprietari. Vi è, dunque, la presenza di una o più parti *trusted*. I nodi, invece, possono accedere alla rete sulla base di specifici requisiti e sono connessi tra loro in modalità *P2P* senza necessitare di un *server* centrale. L'identità dei *miner* e dei soggetti che vi effettuano transazioni deve essere nota. In tale categoria rientrano blockchain come Corda, Ripple, Hyperledger e, in generale, quelle basate su un protocollo per il consenso distribuito che impiega un sistema *BFT*¹⁹⁹.
- *Semiprivate*: sono blockchains miste, che si compongono sia di una parte privata che di una pubblica; qui i partecipanti, a seconda delle condizioni definite dai gestori, possono avere diversi livelli di visibilità e accesso ai dati.

Il registro condiviso, con i dati e le transazioni che contiene al suo interno, viene posto in sicurezza attraverso la crittografia, che nella tecnologia blockchain si avvale essenzialmente di due tecniche:

- *La firma digitale*: ogni partecipante possiede due chiavi, una privata (segreta) e una pubblica (accessibile a tutti i *client* collegati alla rete). Con la chiave privata

¹⁹⁶ MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., GIORDANO M. T., *Guida Pratica agli NFT. Arte & Diritto al tempo dei Non Fungible Token*, Milano, 42 Law Firm srl Società tra avvocati, 2021.

¹⁹⁷ BASILE A., *cit.*, pp. 38-39.

¹⁹⁸ GARAVAGLIA R., *cit.*, pp. 118-119.

¹⁹⁹ *Ibidem*.

dell'utente il messaggio viene criptato, con quella pubblica viene decriptato rendendolo nuovamente leggibile.

- *L'hashing*: è un codificatore che codifica qualsiasi dato in input in un messaggio in codice, e permette la verifica dell'integrità del dato tramite il confronto dei messaggi in codice che vengono generati. *L'hashing* è importante perché il messaggio in codice resterà sempre uguale tutte le volte che gli verrà trasmesso lo stesso dato in input. Ma se si prova a modificare anche solo una lettera, il messaggio cambierà e non verrà più riconosciuto.

Esistono, inoltre, diversi protocolli di consenso che permettono di gestire le transazioni in modo trasparente e affidabile senza intermediari. Il consenso è un meccanismo automatico che permette di creare una conoscenza comune delle regole sul controllo e sul funzionamento del *network* tra i partecipanti della rete stessa. I modelli (o algoritmi) di consenso attualmente esistenti sono:

- *Proof-of-Work (PoW)*: è il più noto, impiegato da Bitcoin ed Ethereum. In esso, i *miners* hanno il compito di raccogliere all'interno di un blocco le transazioni verificate, ma solo uno di loro, colui che per primo risolve il complesso puzzle crittografico, è autorizzato ad aggiungere il blocco alla catena, aggiudicandosi la ricompensa in Bitcoin (o Ether sulla rete Ethereum). Una volta che il blocco è stato aggiunto alla catena, tutti gli altri nodi ne ricevono in automatico una copia. Questo algoritmo, tuttavia, risulta essere insostenibile a livello ambientale poiché la risoluzione dell'enigma richiede il dispendio di enormi quantità di energia elettrica, che si traducono in tonnellate di CO₂ che si riversano sul già compromesso ecosistema terrestre.
- *Proof-of-Stake (PoS)*: si basa sull'elezione a turno, in modalità *random*, di un validatore del blocco che, per prendere parte all'operazione, immobilizza dei *criptoasset* come collaterali del suo corretto comportamento. Il validatore viene premiato dalle *fees* inserite nelle transazioni che valida, ma perderà il suo collaterale qualora sbaglia la validazione o cerchi di imbrogliare²⁰⁰. In tale sistema più quote di *criptoasset* possiede l'utente nella rete, più opportunità avrà di essere eletto per validare i blocchi²⁰¹.

²⁰⁰ BASILE A., *cit.*, p.39-41.

²⁰¹ Per esempio, se un *miner* detiene una quota del 5% del totale della criptovaluta in circolazione, esso potrà validare solo il 5% dei blocchi. Fonte: GARAVAGLIA R., *cit.*, p. 97.

- *Proof-of-Authority (PoA)*: si basa sul valore delle identità, ciò significa che le transazioni sono verificate da convalidatori pre-approvati da un soggetto terzo che ha il compito di verificare la corrispondenza tra l'identità del *miner* e la documentazione ufficiale rilasciata per la stessa persona. In tale meccanismo, ciò che i convalidatori mettono in *stake* non è il denaro ma la propria reputazione²⁰².
- *Proof of Elapsed Time (PoET)*: è quel protocollo che impiega un *Trusted Execution Environment (TEE)*. Esso garantisce che un nodo avrà la possibilità di validare un blocco solo dopo che quest'ultimo avrà atteso il proprio turno, definito dal trascorrere di un prestabilito lasso di tempo²⁰³.

Infine, la gestione dei dati funziona in maniera *append-only*, ciò significa che non è possibile modificare o eliminare in un secondo momento i dati e le transazioni sin qui registrate, il che garantisce la persistenza del *ledger* e l'integrità dei dati in esso memorizzati²⁰⁴. Pertanto, la tecnologia blockchain si caratterizza per essere *affidabile*, non essendo governata da un'autorità centrale ma da tanti nodi che, alla pari, ne garantiscono il controllo, riducendo il rischio di potenziali attacchi malevoli alla rete. Difatti, se uno dei nodi viene compromesso, tutti gli altri nodi che posseggono la copia del *database* continueranno ad essere ugualmente operativi nel saldare la catena. È *trasparente*, in quanto tutte le transazioni effettuate sulla blockchain sono pubbliche e visionabili da chiunque. È *conveniente*, poiché evita alle controparti di dover sostenere le canoniche spese di intermediazione che caratterizzano le transazioni di tipo centralizzato²⁰⁵. È *solida e irreversibile*, dal momento che le transazioni registrate nel *ledger* non possono essere eliminate o successivamente modificate in alcun modo.

²⁰² La *Proof of Authority Spiegata*, in Binance Academy, 08 dicembre 2018, <https://academy.binance.com/it/articles/proof-of-authority-explained>

²⁰³ BASILE A., cit., pp. 39-41.

²⁰⁴ PAOLI N., cit., <https://www.youtube.com/watch?v=fTjdCgsnqrw>

²⁰⁵ BELLINI M., *Blockchain: cos'è, come funziona e gli ambiti applicativi in Italia*, in Network Digital 360 (Blockchain4Innovation), 07 febbraio 2021, <https://www.blockchain4innovation.it/esperti/blockchain-perche-e-cosi-importante/>

2.5 Ethereum

Tra le più note blockchains pubbliche vi è Ethereum, una piattaforma decentralizzata e *Peer-to-Peer*, celebre per consentire la creazione e la gestione di *Smart Contracts* (Contratti Intelligenti), ossia programmi che operano su tecnologie basate su registri distribuiti (DLT) la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse²⁰⁶. Ethereum dà anche il nome ad una propria nativa criptovaluta, l’Ether (ETH), che attualmente occupa il secondo posto, dopo Bitcoin, per capitalizzazione di mercato²⁰⁷.

La storia di Ethereum è più recente rispetto a quella di Bitcoin, difatti è nel 2013 che il giovane sviluppatore canadese Vitalik Buterin, fondatore di Ethereum, inizia a parlare di tale piattaforma in *Bitcoin Magazine*. Nel maggio del 2015 egli rilascia la prima versione di Ethereum (la versione *Frontier*), accompagnata da un yellow paper esplicativo dal titolo *Ethereum: a Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger*²⁰⁸, scritto dal co-fondatore di Ethereum, Gavin Wood. La tecnologia che sta alla base della blockchain di Ethereum è simile a quella di Bitcoin; tuttavia, se la seconda consente di compiere solamente pagamenti online in Bitcoin, la blockchain di Ethereum, oltre a tenere traccia dei trasferimenti in ETH della nativa valuta digitale, permette anche di far funzionare il codice di programmazione di una vasta gamma di applicazioni decentralizzate²⁰⁹.

Su Ethereum qualsiasi transazione, per essere eseguita, necessita di una certa quantità di “Gas”, che può essere acquistata in cambio di Ether²¹⁰, l’unità di conto di Ethereum²¹¹. Il prezzo del Gas è variabile ed è regolato dalla legge della domanda e dell’offerta della blockchain stessa. Dunque, riprendendo l’esempio utilizzato precedentemente, se Alice vuole trasferire X Ether a Bob, essa dovrà inviare a Bob “X + prezzo del Gas di default”. Tale costo di transazione può essere inteso da Alice come l’acquisto di spazio, o il prezzo di inclusione della transazione in un blocco che verrà

²⁰⁶ ANNUNZIATA F., CONSO A., *NFT. L’arte e il suo doppio. Non fungible token: l’importanza delle regole, oltre i confini dell’arte*, Milano, Montabone Editore, 2021, p. 12.

²⁰⁷ In data 11/12/2021, la capitalizzazione di mercato di Ethereum (ETH) è pari a 425,787,622,586, quella di Bitcoin (BTC) a 816,736,211,104. Fonte: <https://coinmarketcap.com/it/coins/>

²⁰⁸ WOOD G., *Ethereum: a Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger*, <https://ethereum.github.io/yellowpaper/paper.pdf>

²⁰⁹ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 10.

²¹⁰ I prezzi del Gas sono variabili e vengono acquistati in Wei (unità minima di Ether) al seguente rapporto di cambio: 1 Ether = 10⁻¹⁰ Wei.

²¹¹ GARAVAGLIA R., *cit.*, p. 108.

validato da un *miner*²¹². Dopo che quest'ultimo avrà presentato la *PoW*, il Gas residuo rimasto dall'esecuzione della transazione sarà conferito al *miner*, in aggiunta alla ricompensa associata all'operazione. Pertanto, maggiore è la quantità di Gas in eccesso inviata con la transazione, maggiori saranno le possibilità che la stessa venga confermata primariamente da un validatore, dal momento che una transazione che non invia abbastanza Gas può demotivare i *miners*, che darebbero priorità di inclusione nel blocco che si avviano a validare a quelle transazioni più "Gasate" (di conseguenza, Alice dovrebbe attendere un tempo più lungo per aver conferma della transazione a beneficio di Bob)²¹³.

Ethereum, come Bitcoin, attualmente utilizza la *Proof-of-Work* come meccanismo che consente di raggiungere il consenso condiviso tra i nodi che partecipano alla rete. Pertanto, anche nella rete Ethereum, così come nella rete Bitcoin, la *PoW* è l'algoritmo sottostante che imposta la difficoltà e le regole con cui i *miners* possono aggiungere blocchi validi alla catena. Più "lavoro" viene svolto, più è lunga la catena, più elevato è il numero di blocchi e maggiore è la certezza che la rete si trovi nello stato di "salute"²¹⁴. I *miners* che risolvono correttamente il problema crittografico sono remunerati con una quantità di Ether proporzionale ai consumi e allo *storage* richiesti per portare a termine le operazioni di calcolo (tale somma prende il nome di *Gas fees*)²¹⁵. Tuttavia, la *PoW* si è detto essere un protocollo di consenso estremamente oneroso in termini energetici, pertanto, per fronteggiare tale criticità, Ethereum sta giungendo al cosiddetto *Ethereum 2.0* (versione Casper) che vedrà, probabilmente nel corso del 2022, la sostituzione dell'attuale *Proof-of-Work* con la *Proof-of-Stake* (si veda il paragrafo 2.4 per la spiegazione). L'aggiornamento mira, *in primis*, a ridurre l'impatto ambientale dell'attività di convalida dei blocchi che compongono la blockchain, ma anche ad aumentare la sicurezza e la scalabilità della rete: difatti, se con *Ethereum 1.0* la rete può supportare solo trenta transazioni al secondo, con conseguenti ritardi e congestioni; *Ethereum 2.0* promette fino a centomila transazioni al secondo²¹⁶.

²¹² *Ibidem*.

²¹³ *Ibidem*.

²¹⁴ GARAVAGLIA R., *cit.*, p. 110.

²¹⁵ *Ethereum: Cos'è e come funziona ETH coin*, in Ivo Avidhold, <https://ivoavidhold.com/guide/ethereum/>

²¹⁶ CREA A., *Ethereum 2.0, cos'è e perché è così importante*, in Tom's Hardware, 13 settembre 2021, <https://www.tomshw.it/altro/ethereum-2-0-cose-e-perche-e-cosi-importante/>

2.5.1 Gli Smart Contracts

Ethereum, come riporta il sito stesso, è una «piattaforma *open source* globale per applicazioni decentralizzate»²¹⁷. È, dunque, una rete aperta, priva di un'entità centrale che gestisce le transazioni, basata sull'utilizzo della tecnologia blockchain per registrare gli eventi. Inoltre, tramite l'implementazione degli *Smart Contracts*, regola e permette applicazioni potenzialmente infinite. Queste applicazioni decentralizzate sono le cosiddette *DApps (Decentralized Application)*, piattaforme abilitate per *Smart Contracts* che vengono sviluppate per erogare servizi basati sulla blockchain: queste applicazioni, mettendo a disposizione dell'utente un'interfaccia, permettono loro di attivare uno *Smart Contract* e di vedere sulla stessa interfaccia i risultati delle diverse elaborazioni del “contratto” stesso²¹⁸. Le piattaforme *DApps* tipicamente riguardano: la compravendita di oggetti da collezione digitali e giochi virtuali, servizi relativi alla finanza decentralizzata (DeFi), *exchanges*.

Uno *Smart Contract*, altresì chiamato *Distributed Contract*, è, dunque, la trasposizione in codice informatico di un contratto, che permette di verificare in automatico l'avverarsi di determinate condizioni e di eseguire meccanicamente azioni (o dare disposizione affinché si possano eseguire determinate azioni) nel momento in cui le condizioni determinate tra le parti sono raggiunte e appurate²¹⁹. Essendo eseguibile in forma decentralizzata sulla blockchain, tale meccanismo automatico elimina il bisogno di fiducia. Pertanto, non si deve attendere che una terza figura (umana) esegua il risultato, o che un intermediario *trusted* intervenga per permettere la negoziazione. Lo *Smart Contract* si basa su uno *script* che “legge” sia le clausole che sono state concordate, sia le condizioni operative nelle quali devono verificarsi le condizioni stesse, e si autoesegue nel momento in cui i dati riferiti alle situazioni reali corrispondono ai dati riferiti alle condizioni e alle clausole concordate²²⁰. Al fine di circolare sulla rete *Peer-to-Peer*, i contratti di Ethereum “pagano” un utilizzo della potenza computazionale tramite l'unità di conto Ether, che funge da criptovaluta che da carburante alla rete²²¹, oltre ad essere la moneta esclusiva con cui saldare le operazioni compiute negli *Smart Contracts*. Successivamente, al contratto viene assegnato un indirizzo che consente

²¹⁷ *Cos'è Ethereum?*, in Ethereum Foundation, <https://ethereum.org/it/what-is-ethereum/>

²¹⁸ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 10.

²¹⁹ GARAVAGLIA R., *cit.*, p. 130.

²²⁰ *Ivi*, p. 131.

²²¹ *Ethereum: guida definitiva su ETH Coin*, in Criptovaluta.it, <https://www.criptovaluta.it/ethereum>

all'utente di accedere alle caratteristiche specifiche dello stesso, nonché di richiamarne le funzioni.

È utile pensare agli *Smart Contracts* come ad un codice informatico che soddisfa solamente condizioni di tipo "If – This – Than - That", ciò significa che si comportano esattamente come programmato e non possono essere modificati. Pertanto, uno *Smart Contract* è un codice che rende operative una serie di condizioni necessarie perché uno scambio di compia; se una condizione non viene rispettata, lo scambio non avviene²²². Per esempio, ipotizzando una transazione su blockchain che ha per oggetto l'acquisto online di un libro, lo *Smart Contract* incorporato potrebbe prevedere che il libro venga automaticamente pagato solo quando: il corriere lo ha consegnato, l'acquirente ha verificato che corrisponde a quanto ordinato e non è danneggiato, sono scaduti i termini per l'esercizio del diritto di recesso²²³. Il codice dimostrerebbe in modo inconfutabile il verificarsi degli eventi di cui prima, e l'auditabilità delle transazioni eseguite verrebbe garantita dalla scrittura permanente sul *ledger*²²⁴.

Gli *Smart Contract* di Ethereum vengono registrati su una blockchain che è pubblica; perciò, chiunque può monitorare i trasferimenti di risorse avviati e le altre informazioni correlate, ciononostante la privacy dei contraenti rimane protetta, in quanto, essendo Ethereum una rete pseudoanonima, le transazioni sono legate a indirizzi crittografici univoci non direttamente associabili a persona fisica. Il campo d'azione degli *Smart Contract* è, dunque, esteso: si va dai rimborsi assicurativi alle transazioni finanziarie, dalle operazioni societarie alla tracciabilità delle merci e alla tutela della Proprietà Intellettuale²²⁵. Pertanto, con il lancio della piattaforma Ethereum, nel 2014 si assiste alla trasformazione della blockchain da strumento per compiere transazioni esclusivamente monetarie nel settore delle valute virtuale (blockchain 1.0), a strumento ordinario di contratti *smart*, automaticamente eseguibili e auto-ottemperanti (blockchain 2.0)²²⁶.

²²² QUARANTA D., *Surfing con Satoshi. Arte, blockchain e NFT*, Milano, Postmedia Books, 2021.

²²³ GARAVAGLIA R., *cit.*, p. 131.

²²⁴ *Ibidem*.

²²⁵ AQUARO, D., *Smart contract: cosa sono (e come funzionano) le clausole su blockchain*, in *Il Sole 24 Ore*, 24 giugno 2019, <https://www.ilssole24ore.com/art/smart-contract-cosa-sono-e-come-funzionano-clausole-blockchain-ACsDo2P>

²²⁶ ARANGUENA G., *Blockchain: cos'è e come funziona, tutto quello che c'è da sapere*, in *Agenda Digitale Eu*, 31 dicembre 2018, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/blockchain-cose-e-come-funziona-tutto-quello-che-ce-da-sapere/>

2.6 Oltre le criptovalute

La blockchain, sebbene venga primariamente associata al Bitcoin e alle altre criptovalute, può essere impiegata per migliorare l'efficienza di numerosi altri ambiti e settori. Ciò va attribuito alla portata innovativa dei paradigmi che stanno alla base di tale tecnologia, quali la governance decentralizzata e distribuita, la sicurezza e la protezione dai dati tramite la crittografia, l'immutabilità delle transazioni, la possibilità di evitare il ricorso a terze parti *trusted*; a ciò va aggiunto che l'utilizzo di *Smart Contracts*, oltre a permettere di eseguire interi processi in modo automatico e autonomo, consente l'interazione con il mondo esterno.

L'adozione della tecnologia blockchain risulta particolarmente prolifica all'interno di quei settori in cui si ricerca la semplificazione delle attività operative: l'impiego del *ledger* distribuito permette, infatti, di ridurre l'intervento manuale nei processi che possono essere automatizzati, con conseguente riduzione del rischio di errore (che è tipicamente umano). Inoltre, è utile in tutti quei contesti in cui si ricerca l'ottimizzazione organizzativa, poiché tale tecnologia consente lo snellimento delle procedure burocratiche, oltre che una gestione più efficiente di dispute e controversie, nonché un supporto alle misure anticorruzione²²⁷. Ancora, la blockchain consente di minimizzare frodi e contraffazioni poiché rende più trasparente ed efficiente il meccanismo di tracciabilità dei prodotti di tutti quei settori strutturati a filiera; ciò è reso possibile dall'apposizione di marcatori temporali "indelebili" e a prova di corruzione, e dall'ottimizzazione dei controlli da parte delle autorità di settore incaricate di vigilare sui processi²²⁸. Altri benefici si riscontrano sul fronte dei rischi di controparte, in quanto la codificazione degli accordi attraverso *Smart Contracts*, eseguiti in un ambiente condiviso, partecipativo e immutabile, consentono di ridurre la necessità di affidarsi a terze parti per adempiere gli obblighi. Attualmente, però, gli studi in merito alle potenzialità ancora inesprese della tecnologia blockchain e alle sue applicazioni al di fuori dell'ambito nativo degli scambi di denaro e di informazioni, non sono ancora giunti ad una piena maturità; pertanto, sarà necessario del tempo prima che tale tecnologia possa essere efficientemente e massicciamente impiegata per apportare benefici anche ad altri ambiti, ulteriori a quello delle criptovalute. I settori che possono, o in futuro potranno, maggiormente beneficiare delle possibili applicazioni basate su *Distributed*

²²⁷ GARAVAGLIA R., *cit.*, p. 151.

²²⁸ *Ibidem*.

Ledger Technologies e blockchain sono: *l'agrifood*, il settore delle assicurazioni, *banking e finance*, il settore immobiliare, quello logistico, l'ambito delle donazioni e del *crowdfunding*, l'identità digitale, la Pubblica Amministrazione e la sanità, *l'e-voting*, la *media industry*, il comparto dei trasporti e del turismo²²⁹, nonché il settore della compravendita di opere d'arte e del collezionismo, che si affronterà approfonditamente nel prossimo capitolo.

²²⁹ *Ivi*, p. 152.

CAPITOLO 3

NON-FUNGIBLE TOKEN (NFT)

3.1 Il mercato dell'arte

Tradizionalmente, il mercato dell'arte viene classificato in pubblico e privato, in primario e secondario. Il *mercato pubblico* è quello delle vendite pubbliche, ossia delle aste (o incanti), storicamente gestito a livello nazionale e internazionale da soggetti strutturalmente preposti all'attività di intermediazione commerciale, le case d'asta. Essendo vendite pubbliche e aperte a un numero imprecisabile di potenziali acquirenti (anche se in taluni casi può essere richiesto un criterio di selezione dei partecipanti), le aste costituiscono il sistema in cui il libero incontro della domanda e dell'offerta determina il prezzo delle opere. Pertanto, le aste sono un metro di misurazione obiettivo e trasparente del livello dei prezzi, dal momento che il prezzo d'asta di un'opera diventa un efficace criterio di valutazione per opere analoghe, un parametro di confronto, un misuratore oggettivo dell'andamento reale del mercato²³⁰. Il *mercato privato* è, invece, quello in cui la compravendita di beni d'arte avviene tra soggetti privati o tramite l'intermediazione di un terzo. Sono vendite che si caratterizzano per la riservatezza, in cui il prezzo finale è generalmente frutto di una negoziazione tra l'offerta del venditore e la controproposta dell'acquirente. Pertanto, tali prezzi non sono verificabili, come tali non sono ufficiali e, dunque, non possono essere assunti come parametri di misurazione dei prezzi in generale²³¹.

A tale distinzione si affianca quella tra mercato primario e secondario: nel *mercato primario* le opere vengono "proposte" per la prima volta e lo scambio avviene direttamente tra l'artista e il primo acquirente, solitamente il gallerista, il collezionista, o il committente (pubblico o privato)²³². Il *mercato secondario* è quello avente per oggetto le successive transazioni dello stesso bene che, dal primo acquirente, transita ai successivi proprietari attraverso una serie di passaggi mediante vendite pubbliche o

²³⁰ BASSETTI M., PENNISI R., *Il mercato dell'arte*, in Enciclopedia Treccani, 2010, https://www.treccani.it/enciclopedia/il-mercato-dell-arte_%28XXI-Secolo%29/

²³¹ *Ibidem*.

²³² *Come si determina il valore di un'opera d'arte?*, in Treccani Accademia, 6 maggio 2021, <https://treccaniaccademia.it/news/come-si-determina-il-valore-di-unopera-darte/>

private²³³. Il volume d'affari generato dal mercato secondario si riferisce alle vendite di opere d'arte effettuate da case d'asta, mercanti e gallerie d'arte che, più che lanciare nuovi artisti, trattano artisti con un valore già consolidato²³⁴; in tale mercato solo le vendite all'asta sono caratterizzate da prezzi pubblici, misurabili e confrontabili. Il confine tra i due mercati, primario e secondario, diviene labile nei casi in cui l'artista, tipicamente con una certa fama già consolidata alle spalle, vende personalmente e direttamente all'asta le proprie opere presso una casa d'aste. In tal caso vi è una sovrapposizione non solo tra i due mercati (il mercato privato primario si trasforma in mercato pubblico secondario), ma anche del ruolo dell'artista con quello del gallerista o del venditore-collezionista (tale azione consente di saltare i tradizionali passaggi intermediari costituiti dal primo acquirente o dalla galleria), e ciò influisce sulla costituzione dei prezzi che, in tal modo, vengono sottratti alla riservatezza del circuito privato del mercato primario per essere immediatamente pubblici²³⁵.

Negli ultimi vent'anni il mercato dell'arte ha subito profondi mutamenti strutturali, complice un'accentuata globalizzazione, un notevole aumento delle risorse finanziarie affluite sul mercato, una fluttuazione dei prezzi senza precedenti, e l'ingresso nel settore di imprese e investitori istituzionali motivati principalmente da intenti speculativi²³⁶. Ogni paese ha un proprio mercato dell'arte, ma a livello di valore generato i poli globali sono: Stati Uniti d'America²³⁷, Cina e Regno Unito. Quello dell'arte è un mercato globale, opaco, con una difficile regolamentazione (poco chiara e coerente), di cui si conoscono con certezza solo i risultati delle vendite che avvengono alle aste pubbliche, mentre la parte del business che viene condotta nelle fiere internazionali, in transazioni private e nelle gallerie rimane non trasparente²³⁸, ne consegue che il mercato dell'arte coincide in larga misura con quello delle aste, l'unico che, come si è detto, offre valori pubblici e

²³³ BASSETTI M., PENNISI R., *cit.*, https://www.treccani.it/enciclopedia/il-mercato-dell-arte_%28XXI-Secolo%29/

²³⁴ *Cit.*, in Treccani Accademia, <https://treccaniaccademia.it/news/come-si-determina-il-valore-di-unopera-darte/>.

²³⁵ BASSETTI M., PENNISI R., *cit.*, https://www.treccani.it/enciclopedia/il-mercato-dell-arte_%28XXI-Secolo%29/

²³⁶ BELTRATTI A., SINISCALCO D., *Collezionisti, Investitori, Speculatori: la determinazione dei prezzi sul mercato dell'arte*, in *Giornale degli Economisti e Annali di Economia*, Vol. 50, no. 1/2, 1991, p. 59.

²³⁷ MCANDREW C., *Fine Art and High Finance*, New York, Bloomberg Press, 2010, p. 1.

²³⁸ ZAMPETTI EGIDI C., *Mercato dell'arte*, in *Enciclopedia Treccani*, 2015, https://www.treccani.it/enciclopedia/mercato-dell-arte_%28Enciclopedia-Italiana%29/

obiettivi, misurabili e verificabili²³⁹. Essendo suddivisibile in molteplici settori, ciascuno dei quali composto da peculiari protagonisti e caratteristiche, risulta più appropriato parlare di “mercati”. Per esempio, i mercanti e le gallerie d'arte non rappresentano affatto una categoria omogenea, ma vanno divisi in varie sottocategorie, in relazione ai diversi livelli di mercato in cui operano e ai diversi tipi di prodotto oggetto del loro commercio: mercanti che operano su scala internazionale o a livello locale, che trattano artisti noti o nuove proposte in relazione a vari generi o scuole²⁴⁰. Inoltre, se inteso in senso ampio, tale mercato non include solamente il commercio degli oggetti delle cosiddette “belle arti” (dipinti, sculture, lavori su carta, fotografie), ma anche delle arti decorative (mobili di valore, costumi, gioielli, tessili, ceramica, oggetti di vetro, legno e metallo) e delle antichità (oggetti connotati da qualità come la rarità, il significato storico e le condizioni), oltre ad oggetti da collezione (vino, monete, macchine d'epoca, francobolli e *memorabilia*)²⁴¹. Pertanto, ogni segmento del mercato ha i propri artisti, i propri esperti e i propri acquirenti, e si muove in modo indipendente nella propria traiettoria dei prezzi.

Quello dell'arte è, dunque, un settore complesso e sofisticato, da sempre ritenuto un mercato estremamente illiquido, in cui il profitto, se l'acquisto è fatto ai fini di un investimento, nella maggior parte dei casi può essere realizzato dopo decenni dall'acquisizione dell'opera. Inoltre, è da sempre considerato un mercato estremamente emozionale, dipendente dai giudizi critici, dalle mode e dal gusto personale. La previa richiesta di dimostrazione di autenticità e provenienza dell'opera e la necessaria intermediazione tra artisti e acquirenti attraverso figure quali professionisti, intenditori del settore, galleristi, case d'asta e gestori patrimoniali, rendono il processo di investimento estremamente complesso, macchinoso e poco trasparente²⁴². Per questo, il mercato dell'arte è da sempre considerato molto selettivo, dedicato ad intenditori e a chi possiede disponibilità economiche di rilievo, rendendo così l'investimento in arte

²³⁹BASSETTI M., PENNISI R., *cit.*, https://www.treccani.it/enciclopedia/il-mercato-dell-arte_%28XXI-Secolo%29/

²⁴⁰ POLI F., *Il sistema dell'arte contemporanea: produzione artistica, mercato, musei*, Roma-Bari, Laterza, 2011, p. 57.

²⁴¹ ZAMPETTI EGIDI C., *cit.*, https://www.treccani.it/enciclopedia/mercato-dell-arte_%28Enciclopedia-Italiana%29/

²⁴² *Il mercato dell'arte e dei beni da collezione. Report 2019*, in Deloitte Italy, 2019, p. 82, reperibile in formato PDF al seguente link: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/it/Documents/financial-services/Deloitte_ArtFinance19.pdf

esclusivo appannaggio dei più abbienti che, spesso, quando il mercato degli investimenti tradizionali non propone aspettative favorevoli per il futuro, utilizzano le opere d'arte come bene rifugio²⁴³.

I protagonisti del mondo dell'arte sono, dunque, molteplici: gli artisti, *in primis*, i galleristi, i mercanti d'arte, i curatori, i critici, i collezionisti, le case d'asta, le fiere-mercato, i musei, le riviste d'arte²⁴⁴. Dal punto di vista sociologico, in tale sistema la produzione di un'opera d'arte non dipende solo dall'artista, ma è il risultato dell'azione di tutti (o di buona parte) i principali attori del sistema dell'arte che ne "sostengono" la produzione²⁴⁵. Allo stesso modo, gli acquirenti di opere d'arte possono essere distinti in due macrocategorie: coloro che acquistano per il puro piacere e, di contro, coloro che acquistano a mero scopo d'investimento. Queste due categorie hanno strategie di acquisto opposte: nella prima prevalgono gli aspetti emozionali ed estetici, nella seconda calcoli esclusivamente speculativi²⁴⁶.

3.1.1 *I players del mercato dell'arte*

In precedenza si è detto che sono molteplici gli agenti che, ciascuno con le proprie attività e finalità, partecipano al commercio globale dell'arte. Il fulcro di tale mercato sono gli *artisti*, senza i quali esso non potrebbe esistere. Questi, soprattutto in fase di avvio della propria carriera, possono scegliere se vendere autonomamente e direttamente i propri lavori alla clientela interessata, o se affidarsi a commercianti e galleristi che, con competenza e professionalità, ne amministrano la loro presenza nel mercato, sviluppando e incrementando la loro carriera e la loro notorietà, avendo quest'ultimi la responsabilità di stabilire il livello iniziale dei prezzi dei loro lavori.

Due sono gli attori dominanti nella vendita dell'arte internazionale: i galleristi e le case d'asta. I *galleristi* promuovono il talento degli artisti e svolgono il ruolo di intermediari nella vendita delle loro opere, organizzando mostre (personali o collettive), partecipando alle fiere d'arte nazionali e internazionali, curando la loro presenza in

²⁴³ *Ibidem*.

²⁴⁴ THORNTON S., SCAFI R., *Il giro del mondo dell'arte in sette giorni*, traduzione di Scafì R., Milano, Feltrinelli, 2009, p. 8.

²⁴⁵ POLI F., *cit.*, pp. 45-46.

²⁴⁶ *Il mercato dell'arte e dei beni da collezione. Report 2019*, in Deloitte Italy, 2019, p. 84, https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/it/Documents/financial-services/Deloitte_ArtFinance19.pdf

riviste di settore²⁴⁷. L'artista può affidarsi ad un'unica galleria che sostiene e si occupa in esclusiva del suo lavoro, oppure può scegliere di affidare le proprie opere a più galleristi contemporaneamente, al fine di raggiungere differenti porzioni di mercato. Le gallerie che operano sul mercato secondario sono, invece, quelle gallerie che acquistano le opere dai collezionisti e non direttamente dagli artisti²⁴⁸.

Il mestiere del gallerista è complesso poiché, ponendosi a metà strada tra l'artista e il pubblico, deve sapere combinare intuito, capacità interpretative, senso critico, con strategie commerciali, conoscenza del mercato, coraggio e audacia. Nei secoli, molti galleristi hanno contribuito a decretare la fortuna di artisti e movimenti artistici, si pensi nell'Ottocento a Paul Durand-Ruel (1831-1922), mecenate di pittori impressionisti del calibro di Monet, Degas, Renoir, Sisley, Pissarro, nonché organizzatore della prima mostra di Cézanne e promotore del genio artistico di Picasso e Matisse. O alla collezionista Peggy Guggenheim (1898-1979) che nel corso del Novecento diviene un importante punto di riferimento per le Avanguardie artistiche newyorkesi ed europee, determinando il corso della storia dell'arte dello scorso secolo²⁴⁹. Ma l'attività del gallerista può influenzare il lato della domanda anche in senso opposto, esercitando un certo controllo sull'immissione di nuove opere sul mercato e, dunque, rifiutando taluni artisti e creazioni. I galleristi sono spesso specializzati in determinati settori e, per garantirsi la sopravvivenza, si assicurano dei margini considerevoli sulle vendite delle opere, spesso intorno al 50%. Un ulteriore mezzo di sussistenza per i galleristi, che consente l'accesso a clienti nuovi e internazionali, è quello delle *fiere d'arte*, che il New York Time definisce come «l'evento che definisce lo stato attuale del mercato dell'arte dal punto di vista di un gallerista». Si tratta di una delle ultime forme di mercato d'arte, soprattutto per l'Arte Contemporanea, che nasce nella seconda metà del secolo scorso dalla necessità, da un lato, di creare a livello internazionale dei punti di incontro per i mercanti e gli acquirenti d'arte, dall'altro, dal progressivo affermarsi dell'idea che l'arte sia un investimento proficuo²⁵⁰. Gli appuntamenti sono pochi, annuali, e di portata internazionale, tipicamente localizzati nei maggiori poli dell'Arte Contemporanea, si pensi, solo per citarne alcuni, ad *Art Basel* con sede a Basilea, Miami e Hong Kong, a

²⁴⁷ NIFOSI' G., *Arte in primo piano. Guida agli autori e alle opere*, Laterza, Roma-Bari, 2010, p. 30.

²⁴⁸ ZORLONI A., *Il mercato dell'arte. Guida pratica per consulenti finanziari e private banker*, Milano, FrancoAngeli, 2021.

²⁴⁹ NIFOSI' G., *cit.*, p. 30.

²⁵⁰ *Ivi*, p. 31.

Frieze a Londra e New York, ad *ARCO* a Madrid e ad *Artissima* a Torino. Oltre che da galleristi, le fiere d'arte sono frequentate da collezionisti, critici, da appassionati e dagli addetti ai lavori. Qui mercanti d'arte e galleristi espongono le proprie opere con la duplice finalità di venderle e di presentare al mercato nuovi artisti o potenziali *trend*. Il clima caotico, unito all'esplicita dimensione commerciale che qui rivestono le opere d'arte, hanno reso quello delle fiere d'arte il sistema più moderno e dinamico di vendere dipinti e sculture²⁵¹. Inoltre, le fiere d'arte consentono di attirare nuove fasce di compratori, contribuendo alla crescita del valore di alcuni artisti e ad incrinare l'immagine di altri. I prezzi sono tendenzialmente più convenienti e più facilmente paragonabili tra loro grazie alla collocazione in enormi e anonime strutture a padiglione; le fiere d'arte, dunque, rispondono all'esigenza sempre più accentuata del pubblico di volere conoscere e valutare l'Arte Contemporanea il più rapidamente possibile, attraverso una sorta di programma *full immersion* che consenta in un paio di giorni di respirare l'atmosfera di novità che la galleria è in grado di restituirgli²⁵².

L'altro grande agente nel mercato dell'arte sono le *case d'asta*. Le attuali *majors* sono Sotheby's, Christie's e Phillips, le quali detengono circa un terzo del fatturato del mercato globale dell'arte. L'asta è un meccanismo di allocazione delle risorse caratterizzato da un insieme di regole che presiedono allo scambio tra agenti economici, tipicamente una parte (la domanda) svolge un ruolo attivo, mentre l'altra (l'offerta) resta inattiva ma stabilisce il volume di offerta e utilizza l'asta per determinare la migliore allocazione possibile²⁵³. Le case d'asta coprono un ampio spettro di discipline (diversamente dalle gallerie), si avvalgono di esperti altamente qualificati in diversi ambiti e settori del mercato d'arte, e svolgono un ruolo fondamentale nel promuovere, valutare e vendere il lavoro degli artisti, le cui stime (espresse tipicamente in un *range* che va da un valore minimo a uno massimo) vengono inserite nel catalogo. Svolgono, dunque, il ruolo di intermediari, forniscono informazioni sul lavoro degli artisti e, essendo luogo di incontro tra domanda e offerta, determinano il prezzo delle opere in vendita. Tuttavia, è scorretto pensare che la vendita all'asta, innescando meccanismi di concorrenza tra i compratori, finisca per assegnare il giusto valore agli oggetti²⁵⁴.

²⁵¹ FIZ A., *Investire in Arte Contemporanea*, Milano, Franco Angeli Editore, 1995, p.62.

²⁵² MENEGUZZO M., *Breve storia della globalizzazione in arte: (e delle sue conseguenze)*, Milano, Johan & Levi, 2012, p. 127.

²⁵³ PARISIO L., *Meccanismi d'asta*, Roma, Carocci Editore, 1999, p. 15.

²⁵⁴ THOMPSON D., *Lo squalo da 12 milioni di dollari*, Milano, Mondadori, 2009, p. 170.

Tra le tipologie d'asta più utilizzate vi è l'asta inglese (*ascending-bid auction*), la quale prevede che, tra i vari *bidders* (offerenti) che formulano progressivamente offerte al rialzo, si aggiudica il bene colui che fa l'offerta più alta entro l'intervallo di tempo prestabilito o quando non vi sono più rilanci da parte di altri *bidders*. Oppure, l'asta olandese (*descending-bid auction*) in cui, in contrapposizione al precedente meccanismo, si aggiudica il bene colui che per primo decide di acquistare l'artefatto, il cui prezzo viene pronunciato al ribasso dal banditore. Sempre più utilizzate sono, inoltre, le aste online che, come le aste svolte fisicamente, adottano tipicamente o il meccanismo di asta inglese o quello di asta olandese, con la differenza che lo svolgimento avviene via Internet. Infine, ulteriori fondamentali agenti in tale mercato sono i *collezionisti*, il cui ruolo attuale è paragonabile a quello dei più grandi mecenati della storia antica.

3.1.2 I fattori determinanti nella formazione dei prezzi delle opere d'arte

Nel corso degli anni la letteratura economica ha evidenziato alcuni fattori che possono influire sulla formazione del prezzo di un'opera d'arte. Tra questi, la *reputazione dell'artista* e la *recensione della critica* sono due elementi fondamentali che, se positivi ed elevati, comportano un prezzo maggiore. Tuttavia, non va scordato che, nella carriera di uno stesso artista ci possono essere periodi creativi differenti (opere realizzate negli anni della giovinezza, nella fase formativa, ecc.), a cui corrispondono valori e valutazioni che possono anche essere molto discostanti tra loro. Pertanto, altri fattori influenti e tendenzialmente più oggettivi da osservare, sono la *dimensione dell'opera*: alcuni studi dimostrano che il prezzo di talune opere aumenta all'aumentare della dimensione delle stesse. La *tecnica di realizzo* impiegata: generalmente le pitture ad olio sono più costose delle pitture ad acquerello ma, anche in tal caso, bisogna osservare qual è la tecnica maggiormente impiegata dall'artista durante l'intera sua carriera, poiché le opere realizzate con quest'ultima, indipendentemente da quale essa sia, tenderanno ad essere più apprezzate poiché rappresentative del suo stile. Il *soggetto del dipinto*: alcuni ricercatori evidenziano che ci sono delle preferenze artistiche ricorrenti negli acquirenti, tipicamente, in riferimento ad uno specifico artista, essi prediligono le opere con i soggetti più iconici, poiché paragonabili ad una sorta di "marchio" riconoscibile dell'autore. Altri fattori che influiscono sulla formazione del prezzo sono le *condizioni in cui si trova l'opera*: se necessita di un restauro il prezzo

tenderà a decrescere. Ma anche alcuni elementi legati alle *caratteristiche di vendita*, vale a dire la sede a livello geografico in cui avviene la vendita, la reputazione e il prestigio di cui gode la casa d'aste o la galleria che, così facendo, funge da garanzia per l'acquirente; ma anche l'ordine in cui vengono presentati i lotti e il momento della giornata in cui avviene la vendita all'asta (molte delle vendite più proficue sono avvenute nelle *Evening Sale*). Influisce anche quella che è la *storia dell'opera* in termini di proprietari che precedentemente l'hanno posseduta (un nome prestigioso ne eleverà il valore), di *curriculum* delle mostre svolte, di certificati di autentica in possesso. Ed è proprio l'assenza di tale documentazione a comportare una sostanziale svalutazione del valore dell'opera, se non, addirittura, l'impossibilità di quest'ultima di essere immessa nel mercato. Inoltre, il *prezzo di aggiudicazione* dell'opera nelle vendite passate può essere determinante nello stabilire il prezzo delle successive vendite. Tuttavia, anche tenendo conto di tutti questi elementi, per nulla omogenei tra loro, si possono verificare dei prezzi di aggiudicazione in asta inspiegabili. Ciò può essere attribuito all'euforia che spesso colpisce taluni acquirenti, soprattutto durante le vendite all'asta, ma può essere ricercato anche nel cosiddetto *irrational premium*, che consiste nella disponibilità di alcuni *bidders* a pagare una certa opera più del suo valore, per ragioni tipicamente di carattere emozionale: in tal caso, il fine è esclusivamente quello di possedere tale bene e, per aggiudicarselo, sono disposti ad elevarne smisuratamente l'offerta.

Ne consegue che la dinamica di attribuzione del prezzo ad un'opera d'arte risulta essere molto complessa, non essendoci una relazione diretta tra un elemento e il prezzo finale dell'opera. Difatti, tutti i fattori sopra elencati non hanno mai portato ad una completa trasparenza nel mercato dell'arte. Inoltre, come ribadito nel paragrafo 3.1.1, determinante è anche il peso degli intermediari: i galleristi svolgono il ruolo di *gate-keeper* per il mondo dell'arte contemporanea, in quanto selezionano i nuovi talenti, stabilendo quali artisti valorizzare e quali oscurare. Tale potere in capo alle gallerie è proporzionale alla loro dimensione, alla fascia di mercato cui si rivolgono e agli artisti che rappresentano. Va poi tenuto conto che i prezzi formulati nel mercato primario tendono ad essere più bassi rispetto a quelli del mercato secondario perché può essere necessario del tempo prima che all'opera e, conseguentemente, all'artista ne venga riconosciuto il valore. Nel mercato secondario i prezzi tendono a crescere, a volte vertiginosamente, anche in ragione del sempre più frequente ingresso nel mercato di facoltosi individui o imprese che, vantando ingenti disponibilità economiche, vedono

nell'acquisto d'arte un ritorno in termini di immagine o di consolidamento del proprio *status symbol*. Il funzionamento di tale mercato, inoltre, risente delle mode: valorizzando o svalutando determinate opere o correnti artistiche, ne risente anche il modo con cui i potenziali acquirenti guardano ad esse e, di conseguenza, il formarsi dei prezzi.

Oltre al ruolo svolto da mercanti e gallerie, si è detto che le case d'asta rappresentano le strutture finanziariamente e strategicamente più potenti e organizzate nell'ambito dell'attività del mercato secondario dei valori artistici affermati²⁵⁵. Importante è, però, anche il ruolo dei collezionisti, che difendono e cercano di valorizzare i loro acquisti; quello della critica d'arte, che lavora sul piano della promozione e del riconoscimento culturale delle opere; e quello dei direttori e curatori di musei, il cui ruolo è essenziale non solo per la legittimazione dei valori sul piano culturale (con funzione storicizzante), ma anche su quello economico, sia perché i musei rappresentano una parte molto importante della domanda (collezionismo pubblico), sia perché la "consacrazione" museale è per un artista un prestigioso valore aggiunto che si riverbera su tutta la sua produzione²⁵⁶. Pertanto, la presenza degli artisti nei musei, le cui politiche di acquisizione contribuiscono alla determinazione del loro valore e dei prezzi, l'appartenenza a correnti significative, la loro presenza in libri e riviste d'arte, contribuisce alla determinazione della loro fama e del loro valore²⁵⁷. In conclusione, è indiscutibile che la preponderanza assoluta data al fattore economico esalti la funzione egemonica di quelle componenti, gallerie e collezionisti *in primis*, che vi hanno a che fare direttamente ma, al contempo, stabilisce fortissime gerarchie interne: solo le gallerie economicamente forti, così come i collezionisti dotati di mezzi ingenti, possono determinare il gusto del mercato²⁵⁸. Ne consegue che l'artista risulta essere la figura che più di tutte subisce i contraccolpi di tale sistema, un sistema basato sul rispetto di regole non scritte per la conquista della scena, sulla competizione esasperata dalla globalizzazione del mercato, sulla necessità di un cambiamento linguistico talvolta radicale, sulla spettacolarizzazione e monumentalizzazione mediatica dell'opera d'arte che, spesso, è volta alla sola soddisfazione di un *trend* corrente²⁵⁹.

²⁵⁵ POLI F., *cit.*, p. 79.

²⁵⁶ *Ivi.*, p. 48.

²⁵⁷ BENHAMOUS F., *L'economia della cultura*, Bologna, Il Mulino, 2009, pp. 71-74.

²⁵⁸ MENEGUZZO M., *cit.*, p.131.

²⁵⁹ *Ibidem.*

3.2 Arte e blockchain

Le tecnologie digitali hanno trasformato non solo l'ambiente quotidiano e il modo in cui le persone costantemente si relazionano tra loro e con esse, ma anche le modalità con cui si produce e si fruisce l'arte. Pertanto, anche nella materia dei beni di interesse artistico ricevono crescente considerazione fenomeni tecnologici di portata innovativa, che propongono di risolvere alcune disfunzioni tipiche di tale mercato come, tra queste, il miglioramento del rapporto di fiducia tra gli operatori che lo compongono²⁶⁰. Noto che l'incertezza rende gli acquirenti più diffidenti, comportando un aumento dei costi necessari ad una verifica professionale (dove possibile), e finendo in ogni caso per determinare una riduzione del valore dell'asset artistico, può effettivamente convenirsi sull'opportunità di stabilire, anche attraverso l'impiego delle nuove tecnologie, meccanismi volti ad accrescere l'affidabilità di quanto dichiarato dalla parte venditrice²⁶¹. Il variegato fenomeno blockchain, nelle sue scalari applicazioni al settore, si configura come una delle epifanie tecnologiche che reclamano maggiore attenzione, il cui impiego mira a tracciare le vicende creative, proprietarie e circolatorie del bene artistico²⁶² secondo modalità del tutto nuove al tradizionale mercato dell'arte.

La fama che la tecnologia blockchain applicata al settore artistico ha raggiunto, soprattutto nel corso dell'ultimo anno, e sempre più raggiungerà nei prossimi mesi, va attribuita in buona parte al successo commerciale che sta ottenendo la cosiddetta *Crypto Art*, una forma d'arte digitale legata fortemente alla blockchain e ai suoi temi ricorrenti, di cui si cercherà di tratteggiarne i confini nel Capitolo 4. Il *boom* della *Crypto Art* è strettamente connesso a quello dei *Non-Fungible Tokens* (NFT), certificati digitali crittografici assimilabili a gettoni non fungibili che raccolgono i dati dell'opera sottostante e li registrano nella blockchain, trasformando un'opera illimitatamente riproducibile in un oggetto digitale unico e tracciabile, la cui proprietà può essere trasmessa allo stesso modo in cui si farebbe con qualsiasi oggetto del mondo *offline*²⁶³.

²⁶⁰ BUFANO E., *Blockchain e mercato delle opere di interesse artistico: piattaforme, nuovi beni e vecchie regole*, in Aedon (Rivista di arti e diritto on line), 2/2021, p. 1.

²⁶¹ *Ibidem*.

²⁶² *Ibidem*.

²⁶³ CUESTA VALERA S., FERNANDEZ VALDES P., MUNOZ VINAS S., *NFT y arte digital: nuevas posibilidades para el consumo, la difusión y preservación de obras de arte contemporáneo*, in Artnodes (Revista de arte, ciencia y tecnología), 28/2021, p. 2.

3.3 “Fungibile”, “Non Fungibile”, “Token”

Prima di addentrarsi nel mondo degli NFT, è necessario chiarire il significato di alcuni termini ricorrenti, come “fungibile” e, di contro, “non fungibile”, oltre che di “token”, essendo la base necessaria da cui partire per la loro comprensione.

Fungibile «si dice di beni che possono essere sostituiti con altri dello stesso genere per adempiere le funzioni che li riguardano»²⁶⁴. Esempio per eccellenza di bene fungibile è il denaro: una banconota da 10 euro è sostituibile con ogni altra banconota da 10 euro (autentica e integra) o con dei suoi sottomultipli, come possono essere due banconote da 5 euro. O ancora, una bottiglia di un certo vino, di una certa cantina e di una certa annata è uguale ad un'altra di quello stesso vino, di quella stessa cantina e di quel medesimo anno²⁶⁵. Lo stesso vale per un chilo di farina o un barile di petrolio greggio, e così via. *Non fungibile* (o infungibile), di contro, «si dice di bene considerato nella sua specificità e non sostituibile con un altro della stessa specie»²⁶⁶. Ad esempio, è infungibile un'automobile, in quanto l'acquirente non sarà soddisfatto con un esemplare qualsiasi che esce dalla fabbrica, ma ne richiederà uno che corrisponde al modello, al colore e agli accessori ordinati, inoltre a quell'automobile verrà assegnata una targa e verrà generato un certificato di proprietà (assimilabile all'NFT), che sono entrambi univoci²⁶⁷. *Token*, traducibile letteralmente con “gettone”, nella sua accezione generale è un oggetto con un valore particolare e simbolico; per esempio, un token nella sicurezza informatica può essere una prova dell'autenticità di un indirizzo. Nello specifico, riprendendo la definizione fornita dagli *Osservatori Digital Innovation* del Politecnico di Milano, un token su blockchain è:

«Un'informazione digitale, registrata su un registro distribuito, univocamente associata a uno e un solo specifico utente del sistema e rappresentativa di una qualche forma di diritto: la proprietà di un asset, l'accesso a un servizio, la ricezione di un pagamento, e così via»²⁶⁸.

²⁶⁴ Definizione di “fungibile”, in Garzanti Linguistica,

<https://www.garzantilinguistica.it/ricerca/?q=fungibile>

²⁶⁵ GARGANTINI G., *Gli NFT, spiegati*, in Il Post, 19 marzo 2021, <https://www.ilpost.it/2021/03/19/nft-non-fungibile-token/>

²⁶⁶ Definizione di “infungibile”, in Garzanti Linguistica,

<https://www.garzantilinguistica.it/ricerca/?q=infungibile>

²⁶⁷ MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T., *cit.*

²⁶⁸ *Initial Coin Offer (ICO) e Token: ecco cosa sono e quali sviluppi promettono per il futuro*, in Osservatori.net, 02 gennaio 2019, https://blog.osservatori.net/it_it/ico-e-token-blockchain

La blockchain è, dunque, quella tecnologia che consente la creazione e lo scambio di tokens in modo sicuro, trasparente, tracciabile e privo di intermediari. Ciò è possibile poiché creare un token sulla blockchain significa definire in uno *Smart Contract* tutte le sue caratteristiche fondamentali, come il numero di tokens emessi, chi è abilitato a trasferirli, chi può disporre dei tokens (i *token holder*), le regole di accesso agli stessi²⁶⁹.

Chiariti i sopracitati concetti, si può giungere alla distinzione tra token fungibile e non fungibile: i *Fungible Tokens* (FT) sono tali che una parte o quantità può essere sostituita da un'altra parte o quantità uguale, in quanto ogni token è uguale ad ogni altro del suo genere ed è capace di sostituzione reciproca²⁷⁰. Sono tokens fungibili le valute tradizionali, le criptovalute, come Bitcoin ed Ether, e molti tokens di rete o di utilità. Per esempio, se qualcuno prende in prestito 1 ETH, poi dovrà restituire un altro 1 ETH dello stesso valore, ma il mutuatario potrebbe anche restituire 0,5 ETH in due *tranches*, in quanto i tokens fungibili, diversamente dai tokens infungibili, sono anche divisibili in frazioni oltre che interscambiabili²⁷¹. Un *Non-Fungible Token* (NFT), invece, è un tipo speciale di token crittografico concepito per fornire la rappresentazione digitale unica di un dato oggetto, fisico o virtuale che sia. Pertanto, gli NFT non sono reciprocamente intercambiabili e, proprio perché unici e rari (scarsi), possiedono ciascuno diverse funzionalità e caratteristiche²⁷². Nel mondo reale, esempi di oggetti che non possono essere sostituiti da un altro simile sono i documenti d'identità e le opere d'arte: c'è solo un dipinto al mondo della Monna Lisa, così come dei Girasoli di Van Gogh, e l'acquirente potenzialmente interessato a tale acquisto vorrebbe possedere quella e solo quella opera. Allo stesso modo, se qualcuno dovesse prendere in prestito La Gioconda, poi dovrebbe restituire esattamente quel quadro, non una copia o tutt'altra opera²⁷³. Tale concetto si applica ad ogni opera d'arte, sia che si tratti di un'opera meno celebre delle sopracitate, sia che si tratti di un'arte che è nativa digitale.

A livello informatico ogni NFT rappresenta un tipo speciale di token crittografico, che viene creato e veicolato in una blockchain specifica, che è unico, indivisibile (non si può possedere una porzione di NFT), ed è associato ad un ID univoco tale per cui la coppia "indirizzo del contratto" e "token ID" sia unica all'interno dell'ecosistema di riferimento.

²⁶⁹ *Ibidem*.

²⁷⁰ MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T., *cit*.

²⁷¹ *Ibidem*.

²⁷² *Ibidem*.

²⁷³ *Ibidem*.

Inoltre, le norme che regolano la transazione di ciascun NFT sono definite da uno *Smart Contract* appositamente creato. Gli NFT vengono, dunque, utilizzati per creare scarsità digitale verificabile, proprietà digitale e/o possibilità di interoperabilità delle risorse su più piattaforme²⁷⁴. La rete Ethereum è quella che per prima, con il conio dei primi tokens collezionabili dal nome di “Cryptokitties”, nel 2017 ha messo a disposizione la propria tecnologia per creare, gestire, scambiare e fare circolare tokens infungibili. A seguire, sono sorte altre blockchain alternative che, sempre avvalendosi degli *Smart Contracts*, ne consentono la creazione e la diffusione. È il caso di *Binance Smart Chain (BNC)*, *Solana*, *Polygon*, *Algorand*, e altre ancora. Ciò nonostante, Ethereum resta, ad oggi, la più nota e utilizzata dai vari marketplaces che consentono la compravendita di NFT.

Per poter scrivere un qualsiasi token, cioè uno *Smart Contract*, è necessario utilizzare un “protocollo” (o contratto) che stabilisce le regole di scrittura e di utilizzo del token²⁷⁵. L'emissione di NFT avviene attraverso i protocolli ERC-721 o ERC-1155, dove “ERC” sta per *Ethereum Request for Comments*, mentre il protocollo impiegato per creare tokens fungibili è l'ERC-20. ERC-721 è il più noto, nonché il primo protocollo standardizzato per la creazione di NFT, scritto in linguaggio Solidity sulla blockchain Ethereum. Un token ERC-721 si caratterizza per essere indivisibile, immutabile e unico, in quanto identificativo di un unico bene oggetto di scambio. Tuttavia, il grande successo raggiunto dagli NFT ha portato artisti e creatori a vendere non più solo pezzi unici, ma anche intere “collezioni”. Ciò comporta che un token scritto con protocollo ERC-721, sebbene trasferibile, possa risultare lento ed inefficiente in fase di trasferimento di un'intera collezione. Inoltre, con tale protocollo le *Gas fees*, i costi in ETH che il creatore del token deve pagare al *miner* che conierà (*mint*) il token nella blockchain Ethereum, divengono molto elevate²⁷⁶, poiché esso consente una sola operazione per ogni singola transazione. A tal riguardo sorge ERC-1155, un protocollo che supporta la creazione sia di tokens fungibili che infungibili, con la caratteristica di essere più veloce ed efficiente da usare rispetto a ERC-721, in quanto raggruppa in una singola transazione più operazioni (basate su standard ERC-1155), comportando sia una diminuzione delle *Gas fees*, che una riduzione dello spazio di archiviazione sulla rete rispetto a ERC-721. La scelta tra quale dei due protocolli utilizzare dipende dal caso d'uso e dalle preferenze personali:

²⁷⁴ *Ibidem*.

²⁷⁵ PRIMERANO F., *Quali sono gli standard su cui si basano i token NFT?*, in Fabio Primerano's Blog, 09 ottobre 2021, <https://www.fabioprimerano.com/standard-token-nft/>

²⁷⁶ *Ibidem*.

alcuni collezionisti acquistano solo NFT ERC-721 perché considerano questo tipo di token il “gold standard”, altri non hanno preferenze specifiche, altri ancora preferiscono l’ERC-1155 poiché più economico (in fatto di Gas fees) ed efficiente in fase di conio dell’NFT²⁷⁷.

3.4 Alcuni numeri

L’11 marzo 2021 Christie’s vende all’asta per 69.3 milioni di dollari l’opera d’arte digitale dell’artista Beeple (Mike Winkelmann) *Everydays: the first 5000 days*, un collage di cinquemila illustrazioni digitali in formato jpeg realizzate ogni giorno dall’artista tra il 2007 e il 2021 e pubblicate quotidianamente sui propri canali social. L’acquirente è Metakovan, alias Vignesh Sundaresan, co-fondatore di Metapurse (il più grande fondo NFT); il maggiore bidder avversario era Justin Sun, il tycoon dei bitcoin²⁷⁸. La notizia fa subito scalpore, tutti i giornali ne parlano: da Christie’s si è appena scritta la storia dell’arte digitale, è la prima volta che una delle maggiori case d’asta al mondo mette in vendita un’opera interamente digitale attraverso un NFT (rilasciato da *MakersPlace*), accettando, inoltre, pagamenti in criptovalute (ETH)²⁷⁹. Per di più, è un susseguirsi di record: quello per un’opera digitale, quello per singolo lotto di un’asta online e quello per offerta in un’asta online; è poi la terza maggiore opera venduta all’asta realizzata da un artista vivente²⁸⁰. Il trentanovenne Beeple sale, dunque, sul podio: la sua creazione diviene la terza più pagata opera d’arte al mondo creata da un artista vivente, dopo *Rabbit* di Jeff Koons (\$91.1 milioni, 2019) e *Pool with two figures* di David Hockney (\$90.3 milioni, 2018)²⁸¹. All’asta hanno partecipato trentatré offerenti provenienti da undici nazioni, il 91% dei quali non avevano mai partecipato ad un’asta di Christie’s; interessante è poi la suddivisione per età: il 6% *Gen Z* (1997-2002), il 58% *Millennial*

²⁷⁷ Creazione di NFT: cosa sono ERC-721 e ERC-1155, in PortalCrypt, 25 settembre 2021, <https://portalcripto.com.br/it/criacao-de-nfts-o-que-e-erc-721-e-erc-1155/>

²⁷⁸ ROCCELLA E., Chi ha comprato l’opera NFT di Beeple da 69,3 milioni?, in Exibart, 13 marzo 2021, <https://www.exibart.com/mercato/chi-ha-comprato-l-opera-nft-di-beeple-da-69-milioni/>

²⁷⁹ BUCOLO M., Vendita all’asta da Christie’s un’opera d’arte digitale per 69 milioni di dollari. Tutta la storia, in Artribune, 12 marzo 2021, <https://www.artribune.com/professionisti-e-professionisti/mercato/2021/03/vendita-asta-christies-opera-arte-digitale-69-milioni-dollari/>

²⁸⁰ *Ibidem*.

²⁸¹ Ciò nonostante, i valori raggiunti sono ben al di sotto di quelli dei cosiddetti *blue chip artist*, ossia quegli artisti considerati dai collezionisti gli investimenti più sicuri del mercato dell’arte, poiché la loro posizione è stata ampiamente consolidata da grandi volumi di vendita in asta e attraverso mostre in prestigiosi musei. Attualmente al primo posto vi è “Salvator Mundi” di Leonardo Da Vinci, venduto nel 2017 per €382 milioni. Fonte: <https://cryptonomist.ch/2021/04/23/debutto-artisti-blue-chip-mondo-nft/>

(1981-1996), il 33% *Gen X* (1965-1980) ed il 3% *Baby Boomer* (1946-1964)²⁸². È a questo punto che il mondo ha cominciato a chiedersi: cosa sono gli NFT? A spodestare il podio raggiunto da Beeple è, però, il progetto “The Merger” del *digital creator* Pak, venduto lo scorso 4 dicembre sulla piattaforma Nifty Gateway per 91,8 milioni di dollari, secondo la quale si tratterebbe dell’opera più costosa realizzata da un artista vivente. Va detto, però, che tale opera è, in realtà, un collage di 266.445 unità NFT acquistata da più di 28 mila diversi acquirenti, il cui singolo NFT poteva avere un prezzo iniziale di \$575 o \$299 (poi aumentato di \$25 ogni sei ore), dunque, non è un’opera unica venduta ad un solo acquirente come è il caso di Beeple.

Ad agosto si raggiunge un altro record, questa volta però non si tratta di un’opera d’arte digitale bensì di un *Moments* facente parte di *NBA Top Shot*, un nuovo progetto di collezionismo sportivo creato da Dapper Labs (azienda informatica che ne ha sviluppato la piattaforma) in collaborazione con NBA e WNBA, che consiste nella compravendita di *Moments*²⁸³ collezionabili, ossia NFTs che raffigurano gli *highlights* delle migliori giocate dei leggendari protagonisti della lega²⁸⁴. La cifra più alta raggiunta è di 230.000 dollari per un *Moments* (copia 23/79) di LeBron James.

A scatenare il boom degli NFT sono stati, però, i CryptoKitties, uno dei primi videogiochi online, anch’esso creato da Dapper Labs, basato su blockchain Ethereum. Il gioco viene lanciato nel 2017 e consiste nel collezionare e allevare gattini virtuali (in una modalità molto simile ai Tamagochi), che sono dotati ciascuno di caratteristiche uniche (Figura 3). Sono, quindi, oggetti da collezione crittografici, conati in forma di NFT utilizzando lo standard token ERC-721 di Ethereum. L’identità di ogni gatto è garantita da un codice a 256 *bit* registrato in modo indelebile sulla blockchain che garantisce di essere gli unici possessori dei singoli gatti. Ad ogni cryptokittie è poi associato un valore numerico (la sua generazione), che ne definisce la rarità: più basso è il numero, più prezioso sarà l’animale virtuale. Inoltre, in modo simile ai bitcoin, anche i Cryptokitties sono pensati per essere un numero finito, dato che una volta creata la

²⁸² BUCOLO M., *cit.*, <https://www.tribune.com/professionisti-mercato/2021/03/vendita-asta-christies-opera-arte-digitale-69-milioni-dollari/>

²⁸³ Si tratta di collezionabili simili alle tradizionali carte sportive fisiche, con la differenza che, invece dell’immagine di un giocatore con le relative statistiche sul retro, ora si collezionano video di una giocata sportiva sottoforma di un cubo, le cui facce contengono tutti i dati e le statistiche relative a quell’*highlight*. I *Moments* sono numerati e hanno una rarità definita e immutabile. Fonte: Dunkest, <https://www.dunkest.com/it/nba/notizie/37174/nba-top-shot-come-funziona>

²⁸⁴ *NBA Top Shot, cos’è e come funziona*, in Dunkest, 2021, <https://www.dunkest.com/it/nba/notizie/37174/nba-top-shot-come-funziona>

prima generazione di gatti virtuali, l'unico modo per generarne di nuovi sarà accoppiandoli tra di loro²⁸⁵. Si tratta di un gioco che nel giro di un paio di mesi ha generato un giro d'affari di 37.932 Ether, pari a 19.6 milioni di dollari, muovendo circa un quarto del traffico di Ethereum e della sua moneta, congestionandone il sistema. Infatti, la rete era passata da circa un miliardo di transazioni al giorno a 5 miliardi in meno di una settimana dal lancio²⁸⁶. Bryce Bladon, tra i creatori di tale videogioco, spiega a Wired che lo scopo che ha spinto i creatori a realizzare i cripto-gattini è di «gettare un ponte che colmi la distanza tra i consumatori di tutti i giorni e la tecnologia della blockchain, [perché giocando con CryptoKitties] un utente riceve una formazione pratica sulla blockchain e sul suo funzionamento»²⁸⁷. La serie di collezionabili che ha generato il maggiore volume di scambio sulla blockchain Ethereum è, invece, CryptoPunk. Si tratta di diecimila immagini tokenizzate come NFT sulla suddetta blockchain e scambiate sul marketplace OpenSea. Vengono create nel 2017 dallo studio di sviluppatori Larva Labs, e rappresentano avatar tutti diversi tra loro che si basano su pixel generati casualmente (Figura 4). Il loro prezzo minimo oggi supera i \$200.000. Tre di essi sono stati venduti alle cifre record di \$11.8, \$7.6 e \$7.6 milioni. Visa, tra i giganti dei servizi finanziari classici, è divenuta proprietaria del CryptoPunk numero 7610.

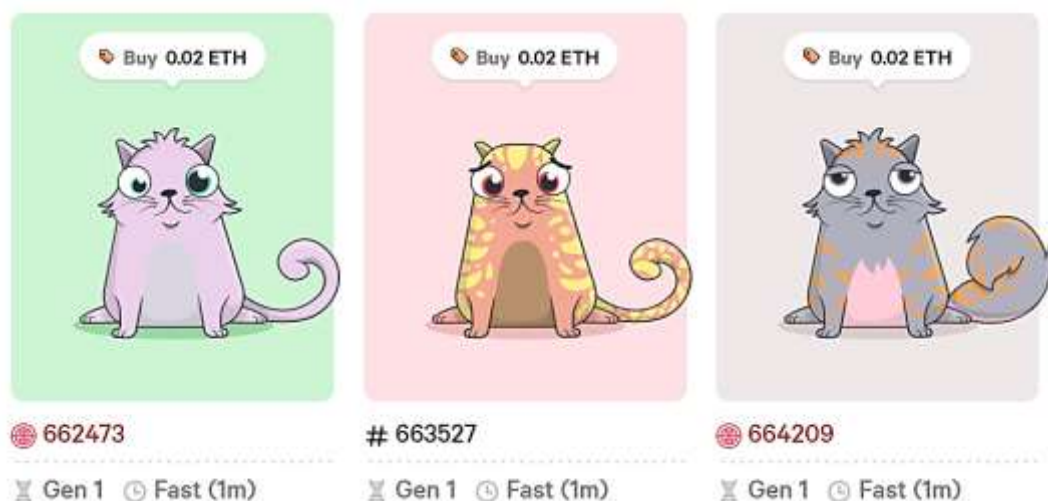


Figura 3: Alcuni CryptoKitties. Fonte: Cryptokitties²⁸⁸.

²⁸⁵ STENTELLA U., *Cryptokitties: la storia dei gattini che hanno intasato il network di Ethereum*, in Everyeye.it, 29 dicembre 2017, <https://tech.everyeye.it/articoli/speciale-cryptokitties-storia-dei-gattini-che-hanno-intasato-network-ethereum-36547.html>

²⁸⁶ ZORLONI L., *Cryptokitties, il Tamagochi con i gattini che si paga in criptovalute*, in Wired, 08 febbraio 2018, <https://www.wired.it/economia/finanza/2018/02/08/cryptokitties-gattini-ethereum/>

²⁸⁷ *Ibidem*.

²⁸⁸ Fonte: <https://www.cryptokitties.co/>



Figura 4: Alcuni CryptoPunks. Fonte: BitcoinEthereumNews.com²⁸⁹.

E ancora, Jack Dorsey, cofondatore di Twitter, il 23 marzo vende all'asta sulla piattaforma *Valuables by Cent* il suo primo storico *tweet* sottoforma di NFT al prezzo di 2.915.835,72 dollari, cifra immediatamente devoluta in beneficenza. L'acquirente è Sina Estavi, amministratore delegato della società di blockchain *Bridge Oracle*. Nel mese precedente la musicista Grimes, compagna di Elon Mask, vende all'asta nel marketplace *Nifty Gateway* otto video delle sue canzoni originali per complessivi 5.8 milioni di dollari.

Tuttavia, accanto alle opere e ai progetti più noti e proficui a livello di valore generato, di cui quelli sopracitati sono solo alcuni dei più chiacchierati, è bene constatare che non tutti i creatori di NFT godono dello stesso successo e raggiungono gli stessi elevati valori di vendita. A tal proposito, un team di ricercatori italiani finanziati dall'*Alan Turing Institute*, ha rivelato che, sebbene i media decantino costantemente le vendite record di NFT da milioni di dollari, in realtà pare che il prezzo medio di vendita del 75% degli NFT sia di 15 dollari, con solo l'1% degli NFT che raggiunge prezzi superiori a 1.500 dollari. L'analisi esamina un *database* di 4.7 milioni di NFT scambiati da oltre 500.000 venditori e acquirenti, di tutte le categorie di NFT (Art, Collectibles, Gamings, Metaverse), nel periodo che va da giugno 2017 al primo trimestre 2021, pertanto lo studio è parziale, in quanto esclude le vendite avvenute durante il boom degli NFT (da aprile 2021 in poi)²⁹⁰. Il team, inoltre, avvalendosi di algoritmi di *machine learning* che estraggono le proprietà visive degli oggetti, analizzando la storia delle transazioni degli articoli di una stessa collezione (o delle vendite di NFT correlati), e il numero totale di acquisti e vendite dei *trader* nella rete NFT, è riuscito a cogliere, tramite un modello di apprendimento automatico, quali sono i tre fattori che possono

²⁸⁹ Fonte: <https://it.bitcoinethereumnews.com/bitcoin/2021s-nft-boom-pushes-collectors-toward-rare-and-older-collections-blockchain-bitcoin-news/>

²⁹⁰ NADINI M., ALESSANDRETTI L., DI GIACINTO F., MARTINO M., AIELLO L. M., BARONCHELLI A., *Mapping the NFT revolution: market trends, trade networks, and visual features*, in *Scientific Reports*, 20902/2021.

influire fino al 70% sulla determinazione dei prezzi di vendita di un NFT, ossia: le caratteristiche visive dell'opera (10-20%), le precedenti vendite di NFT correlati (50%), la popolarità di acquirenti e venditori (10%). La ricerca rivela anche che, complessivamente, nei primi quattro mesi del 2021 il volume degli scambi NFT ha superato i 2 miliardi di dollari, dieci volte più dell'intero volume degli scambi NFT nel 2020. Il team osserva inoltre che, dopo una rapida crescita iniziale avvenuta alla fine del 2017, quando la collezione di CryptoKitties ha guadagnato popolarità in tutto il mondo, la dimensione del mercato NFT è rimasta sostanzialmente stabile fino a metà 2020, con una media di 60.000 dollari scambiati giornalmente. È a partire da luglio 2020 che il mercato registra una drastica crescita, con un volume totale scambiato giornalmente superiore a 10 milioni di dollari a marzo 2021; ed è sempre da luglio 2020 che il team rileva come il volume del mercato sia stato ampiamente dominato da NFT classificati come *Arte*, i cui prezzi risultano essere in media più alti rispetto alle altre categorie.

3.4.1 Le categorie

Sebbene il presente elaborato si incentri sul rapporto tra settore dell'arte e NFT, come si è potuto constatare nel paragrafo 3.4, gli NFT non sono solo arte digitale. Gli usi dei tokens non fungibili sono, in realtà, innumerevoli, in quanto la *tokenizzazione*²⁹¹ permette (teoricamente) di sostituire dati preziosi e/o sensibili, beni, diritti, carte di pagamento e molto altro, con la creazione di uno speculare asset digitale unico, non modificabile, certificato e scambiabile liberamente²⁹². Pertanto, l'ambito degli NFT è espandibile a tutto ciò che è unico e che richiede una proprietà dimostrabile. Possono essere videogames, opere d'arte, nomi di dominio, tickets, brani musicali e video, appezzamenti di terreno virtuale, un prodotto della finanza decentralizzata (DeFi), l'identità personale, una proprietà su un immobile, e molto altro ancora. Attualmente, i segmenti principali sono rappresentati da: *Art, Collectible, Games, Metaverse, Sport, Utility*; anche se, talvolta, i confini tra le suddette categorie non sono netti, per esempio, in alcuni casi gli oggetti d'arte possono essere classificati come oggetti da

²⁹¹ *Tokenizzazione* è il termine con cui si designa il processo di conversione dei diritti su di un asset reale o su un *file* in un token digitale registrato su una blockchain tramite *Smart Contract*. Fonte: LIVELLI F. M. R., *Tokenizzazione degli asset: scenari e sfide*, in Blockchain4Innovation, 22 ottobre 2021, <https://www.blockchain4innovation.it/esperti/tokenizzazione-degli-asset-scenari-e-sfide/>

²⁹² MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T., *cit.*

collezione, mentre alcuni oggetti di gioco possono presentare proprietà estetiche e culturali sofisticate che possono qualificarli come arte.

Il *Non-Fungible Tokens Quarterly Report* riferito al terzo trimestre 2021, redatto da *Non Fungible Corporation*, società specializzata nel tracciare le vendite di NFT, rileva che circa l'80% del volume in USD delle negoziazioni NFT su Ethereum durante il terzo trimestre riguarda i Collectibles. L'arte è passata dal rappresentare il 43% nel primo trimestre 2021 (Q1), al 14% nel secondo (Q2), per scendere ancora al 9% nell'attuale terzo trimestre (Q3). La fama dei Collectibles, di contro, ha visto una continua ascesa, passando dal 48% in Q1, al 66% in Q2, al 76% in Q3 (Figura 5). Tale dominanza può essere spiegata dall'aumento di valore di collezionabili "stellari" come *CryptoPunks* o *Bored Ape Yacht Club*, ma anche dall'enorme crescita di progetti Collectibles creati in tale periodo. Tuttavia, accanto a questo dato, il team osserva che diverse collezioni stanno iniziando a mostrare tassi di rivendita in perdita; gli studi a riguardo stanno proseguendo e, se questa tendenza sarà confermata, potrebbe riflettere l'inizio della deflazione della bolla speculativa attorno ad alcune tipologie di NFT, in particolare i Collectibles. Oltre a ciò, *Non Fungible* osserva che nel terzo trimestre 2021 sono stati scambiati complessivamente 6 miliardi di dollari sulla sola blockchain di Ethereum, un massimo storico, in netto aumento rispetto ad ogni altro periodo precedente (\$700 milioni in Q2 e \$500milioni in Q1). Inoltre, tutti gli indicatori continuano a crescere, con il numero di portafogli in uso sia da acquirenti che da venditori in costante aumento.

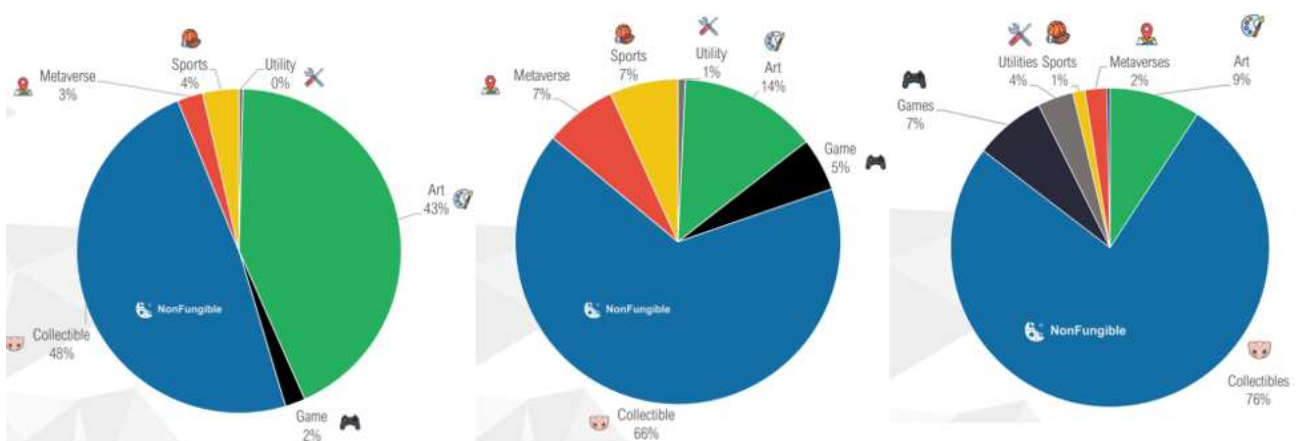


Figura 5: Distribuzione (USD) del mercato NFT nel primo, secondo e terzo trimestre 2021. Fonte: NonFungible²⁹³.

²⁹³ Grafici tratti dai Reports: *Non-Fungible Tokens Quarterly Report Q1, Q2, Q3, 2021*, in NonFungible.com, reperibili in formato PDF al seguente link: <https://nonfungible.com/>

3.4.2 L'Arte Contemporanea nell'esercizio 2020/21

Artprice, società leader mondiale nell'analisi dell'andamento del mercato dell'arte, nel suo annuale *The Contemporary Art Market report in 2021*, rileva che il mercato delle aste di arte contemporanea ha visto il suo fatturato globale contrarsi del -34% nel periodo 2019/20 conseguentemente al panico di marzo 2020 e al completo arresto delle aste causato dallo scoppio della pandemia da Covid-19. È stata la successiva riorganizzazione delle vendite nello spazio online a compensare le chiusure di gallerie e case d'asta, portando ad una ripresa che da giugno 2020 prosegue ancora nel 2021. Il mercato mondiale dell'Arte Contemporanea²⁹⁴ ha oggi raggiunto un nuovo massimo storico, sia in termini di fatturato che di densità di transazioni. Ciò è da attribuire anche al fatto che sono state sviluppate strategie che offrono un gran numero di opere a prezzi relativamente abbordabili, oltre al boom registrato nel 2021 dall'ingresso nel mercato di opere d'arte completamente smaterializzate sottoforma di NFT, le quali stanno trasformando le abitudini di acquisto e di vendita nel mondo dell'arte. Un ulteriore grande cambiamento è quello dell'apertura al mercato dell'arte all'Est, con Hong Kong che si afferma come la seconda capitale mondiale dell'Arte Contemporanea dopo New York, merito anche delle eccellenti iniziative di Christie's, Sotheby's e Phillips che qui hanno incassato risultati notevoli non solo per quanto riguarda gli artisti occidentali già ampiamente apprezzati, come Jean-Michel Basquiat e Richard Prince, ma anche per le creazioni Ultra-Contemporanee. L'indice dei prezzi dell'Arte Contemporanea è salito ai massimi storici all'inizio dell'estate 2021, con l'aumento dei prezzi di tale segmento che è ora intorno al +400% dai primi anni 2000, rendendolo il segmento più dinamico e redditizio del mercato dell'arte, la cui crescita è più impressionante di quella del segmento dell'Arte del Dopoguerra²⁹⁵, il cui indice dei prezzi è cresciuto meno della metà (+178%) nello stesso periodo²⁹⁶.

Il mercato, dunque, è tornato a pieno regime con numeri senza precedenti: 2.7 miliardi di dollari di opere contemporanee sono passate di mano all'asta durante

²⁹⁴ Gli artisti contemporanei sono tutti quegli artisti nati dopo il 1945.

²⁹⁵ Né il segmento dell'Arte Moderna (-8%), né il segmento dell'Arte del Dopoguerra (-4%) sono riusciti a recuperare i livelli pre-crisi. Il segmento dell'Arte Contemporanea, invece, ha registrato una performance storica nel primo semestre del 2021, in crescita del 50% rispetto al primo semestre del 2019.

²⁹⁶ *The Contemporary Art Market report in 2021*, in Artprice, reperibile in formato PDF al seguente link: <https://imgpublic.artprice.com/pdf/the-contemporary-art-market-report-2021.pdf#page=34>

l'esercizio 2020/21²⁹⁷ (il 60% battute a New York e Hong Kong) nonostante l'impatto negativo della crisi sanitaria. La ripresa è tanto più solida in quanto basata su un volume di transazioni senza precedenti, con oltre 100.000 opere vendute da poco più di 34.600 artisti, dieci volte di più rispetto a venti anni fa. Il mercato è più forte, più denso e diversificato che mai, e questi numeri riflettono il dinamismo di un mercato dell'arte che attrae continuamente nuovi acquirenti. Inoltre, il solo primo semestre del 2021 ha superato il totale delle vendite all'asta di Arte Contemporanea dell'intero 2020, con una performance pari a \$1.58 miliardi. L'accelerazione è stata data *in primis* dagli Stati Uniti (\$592 milioni), poi da Hong Kong (\$435 milioni), seguita dalla Germania (\$21.7 milioni). Nel 2020/21 è la pittura ad occupare la prima posizione sia in termini di valore generato (\$2 miliardi, pari al 73% del fatturato totale del segmento Contemporaneo), che di lotti venduti (pari al 42%). Accanto alla pittura, un altro mezzo ha superato il milione con nove opere: sono gli NFT. Nei primi quattro mesi del 2021 gli NFT hanno generato \$127.6 milioni di fatturato all'asta, il doppio del totale generato dal mezzo fotografico (da soli 100 lotti NFT venduti contro 6.500 fotografie). Le opere digitali sottoforma di NFT rappresentano già un terzo del valore delle vendite online, ovvero il 2% del mercato dell'arte globale nel 2021; inoltre, un altro dato sorprendente è che il tasso di invenduto per gli NFT è il più basso del mercato, solo il 6% contro una media del 30% per altri mezzi (pittura, scultura, disegno, foto, stampa, ecc.). Tuttavia, anche Artprice rileva che la maggior parte delle opere d'arte NFT vengono vendute per meno di \$1.000 dollari, ma questo è anche il caso della stragrande maggioranza delle opere contemporanee, il 90% delle quali non supera la soglia di \$20.000.

Artprice rileva, infine, che i migliori artisti contemporanei per record d'asta nell'esercizio 2020/21 sono Basquiat al primo posto (\$93.1 milioni), seguito dall'artista digitale Beeple (\$69.3 milioni), poi da Chen Danqing (\$25.1 milioni), e al quarto posto da Banksy (\$23.2 milioni). Nel 2020/21 Beeple, inoltre, ha raggiunto la quinta posizione nella Top 500 degli artisti contemporanei di maggiore valore all'asta, con due soli lotti venduti (per un totale di \$69.6 milioni), contro Basquiat al primo posto che, però, conta 162 lotti venduti (per un totale di \$386 milioni). Va detto che Beeple, creatore del primo NFT venduto all'asta, al momento di tale vendita storica non vantava alcun precedente rapporto con gli intermediari tradizionali del settore, quali gallerie, musei e case d'asta.

²⁹⁷ Il sopracitato report Artprice 2021, si riferisce all'esercizio: 01 luglio 2020 - 30 giugno 2021.

3.5 Non-Fungible Token

L'arte e il collezionismo sono ambiti che si prestano quasi naturalmente alla registrazione univoca su blockchain, data la loro storia secolare che ha sempre proceduto per certificati di autenticità e necessità di attribuzioni certe²⁹⁸. Difatti, un NFT è un certificato digitale, non duplicabile, che garantisce l'unicità del *digital asset* sottostante, nonché attesta la proprietà dell'NFT stesso. Un Non-Fungible Token, dunque, garantisce la risposta alle seguenti domande: chi possiede l'NFT? Chi ha posseduto l'NFT? Chi ha creato l'NFT? Quale tra le diverse copie in circolazione è l'originale dell'asset in questione? Quali diritti e chi può esercitare legittimamente i diritti in esso incorporati?²⁹⁹ Pertanto, ciò che gli NFT assicurano di fare o, per lo meno allo stato attuale, promettono di fare, in riferimento al settore Arte, è di garantire e certificare la *proprietà, l'autenticità, la provenienza, la rarità o l'unicità* del bene/diritto incorporato nel token, consentendo inoltre la sua trasparente *trasferibilità*, oltre che la possibilità per il creatore di incassare delle *royalties* per ogni vendita successiva alla prima. Nei sottoparagrafi che seguiranno si approfondiranno ciascuna delle sopraelencate caratteristiche, evidenziando vantaggi ed eventuali punti critici che dovranno trovare soluzione nel prossimo futuro per un'auspicabile maggiore efficienza di tale tecnologia a supporto dell'arte e del suo mercato.

3.5.1 Scarsità verificabile

Fin dalla nascita di Internet non è mai esistito un modo per rivendicare il possesso di un oggetto o contenuto digitale, dato che la maggior parte dei *file* può, tuttora, essere copiato, incollato e condiviso all'infinito³⁰⁰: un *tweet* può essere *ritwittato*, così come un *post* su Facebook può essere *ripostato*, oppure può essere copiato e incollato e presentato come proprio da qualcun altro; lo stesso vale per una fotografia, per un'immagine, o un documento. Tutti, una volta pubblicati o dopo essere usciti dal controllo del creatore, possono andare incontro a riusi imprevedibili, rendendo il valore di tali *file* digitali prossimo allo zero, in quanto: se tutti lo possiedono, nessuno lo

²⁹⁸ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 35.

²⁹⁹ *Ivi*, p. 39.

³⁰⁰ *Perché gli NFT sono la nuova frontiera del commercio digitale*, in Visa, 02 settembre 2021, <https://www.visaitalia.com/visa-everywhere/blog/bdp/2021/09/01/perche-gli-nft-1630503942979.html>

possiede. Lo stesso discorso si applica per l'arte nativa digitale, la quale fino a qualche anno fa era difficilmente sfruttabile economicamente dall'artista, in quanto lo stesso *file*, una volta messo in circolo dall'autore, poteva essere riprodotto e condiviso infinite volte (nella maggior parte dei casi liberamente). Questa condizione, che da sempre caratterizza il mondo di Internet, trova un'opportunità di superamento nella tecnologia blockchain attraverso l'impiego dei Non-Fungible Tokens: in breve, registrando l'opera su blockchain, essa viene resa unica e, dunque, scarsa, assicurando al suo acquirente quello *ius excludendi alios* che è requisito essenziale affinché un bene possa avere valore economico³⁰¹.

Come avviene per le criptovalute, anche gli NFT sono tracciati e scambiati su una blockchain pubblica ma, a differenza delle prime, gli NFT sono unici: se un bitcoin è identico ad ogni altro, un NFT è unico nel suo genere³⁰². Nel Capitolo 2 si è descritto il funzionamento della tecnologia blockchain: si è detto essere un registro pubblico e distribuito, all'interno del quale tutte le transazioni vengono raggruppate in blocchi, concatenati in ordine cronologico (ogni blocco include, oltre al proprio *hash*³⁰³, quello del blocco precedente, e un *timestamp* che certifica data e ora delle transazioni), la cui integrità è garantita dall'uso della crittografia³⁰⁴. Il controllo avviene tramite l'uso di chiavi pubbliche/private: l'indirizzo di un *wallet* è l'*hash* della rispettiva chiave pubblica, che è nota a tutti; e ad ogni chiave pubblica corrisponde una chiave privata, ma solo chi conosce tale chiave associata all'indirizzo di un *wallet* può decodificare e trasferirne il contenuto. Il tipo di dati registrati all'interno di ogni blocco dipende dalla tipologia di blockchain: la blockchain Bitcoin registra nei blocchi i dati delle transazioni (mittente, destinatario e ammontare della transazione), altre blockchain vengono utilizzate per archiviare e certificare in sicurezza qualsiasi altro tipo di dato, i metadati nel caso di tokens infungibili. Per verificare e validare una nuova transazione o informazione, ogni blockchain ha una propria modalità che consente di raggiungere il consenso condiviso tra i nodi, essendo la blockchain una rete decentralizzata e paritaria (*P2P*). La *PoW* è la modalità più utilizzata, permettendo inoltre al minatore di essere ripagato in criptovalute per il lavoro computazionale svolto nel risolvere il problema matematico.

³⁰¹ MAGRI G., *La Blockchain può rendere più sicuro il mercato dell'arte?*, in Aedon, Rivista di arti e diritto online, 2/2019, p. 4.

³⁰² QUARANTA D., *cit.*, p. 24.

³⁰³ Un codice numerico generato tramite algoritmo che lo identifica in maniera univoca sulla blockchain.

³⁰⁴ QUARANTA D., *cit.*, pp. 17-18.

Si può, pertanto, affermare che Satoshi Nakamoto, nello sforzo di creare le basi per una valuta digitale sicura, ha inavvertitamente risolto un nodo gordiano dell'era digitale: come rendere scarsa l'informazione³⁰⁵. Ciò è reso possibile dal processo di "tokenizzazione", che consiste nella registrazione su blockchain di un token unico, controllato da uno *Smart Contract*, associato in maniera univoca ad un certo bene digitale. Il contratto è un programma, scritto rispettando alcuni standard aperti (il corrispettivo in un formato di *file*) in cui vengono codificati la proprietà, gli eventuali trasferimenti, e altre caratteristiche rilevanti del *file* associato al gettone (ad esempio, può specificare dove può o non può essere utilizzato, esposto o venduto il bene digitale)³⁰⁶. L'uso di standard consente a quest'ultimo di essere venduto e di circolare all'interno di diversi ecosistemi software, come possono essere i vari marketplaces di compravendita o le diverse gallerie digitali che si appoggiano alla blockchain; inoltre, ciò consente di "programmarne" i comportamenti (ad esempio, una certa opera può incorporare dei "poteri" che si dispiegano solo al verificarsi di determinate condizioni precedentemente stabilite dall'autore)³⁰⁷. Oltre a ciò, lo *Smart Contract* rende il *file* immutabile (perché qualsiasi cambiamento sarebbe immediatamente tracciabile sulla blockchain e ne annullerebbe i valori) e unico (o esistente in un numero regolato di esemplari): da ciò emerge l'idea della "scarsità digitale verificabile"³⁰⁸; anche se, come si dedurrà dalle righe a seguire, tale scarsità è solo parziale.

La domanda ricorrente quando si parla di arte e NFT è la seguente: dove si trovano tali opere d'arte? Sono nel *wallet* dell'acquirente? Sono da qualche parte sulla blockchain? La risposta è no, e per meglio spiegare dove l'opera digitale esiste è opportuno analizzare tecnicamente cosa succede quando un artista crea un'opera digitale, la collega inscindibilmente ad un NFT e la cede a terzi. Il *file* di immagine digitale creato dall'artista, essendo nella maggior parte dei casi troppo pesante da inserire nella blockchain, esiste al di fuori di essa, ospitato nel cyberspazio³⁰⁹. Il *file* originale, quello a cui punta l'NFT generato ed ospitato sulla blockchain, può essere, infatti, ospitato dalla piattaforma sulla quale si è svolta la vendita o, più tipicamente, da

³⁰⁵ *Ivi*, p. 25.

³⁰⁶ *Ivi*, pp. 24-25.

³⁰⁷ *Ibidem*.

³⁰⁸ *Ibidem*.

³⁰⁹ MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T., *cit.*

qualche parte nella *darknet*³¹⁰. I servizi *darknet* più popolari sono i sistemi di condivisione di *file* decentralizzati IPFS (*InterPlanetary File System*) e BitTorrent: allo stesso modo in cui le blockchain sono servizi di transazione decentralizzati, questi sistemi sono servizi di *file Peer-to-Peer* decentralizzati³¹¹, il che significa che quando si carica un *file* su tale rete, questo non viene archiviato su un *server* centralizzato ma viene distribuito tra i vari nodi della stessa; e se si vuole accedere a quel *file*, non lo si richiederà da una specifica *location* (come nel protocollo *http*), ma ci si limiterà a chiamare all'interno di tale servizio l'*hash* che lo identifica in maniera univoca sulla rete, poi la rete recupererà il *file* richiesto da uno dei nodi³¹². Pertanto, ciò che esiste sulla blockchain, attraverso i metadati dell'NFT, nella maggior parte dei casi è l'*hash*³¹³ del *file*, ossia un'impronta digitale unica collegata univocamente al *file*³¹⁴. Più precisamente, il processo di creazione dell'NFT associato ad un'opera d'arte digitale è il seguente:

- creazione del *file* dell'opera digitale;
- creazione di un *hash* che identifica tale *file* in modo univoco e non violabile;
- creazione di un *file* contenente i metadati che includono l'*hash* dell'opera d'arte;
- creazione di un *hash* che identifica i metadati associati all'opera d'arte;
- caricamento di entrambi i *file* (metadati e opera d'arte) sul servizio di condivisione *file* decentralizzato della *darknet* IPFS³¹⁵;

Compiuto ciò, l'artista registra un token sulla blockchain (tipicamente nella rete Ethereum), governato da uno *Smart Contract*. Il token contiene l'*hash* del *file* dei metadati, l'indirizzo univoco del portafoglio di colui che sta coniando l'NFT, e l'indirizzo dello *Smart Contract* che regola l'uso del token. Si viene, dunque, a creare una catena in cui il token contiene l'*hash* dei metadati, e i metadati contengono l'*hash* associato al lavoro; tale catena collega in maniera sicura il token al *file* caricato dall'artista su IPFS³¹⁶.

³¹⁰ Il termine *darknet* si riferisce a vari sistemi presenti su Internet diversi dal web, dal momento che il "web" non è "Internet", ma è uno dei tanti servizi presenti in esso. Fonte: MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T., *cit.*

³¹¹ *Ibidem.*

³¹² QUARANTA D., *cit.*, p. 30.

³¹³ Un *hash* passa tutti i byte di un *file* attraverso un algoritmo per generare una breve firma o impronta digitale unica per quel *file*, che è diversa da quella di ogni altro *file*. L'algoritmo più popolare è SHA-256, che produce un *hash* a 256 bit. Fonte: QUARANTA D., *cit.*, p. 30.

³¹⁴ MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T., *cit.*

³¹⁵ *Ibidem.*

³¹⁶ QUARANTA D., *cit.*, pp. 30-31.

Nel caso dell’NFT associato all’opera *Everydays. The First 5000 Days* coniato da Beeple, il Non-Fungible Token che Christie’s ha messo all’asta contiene i seguenti dati:

Beeple (b. 1981)

EVERYDAYS: THE FIRST 5000 DAYS

token ID: 40913

wallet address: 0xc6b0562605D35eE710138402B878ffe6F2E23807

smart contract address: 0x2a46f2ffd99e19a89476e2f62270e0a35bbf0756

non-fungible token (jpg)

21,069 x 21,069 pixels (319,168,313 bytes)

Minted on 16 February 2021. This work is unique.

Dunque, guardando all’anatomia dell’NFT, questo di norma non contiene l’oggetto digitale di proprietà cui si riferisce, ma soltanto la descrizione del medesimo, i dati di proprietà (*wallet address*, *Smart Contract address*), l’*hash (token ID)* che rimanda a dove la proprietà dell’oggetto digitale è digitalmente memorizzata (nodo IPFS o normale *web server*)³¹⁷. Pertanto, sulla blockchain non viene registrato il *file* d’immagine ma il gettone crittografico (una specie di ricevuta) e il contratto (sicuro, programmabile, dinamico, personalizzato) che ne regola l’utilizzo, così come ogni transazione o passaggio di proprietà regolata dal contratto viene registrata pubblicamente sulla blockchain³¹⁸. Da ciò emerge chiaramente come un NFT rappresenti un *upgrade* digitale di un certificato di autenticità³¹⁹. Parimenti a quanto indicato all’art. 64 del *Codice dei beni culturali e del paesaggio* che prevede, per i venditori ed intermediari, l’obbligo di consegnare, all’acquirente di un’opera d’arte, la documentazione che ne attesti l’autenticità o, almeno, la probabile attribuzione, e la provenienza; l’NFT consente di certificare come autentiche le copie dell’opera digitale rilasciate ufficialmente dall’artista e di tracciarne i relativi scambi; inoltre, l’NFT include le informazioni necessarie per identificare in modo trasparente e univoco il titolare dei diritti corrispondenti³²⁰.

Difatti, riprendendo le parole di Kevin Buist, ex Direttore Artistico di ArtPrize:

³¹⁷ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 39.

³¹⁸ QUARANTA, *cit.*, pp. 26-27.

³¹⁹ *Ibidem.*

³²⁰ GORI G., *La copia originale: NFT. Tra arte e IP*, in Cocuzza & Associati Studio Legale, 26 luglio 2021, <https://www.cocuzzaeassociati.it/in-primo-piano/la-copia-originale-nft-tra-arte-ed-ip/>

«Se possiamo tutti vedere queste immagini – se possiamo persino scaricarle e copiarle – che cosa vendono esattamente tali piattaforme? Non vendono lavori: vendono certificati digitali di proprietà. Vendono la cosa che la facile riproducibilità dei contenuti di internet sembrava progettata per eliminare: la scarsità»³²¹.

Per quanto riguarda la scarsità digitale così creata, in precedenza si è detto essere solo parziale, e la ragione di tale affermazione risiede nel fatto che qualunque visitatore della piattaforma all'interno della quale l'NFT associato ad un'opera d'arte digitale viene commercializzato, può scaricare il jpg (o altro formato) sul proprio computer³²² e poi condividerlo nel web. Tuttavia, resta il fatto che solo il proprietario dell'NFT associato a tale opera può rivendicare la proprietà del bene digitale sottostante, o meglio, può vantare i diritti di cui allo *Smart Contract*. Creare un raro NFT in edizione 1:1 di un *file* digitale non consente all'autore di monetizzare per ogni istanza in cui il contenuto viene visualizzato e scaricato, dato che esso continuerà ad essere illimitatamente riproducibile. Tuttavia, questa condizione diviene ora un vantaggio, in quanto il creatore vorrà che la sua opera venga visualizzata, scaricata e condivisa il più possibile, poiché solamente in questo modo diverrà virale, permettendogli di raggiungere quella notorietà che gli consentirà di accrescere il valore del bene, dell'NFT associato, e la fama del suo creatore³²³. Se si osserva bene, questa dinamica non è poi così distante da ciò che accade per le opere d'arte nel mondo fisico, infatti, come afferma Dannie Chu, amministratore della piattaforma di compravendita *MakersPlace*:

«Esistono centinaia di migliaia di stampe e riproduzioni della Gioconda, ma dal momento che non sono l'originale creato da Leonardo valgono decisamente molto meno. Lo stesso principio si applica agli NFT: puoi copiare e incollare un'immagine o un video ma l'originale, firmato digitalmente dall'artista, è ciò che ha valore»³²⁴.

L'NFT costituisce quindi una prova di unicità, in quanto l'opera così registrata diviene l'unico esemplare originale. Ma l'unicità viene anche fornita dai metadati registrati nella

³²¹ BUIST K., *Chain Reaction*, in Artforum, traduzione mia, 10 marzo 2021, <https://www.artforum.com/slant/kevin-buist-on-the-nft-boom-85221>

³²² QUARANTA D., *cit.*, pp. 26-27.

³²³ CHAIM M., *A Guide to NFTs, and How They Are About to Revolutionize Pretty Much Everything*, in ONE37pm, 09 ottobre 2021, <https://www.one37pm.com/nft/art/guide-to-nfts-beginner>

³²⁴ DE FELICE F., PETRILLO A., *Dematerializzazione delle opere, come gli NFT cambiano i paradigmi dell'arte*, in Network Digital 360 (Agenda Digitale), 16 luglio 2021, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/dematerializzazione-delle-opere-come-gli-nft-cambiano-i-paradigmi-dellarte/>

blockchain, in quanto sono proprio tali informazioni che consentono di descrivere gli elementi di individualità e peculiarità dell'asset sottostante, rendendo unico ogni token. L'NFT costituisce anche prova di autenticità, dato che le informazioni digitali associate al *file* e registrate nel token equivalgono a dire che tale opera d'arte digitale è firmata dall'autore che, così facendo, ne riconosce l'autenticità e ne può eventualmente cedere la proprietà, altra caratteristica distintiva degli NFT³²⁵. La sicurezza di questi certificati deriva dal fatto che gli stessi sono ospitati su una blockchain il cui efficiente funzionamento non dipende da un singolo soggetto ma è mantenuto in funzione dallo sforzo collettivo dei vari nodi che fanno parte della rete³²⁶.

3.5.2 Autenticità

Il problema dell'autenticità dell'opera e della sua attribuzione ad un determinato autore rappresenta da sempre una delle tematiche più spinose per i *players* del mercato dell'arte. Il rischio che l'opera si riveli un falso o che l'attribuzione a un artista si dimostri errata, infatti, crea problemi estremamente rilevanti per galleristi, case d'asta e collezionisti³²⁷. Tali problemi possono essere meglio affrontati con la tecnologia: la blockchain, infatti, può rappresentare un utile strumento a garanzia dell'autenticità e della provenienza di un'opera, soprattutto per le opere di Arte Contemporanea, in specie di artisti viventi, sia analogiche che digitali. Sarà sufficiente che l'artista, appena immette l'opera sul mercato, la registri come propria sulla blockchain: ciò consente allo stesso di tracciare la catena delle vendite successive alla prima e di poter riscuotere il diritto di seguito³²⁸. In questo modo viene anche superato il problema dell'attribuzione, salvo i casi in cui un falsario registri sulla blockchain una propria opera spacciandola per quella di un artista di fama, o un utente si autoattribuisca illecitamente la paternità di un'opera realizzata, in realtà, da un artista che non aveva ancora provveduto a tokenizzarla su blockchain. Tale rischio, tuttavia, risulta essere uno dei problemi endogeni di tale mercato, in quanto l'immissione nel mercato di opere false spacciate come autentiche si

³²⁵ GARGANTINI G., *Gli NFT, spiegati*, in Il Post, 19 marzo 2021, <https://www.ilpost.it/2021/03/19/nft-non-fungible-token/>

³²⁶ BERTI R., ZUMERLE F., *Non fungible token (NFT): così la blockchain cambia il mercato dell'arte*, in Network Digital 360 (Agenda Digitale), 15 marzo 2021, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/non-fungible-token-nft-cosi-la-blockchain-cambia-il-mercato-dellarte/>

³²⁷ MAGRI G., *cit.*, p. 6.

³²⁸ *Ivi*, p. 4.

presenta anche a prescindere dall'utilizzo della blockchain, la quale semmai può aiutare ad arginare il problema, risalendo a chi ha posto in essere la prima transazione dell'opera, e spingendo gli intermediari del settore ad una maggiore vigilanza³²⁹.

Negli ultimi mesi numerose sono state le notizie di NFT che autenticano *post sui social*, versioni digitalizzate di opere dei musei, opere native digitali, senza il consenso o la partecipazione del proprietario o dell'autore del contenuto³³⁰. Altra fumosa situazione che potrebbe verificarsi è quella di una doppia registrazione della stessa opera su piattaforme diverse, o anche quella in cui viene certificata come autentica un'opera che presenta una minima modifica (anche di un solo *pixel*) rispetto all'originale, non compiuta dall'autore³³¹. Posto che la blockchain può solo stabilire la proprietà e non andare ad analizzare il contenuto³³², per arginare il rischio che sulle catene vengano inseriti dei falsi, alcuni operatori hanno proposto di creare un elenco di specialisti con il compito di verificare la correttezza delle informazioni inserite nella blockchain³³³; altre piattaforme, invece, richiedono la verifica dell'identità dell'autore e dell'autenticità dell'opera prima che quest'ultimo la possa inserire nella piattaforma e/o coniarne l'NFT. E ancora, alcuni propongono di far firmare all'autore lo *Smart Contract* tramite un sistema di firma digitale certificata così da garantire l'identità del *contractor*³³⁴. Altri, invece, ipotizzano un mondo dell'arte nel quale tutte le informazioni rilevanti di ogni opera (provenienza, storico delle transazioni di cui è stata oggetto, storico dei prezzi e dei proprietari) vengano raccolte e registrate da galleristi, case d'asta e musei in una singola blockchain. Tuttavia, stante l'attuale scenario, quest'ultima ipotesi appare difficile da attuare dal momento che non sembra plausibile, ad oggi, superare la pluralità degli operati che compongono il settore³³⁵.

La situazione si fa, invece, più complessa con riguardo alle opere antiche: se si immagina un dipinto del XVI secolo, attribuito in modo non univoco a un determinato artista, la registrazione dei dati sulla catena diviene una procedura più aleatoria, in quanto è probabile che i dati immessi verranno smentiti nel corso del tempo, ad esempio

³²⁹ *Ivi*, pp. 6-7

³³⁰ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 28.

³³¹ FODERI A., *cit.*, *Tutte le domande sugli Nft a cui ancora non sappiamo rispondere*, in Wired, 19 aprile 2021, <https://www.wired.it/economia/finanza/2021/04/19/nft-legale-regole-contratti/>

³³² *Ibidem*.

³³³ MAGRI G., *cit.*, p. 4.

³³⁴ MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T., *cit.*

³³⁵ *Ibidem*.

perché si scopre che l'opera in passato è stata rubata o che non può essere stata realizzata da quell'artista³³⁶. Ne consegue che tale tecnologia risulta una valida risorsa soprattutto per le opere di Arte Contemporanea, ossia di recente creazione, a maggiore ragione se realizzate da un artista vivente che, dunque, immette egli stesso l'artefatto per la prima volta in tale mercato. In misura minore, invece, appare utile per la circolazione di opere di *Old Masters* o di Arte Moderna.

3.5.3 Proprietà

Sono in molti a ritenere che i Non-Fungible Tokens e la tecnologia blockchain offrano utili strumenti per una migliore gestione dei diritti di Proprietà Intellettuale, sia di quelli registrati (è il caso di marchi e brevetti nella proprietà industriale) sia di quelli non soggetti a registrazione³³⁷ (come il Diritto d'Autore per gli artisti), potendo fornire informazioni sicure in merito al momento genetico di un diritto, nonché circa la sua gestione e circolazione³³⁸. Posto che un NFT ha la caratteristica di essere infungibile e costituisce un certificato di autenticità e di provenienza di un certo bene, che può essere un'opera nativa digitale o un'opera fisica appositamente digitalizzata; e tenuto conto che l'intero fenomeno degli NFT è ancora connotato da incertezza sia sul piano definitorio che regolamentare, sembra potersi ritenere che attraverso l'NFT all'acquirente venga trasferita la proprietà dell'esemplare dell'opera cui il certificato si riferisce, mentre non sono trasferibili automaticamente i Diritti d'Autore sull'opera che, di regola, restano in capo al titolare³³⁹. Il Diritto d'Autore è il diritto che consente all'autore di poter disporre in modo esclusivo delle sue opere, di rivendicarne la paternità, di decidere se e quando pubblicarle, di opporsi ad ogni loro modificazione, di autorizzarne ogni tipo di utilizzazione e di ricevere i relativi compensi (retribuzione sempre dovuta a chi ha creato un'opera)³⁴⁰.

³³⁶ MAGRI G., *cit.*, p. 7.

³³⁷ La protezione dell'opera d'arte si acquista con la creazione dell'opera, senza necessità di adempiere ad alcuna formalità o registrazione. Tale principio è riconosciuto a livello internazionale, grazie alla previsione di cui all'art. 5 della *Convenzione di Berna per la protezione delle opere letterarie e artistiche*. Tuttavia, in alcuni ordinamenti la registrazione, sebbene non necessaria, è suggerita in caso di iniziative giudiziali. Fonte: ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 47.

³³⁸ MAGRI G., *cit.*, p. 7.

³³⁹ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 48.

³⁴⁰ *Diritto d'autore*, in SIAE, <https://www.siae.it/it/diritto-dautore>

Per meglio comprendere il *qui pro quo*, può essere utile citare la tradizionale distinzione tra *corpus mysticum*, ossia l'opera intesa quale bene immateriale, spettante all'autore in quanto creatore dell'opera stessa, e *corpus mechanicum*, ossia l'oggetto materiale in cui l'opera è espressa o riprodotta (anche in formato digitale)³⁴¹. In altri termini, così come avviene con l'acquisto di un dipinto, di una scultura o di un libro nel mondo analogico, con l'acquisto di un NFT non si acquisterebbe che la proprietà del bene oggetto di cessione, restando in capo al titolare, ove non espressamente trasferiti, i diritti di sfruttamento economico dell'opera, che l'ordinamento riconosce originariamente in capo all'autore quali diritti esclusivi (nel senso che è sempre necessaria l'autorizzazione dell'autore per poter utilizzare l'opera, salvi gli usi consentiti dalla legge)³⁴². I diritti esclusivi in capo all'autore sono i diritti patrimoniali e i diritti morali: i primi sono i diritti esclusivi dell'autore di «utilizzare economicamente l'opera in ogni forma e modo, originale o derivato» (art. 12 L.d.A.; art. 2577 c.c.)³⁴³ e di percepire un compenso per ogni tipo di utilizzazione della stessa. A differenza dei diritti morali, i diritti patrimoniali³⁴⁴ sono rinunciabili, possono essere oggetto di cessione a terzi tramite contratto (art. 107 L.d.A.; art. 2581 c.c.) ed hanno un limite temporale³⁴⁵, cioè «durano tutta la vita dell'autore e sino al termine del settantesimo anno solare dopo la sua morte» (art. 25 L.d.A.). I diritti morali³⁴⁶, invece, sono i diritti esclusivi che la legge riconosce in favore dell'autore a tutela della sua personalità, e cioè il diritto di decidere se e quando pubblicare l'opera, di rivendicarne la paternità e di opporsi a qualsiasi deformazione, mutilazione o altra modificazione e ad ogni atto a danno della stessa (art. 20 L.d.A.). Questi diritti sono inalienabili, imprescindibili e irrinunciabili, e sono esercitabili quando possa configurarsi, con la loro violazione, un pregiudizio all'onore o

³⁴¹ JARACH G., POJAGHI A., *Manuale del diritto d'autore*, IV, Ugo Mursia Editore, Milano, 2019.

³⁴² ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, pp. 48-49.

³⁴³ Nell'ordinamento italiano, la principale fonte in materia di Diritto d'Autore è la Legge del 22 aprile 1941, n. 633, detta "Legge sul Diritto d'Autore", di seguito "L.d.A", il cui testo originario è stato modificato con svariati interventi, tra cui il D.lgs n. 68/2003 e il D.lgs n. 70/2003 che hanno dato attuazione alle previsioni delle direttive Europee. Fonte: MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T., *cit.*

³⁴⁴ Tra i diritti patrimoniali vi rientrano: il diritto di (prima) pubblicazione; il diritto di riproduzione; il diritto di trascrizione; il diritto di esecuzione, rappresentazione o recitazione in pubblico; il diritto di comunicazione al pubblico, il diritto di elaborazione e di modificazione dell'opera, il diritto di noleggio e diritto di prestito, il diritto di seguito.

³⁴⁵ *I diritti patrimoniali*, in SIAE, <https://www.siae.it/it/diritto-dautore/diritti-patrimoniali/i-diritti-patrimoniali>

³⁴⁶ Tra i diritti morali vi rientrano: il diritto di inedito; il diritto all'integrità dell'opera; il diritto alla paternità dell'opera; il diritto di "pentimento".

alla reputazione dell'autore. Sono, inoltre, illimitati nel tempo: dopo la morte dell'autore possono essere rivendicati dal coniuge, dai discendenti e ascendenti³⁴⁷.

In base a quanto scritto pocanzi, è, dunque, possibile cedere all'acquirente dell'NFT uno o più diritti di sfruttamento economico dell'opera ma, per farlo, è necessario prevedere tale ulteriore cessione nello *Smart Contract* con cui l'NFT viene trasferito³⁴⁸. Pertanto, spetta all'acquirente appurare quali sono i diritti patrimoniali oggetto della cessione, mentre i diritti morali dell'autore non sono in alcun modo trasferibili. Posto che la legge richiede la prova scritta della trasmissione dei diritti patrimoniali d'autore, utilizzando gli NFT sembra potersi ridurre il rischio di contenzioso con riguardo ai diritti effettivamente ceduti, potendo garantire tramite blockchain una registrazione trasparente ed immutabile dell'oggetto della cessione³⁴⁹. Difatti, attraverso la "catena di blocchi" risulta estremamente facile registrare la paternità di un'opera, controllare chi ne è proprietario, se la proprietà è stata acquistata legittimamente e se vi sono state violazioni del Diritto d'Autore³⁵⁰, rendendone più sicura la circolazione nell'ottica di un mercato globale quale è quello dell'arte.

3.5.4 *Royalties*

Uno dei principali vantaggi riconosciuto all'applicazione degli NFT al mondo dell'arte è rappresentato, oltre che dalla possibilità di tenere traccia delle transazioni e del loro valore, dall'automatizzazione dei meccanismi di remunerazione degli autori per gli utilizzi e le cessioni successive alla prima di un'opera d'arte³⁵¹. Ciò è reso possibile dallo *Smart Contract* incorporato nell'NFT, il quale consente all'autore dell'opera di predeterminare la percentuale del prezzo a lui spettante per le successive cessioni. Percentuale che verrà accreditata direttamente nel suo *wallet* ogni volta che verrà trasferita la proprietà del relativo NFT. Allo stesso modo, anche i marketplaces che consentono la compravendita di NFT ricevono, per ogni vendita successiva alla prima di NFT commercializzati all'interno della propria piattaforma, una percentuale prefissata,

³⁴⁷ *I diritti morali*, in SIAE, <https://www.siae.it/it/diritto-dautore/diritti-morali/i-diritti-morali-0>

³⁴⁸ In molti casi si è assistito alla rinuncia da parte dell'autore dei diritti patrimoniali spettanti sull'opera, in vista della partecipazione ad eventuali proventi di vendita futuri garantiti dallo *Smart Contract*. Fonte: GORI G., *cit.*, <https://www.cocuzzaeassociati.it/in-primo-piano/la-copia-originale-nft-tra-arte-ed-ip/>

³⁴⁹ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 50.

³⁵⁰ MAGRI G. *cit.*, p. 2.

³⁵¹ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 52.

tipicamente in criptovalute. Per esempio, facendo riferimento ai *Terms of Service* (TOS) di SuperRare, tra i maggiori marketplaces di compravendita di NFT, in merito alle commissioni cui è soggetta ogni transazione all'interno della piattaforma dispone che, per le vendite che avvengono sul mercato primario, all'artista spetta l'85% del prezzo di vendita totale, mentre a SuperRare il restante 15%. Per le vendite sul mercato secondario, all'artista spetta il 10% sul prezzo di vendita totale, la piattaforma invece ottiene una commissione del 3% oltre il prezzo di vendita ma solo per le vendite che avvengono all'interno della stessa.

Tale meccanismo di remunerazione automatica degli autori di NFT fa evidente riferimento al cosiddetto *diritto di seguito*, previsto dagli art. 144 e ss. della Legge sul Diritto d'Autore, consistente nel diritto dell'autore di un'opera (e dei suoi eredi, fino a settant'anni dopo la morte dell'autore), inalienabile e irrinunciabile, di percepire un compenso sul prezzo di ogni vendita successiva alla prima cessione delle proprie opere³⁵². È, dunque, il diritto dell'artista di seguire la fortuna delle opere da lui create anche dopo averle vendute e, di conseguenza, di partecipare all'eventuale incremento del loro valore, che nel corso del tempo e in relazione alla fama raggiunta potrà risultare anche esponenziale³⁵³. Tale remunerazione, applicabile anche ad opere anonime e pseudoanonime, è fissata dalla legge in misura percentuale via via decrescente in relazione all'aumentare di ciascuno scaglione di valore della cessione dell'opera³⁵⁴, ed è dovuta per le vendite successive alla prima effettuate comportando l'intervento di professionisti del mercato dell'arte in qualità di venditori, acquirenti o intermediari³⁵⁵. Il compenso massimo in favore dell'autore è di 12.500 euro; restano escluse le vendite ad un prezzo inferiore a 3.000 euro e, ove il venditore abbia acquistato l'opera direttamente dall'autore meno di tre anni prima della vendita, quelle avvenute ad un prezzo inferiore di 10.000 euro³⁵⁶. Tale compenso, che in base alla legge è a carico del venditore, dovrà essere trattenuto e versato alla SIAE dal professionista del mercato dell'arte (case d'asta, gallerie d'arte, qualsiasi commerciante di opere d'arte) intervenuto nell'operazione. La SIAE (*Società Italiana degli Autori ed Editori*) è un Ente Pubblico

³⁵² *I diritti patrimoniali: diritto di seguito*, in SIAE, <https://www.siae.it/it/diritto-dautore/diritti-patrimoniali/i-diritti-patrimoniali>

³⁵³ MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T., *cit.*

³⁵⁴ Nel proprio sito, SIAE fornisce un calcolatore automatico per la quantificazione del diritto di seguito, consultabile al seguente link: https://www.siae.it/it/content/calcola_compenso

³⁵⁵ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, pp. 53-54.

³⁵⁶ *Ibidem.*

Economico, senza scopo di lucro, a base associativa³⁵⁷, che si occupa dell'intermediazione dei Diritti d'Autore. Gli autori e gli editori che detengono i diritti economici sulle loro opere possono affidarne la tutela a SIAE, che raccoglie le somme spettanti agli associati, indipendente dal fatto che i beneficiari siano o no associati ad essa, e le distribuisce a ciascuno di essi³⁵⁸. La missione di SIAE è, infatti, quella di:

«Assicurare ad autori ed editori la remunerazione del loro lavoro. Ogni opera dell'ingegno infatti è frutto di un'attività intellettuale, che la legge tutela come ogni altro lavoro riconoscendo in favore di autori ed editori il diritto a un compenso per i vari tipi di sua utilizzazione, dai concerti alla radio e televisione, dai teatri alle sale ballo, dal cinema ai bar, nell'Internet, nella telefonia mobile e così via. Ogni opera dell'ingegno è unica ed il proprio creatore vanta su di essa un diritto riconosciuto e protetto, non solo in Italia ma anche negli altri Paesi, da trattati internazionali, norme europee e ancor prima dalla Dichiarazione Universale dei diritti dell'Uomo: *“Ogni individuo ha diritto alla protezione degli interessi morali e materiali derivanti da ogni produzione scientifica letteraria e artistica di cui egli sia autore”* (art. 27)»³⁵⁹.

Alla SIAE è affidato il compito di autorizzare le utilizzazioni delle opere, ricevere da chi le utilizza i compensi dovuti e distribuirli agli aventi diritto (autori ed editori). E ciò lo fa per tutti i generi artistici: musica, lirica, cinema, teatro, letteratura, arte visiva (pittura, scultura, architettura), radiotelevisione; per ognuno dei quali all'estero esiste di solito una corrispondente società, così da assicurare la tutela delle opere dei propri associati anche al di fuori del territorio nazionale³⁶⁰. Attualmente il diritto di seguito è riconosciuto in 65 paesi. Ad oggi, tuttavia, questo sistema di registri fisici pubblici (la cui istituzione è stata disposta dal Legislatore all'art.110 L.d.A), custoditi presso la SIAE, in cui vengono annotati tutti i fatti riguardanti un'opera (tra i quali, i suoi autori e le varie cessioni dei diritti che si sono succedute nel tempo), fatica a gestire efficacemente la tutela e la circolazione dei Diritti d'Autore, e ciò per varie ragioni, a partire dalla proverbiale burocratizzazione delle procedure di accesso a tale sistema centralizzato³⁶¹. Da ciò emerge chiaramente come l'uso degli NFT sembra potersi prestare perfettamente all'implementazione di un sistema che consenta una gestione decentralizzata e diretta,

³⁵⁷ Gli autori ed editori sono la sua base associativa.

³⁵⁸ *SIAE e la sua storia*, in SIAE, <https://www.siae.it/it/chi-siamo/la-siae/siae-e-la-sua-storia>

³⁵⁹ *Missione di SIAE*, in SIAE, <https://www.siae.it/it/chi-siamo/la-siae/la-missione-di-siae>

³⁶⁰ *Ibidem*.

³⁶¹ MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T., *cit.*

automatica, efficiente e trasparente del diritto di seguito, garantendone un'attuazione costante e concreta, grazie alla possibilità di tracciare le vendite del token cui l'opera è associata e di applicare percentuali prestabilite sulle successive vendite tramite lo *Smart Contract* che ne consente la circolazione. Nonostante ciò, sono presenti alcune differenze, come il fatto che l'ammontare delle royalties previste dagli *Smart Contracts* potrebbero non corrispondere a quelle previste dalla legge, se non, addirittura, eccedervi. Inoltre, come espresso pocanzi, per le opere fisiche tale percentuale spetta all'artista per tutte le vendite effettuate con l'intervento di un professionista del mercato dell'arte (in qualità di venditore, acquirente, o intermediario) e non per le vendite avvenute tra privati. Perciò, sembra lecito chiedersi quale sia il ruolo dei marketplaces ai fini dello scambio di NFT, ossia se essi possano qualificarsi come intermediari del mercato dell'arte, alla luce dei servizi che mettono a disposizione degli utenti per concludere le transazioni, come la predisposizione dello *Smart Contract*, il supporto alla creazione dei suoi contenuti, il *minting*, l'archiviazione del *file* cui il NFT si riferisce (tramite *hashtag*, *linking*, o altro metadato)³⁶². Oppure, se sarà necessaria una qualifica volta ad identificare quelle piattaforme che svolgono un ruolo alla stregua di un professionista di tale settore. Ne consegue che è quanto più necessario un corretto inquadramento giuridico di tali meccanismi automatici di remunerazione degli artisti, al fine di garantire una efficiente gestione dei diritti loro spettanti.

3.5.5 Alcune criticità

Il maggiore punto debole degli NFT resta quello della scarsa sostenibilità ambientale della tecnologia blockchain, dovuta all'eccessiva onerosità dell'attività di *mining*, che consuma enormi quantità di energia elettrica e, di conseguenza, produce tonnellate di CO₂³⁶³. Il *mining* se, da un lato, consente la verifica e la convalida in modo sicuro e (quasi) inviolabile di un nuovo blocco da agganciare alla catena, dall'altro, compie tale operazione richiedendo l'impiego di ingenti risorse di calcolo, necessarie per risolvere i sempre più complessi problemi matematici, fondamentali per convalidare un nuovo blocco e ottenere una ricompensa in criptovalute. Negli ultimi anni i costi del *mining* sono divenuti così elevati da vanificare, in parte, l'originaria struttura distribuita della

³⁶² ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 55.

³⁶³ *Io Sono Cultura 2021. L'Italia della qualità e della bellezza sfida la crisi*, in Symbola, p. 58, reperibile in formato PDF al seguente link: <https://www.symbola.net/ricerca/io-sono-cultura-2021/>

blockchain, portando alla creazione delle cosiddette *mining pool* e delle *bitcoin farm*, tipicamente con sede in paesi in cui il costo dell'energia è ancora molto contenuto³⁶⁴. Si tratta di un meccanismo ingegnoso, certamente, ma poco sostenibile in un mondo sull'orlo del collasso climatico³⁶⁵. Gran parte del consumo energetico dell'attività di *mining* è da attribuire al protocollo *Proof-of-Work*, il sistema di certificazione utilizzato da molte delle principali blockchain, come Bitcoin ed Ethereum. Anny Shaw, in *The Art Newspaper*, rileva che l'asta di Bepple avrebbe riversato nell'aria oltre 78.000 kg di CO₂, consumando un quantitativo di elettricità pari a quella utilizzata da tredici abitazioni in un anno³⁶⁶. Secondo una ricerca dell'artista Kyle McDonald, *OpenSea* è classificata come la piattaforma più inquinante, seguita da *Nifty Gateway*, *Rarible*, *Makersplace* e *SuperRare*. Per fronteggiare tale criticità, dunque, è stato sviluppato un nuovo protocollo di convalida, la *Proof-of-Stake* (per la cui spiegazione si rimanda al paragrafo 2.4), che Ethereum pare adotterà nel corso del 2022. Esso riduce i costi del *mining*, poiché richiede un minore consumo energetico e, parallelamente, rende il *mining* più accessibile e meno remunerativo, generando meno competizione e, dunque, rendendo la blockchain più ecosostenibile³⁶⁷. È certo però, che ci vorrà del tempo prima che il consumo energetico necessario per estrarre NFT si ridimensioni, posto che, ad oggi, raramente le piattaforme forniscono dati trasparenti circa l'impatto ambientale della propria attività. Nel frattempo le personalità più sensibili ai temi ambientali, per bilanciare i consumi delle reti di computer necessarie alla blockchain, si stanno impegnando sempre più a devolvere parte del ricavato ottenuto dalle vendite per finanziare azioni a vantaggio del pianeta, come la piantumazione di alberi³⁶⁸. Altri artisti, invece, hanno scelto di ritirarsi da quelle piattaforme note per essere ad alto impatto ambientale, per trasferirsi su marketplaces meno conosciuti ma più *eco-friendly*. Altri ancora, come Everest Pipkin e Memo Akten, sostengono con forza che l'impatto ecologico della blockchain renda l'intero fenomeno insostenibile, pertanto, hanno scelto di abbandonare completamente questo meccanismo. In parallelo, varie piattaforme,

³⁶⁴ QUARANTA D., *cit.*, p. 35.

³⁶⁵ *Ibidem*.

³⁶⁶ SHAW A., *NFT breakthrough: Ethereum co-founder Joe Lubin creates 99% energy efficient blockchain—and Damien Hirst is its first artist*, in *The Art Newspaper*, 30 marzo 2021, <https://www.theartnewspaper.com/2021/03/30/nft-breakthrough-ethereum-co-founder-joe-lubin-creates-99percent-energy-efficient-blockchainand-damien-hirst-is-its-first-artist>

³⁶⁷ QUARANTA D., *cit.*, p. 35.

³⁶⁸ *Io Sono Cultura 2021. L'Italia della qualità e della bellezza sfida la crisi*, in *Symbola*, p. 62, <https://www.symbola.net/ricerca/io-sono-cultura-2021/>

alcune in stato nascente altre già da tempo avviate, stanno rispondendo a tale criticità implementando blockchains più efficienti dal punto di vista energetico rispetto ad Ethereum (come *DaVinci* e *Palm*) e, dunque, più sostenibili.

Un altro aspetto controverso della tecnologia blockchain con riguardo al mercato dell'arte, è l'anonimato che la catena offre nel caso di blockchain di tipo *permissionless*. Infatti, non tutte le blockchain impongono all'acquirente e al venditore di rivelare la propria identità; la possibilità di restare nell'anonimato rappresenta un elemento di indubbio interesse per i collezionisti che non vogliono figurare come acquirenti³⁶⁹. Tuttavia, si osserva che l'anonimato offerto dalla blockchain, unito al fatto che si tratta di un campo ancora scarsamente regolamentato, altamente sperimentale, e in cui circola un'enorme quantità di denaro sottoforma di criptovalute, può essere funzionale anche per mantenere celate le transazioni illegali che spesso hanno ad oggetto opere d'arte: il rischio è che la blockchain divenga un ulteriore strumento per agevolare attività illecite che già sfruttano il mercato dell'arte per ottenere i fondi necessari al finanziamento del terrorismo o per riciclare il denaro frutto di traffici illeciti. A tal proposito, però, si deve osservare che tali transazioni avvengono comunque nel mercato tradizionale; la blockchain potrebbe essere un ausilio nel tracciarle e ricostruirle con più facilità e sicurezza, in modo da poterle combattere con maggiore efficacia³⁷⁰.

Un ulteriore elemento critico riguarda l'immutabilità delle transazioni registrate sulla blockchain, che rappresenta una caratteristica intrinseca di tale tecnologia. Si tratta dell'impossibilità di eliminare, integrare o rettificare alcune informazioni inserite sulla catena che, in certi casi, può accadere vengano inserite incorrettamente. Ma anche dell'inattuabilità per l'acquirente di recedere dal contratto sottostante; oppure, per l'artista, di eliminare dalla blockchain opere proprie illecitamente attribuite ad altro autore. Su questo aspetto occorrerà, quindi, migliorare la tecnologia attualmente in uso, consentendo di rettificare eventuali errori inseriti nella catena e permettendo il controllo incrociato dei dati inseriti nei vari *ledgers* esistenti, per evitare che una stessa opera venga fatta circolare parallelamente in più blockchains³⁷¹.

Con riguardo all'applicazione di tale tecnologia al settore dell'arte, un altro aspetto che è oggetto di frequenti discussioni è la disintermediazione che la blockchain consente

³⁶⁹ MAGRI G. *cit.*, p. 4.

³⁷⁰ *Ivi*, pp. 2-4.

³⁷¹ *Ivi*, p. 6.

di attuare, favorendo l'avvicinamento e il contatto diretto tra artisti e collezionisti. Si tratta, però, di un paradosso perché, se l'impiego degli NFT consente di eliminare o, per lo meno, ridurre, il ruolo dominante che i *players* tradizionali hanno sempre ricoperto nel mercato dell'arte (in fase di affermazione di un'artista, ma anche di intermediazione, compravendita, e certificazione delle opere), con gli NFT questo ruolo non viene eliminato, semmai viene svolto da dei nuovi *players*, che appaiono sempre più dominanti nel nuovo panorama che sta prendendo forma: si tratta dei marketplaces di NFT. Essi, se da un lato introducono l'idea di piattaforme senza intermediari e, dunque, non accentrate, finalizzate a consentire la conclusione, la formalizzazione e la gestione di rapporti di scambio in un ecosistema digitale³⁷², dall'altro, stanno sempre più svolgendo la funzione di filtro curatoriale, oltre che di mediatori tra artisti e collezionisti.

Da ciò, ne consegue che se, ad oggi, si è iniziato a comprendere il potenziale rivoluzionario della tecnologia blockchain e delle sue applicazioni tramite Non-Fungible Tokens, si tratta, in realtà, della conoscenza di una minima parte di quelle che sono le reali opportunità che sembra destinata ad offrire. Inoltre, come per tutto il mercato dei *cryptoasset*, resta centrale la discussione intorno al tema della regolamentazione dato che, allo stato attuale delle cose, il mercato è praticamente senza regole, essendo l'intero fenomeno connotato da incertezza sia sul piano definitorio che regolamentare. Pertanto, si è in attesa di una compiuta e dedicata disciplina nazionale e, soprattutto, internazionale, che presidi le nuove frontiere tecnologiche³⁷³, che tuteli e fornisca garanzie a tutti i soggetti coinvolti, poiché in mancanza di un *framework* normativo³⁷⁴ le attuali lacune potrebbero trasformarsi in minaccia per l'intero sviluppo del mercato NFT e della tecnologia che ne sottostà³⁷⁵. Ad oggi, dunque, il tema della blockchain applicata al mercato dell'arte è appannaggio delle iniziative private spontanee e della minima riflessione teorica che ne è seguita³⁷⁶.

³⁷² BUFANO E., *cit.*, p. 2.

³⁷³ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 42.

³⁷⁴ ALESSI D., BORTOLOTTI I. G., GIANCONE S., MARCHESE D., *NFT, tutte le forme da seguire tra copyright e tasse*, in Network Digital 360 (Agenda Digitale), 16 novembre 2021, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/tutti-i-segreti-giuridici-degli-nft-dalla-moda-al-gaming-ecco-le-applicazioni/>

³⁷⁵ FODERI A., *cit.*, <https://www.wired.it/economia/finanza/2021/04/19/nft-legale-regole-contratti/>

³⁷⁶ BUFANO E., *cit.*, p. 2.

CAPITOLO 4

MARKETPLACES, CRYPTO ART

E ULTERIORI UTILIZZI

4.1 I marketplaces

L'ecosistema degli NFT si è ampiamente espanso, soprattutto nel corso del 2021, anche grazie alla diffusione di marketplaces³⁷⁷ che consentono la creazione e la compravendita di NFT associati ad opere d'arte e a tutte le altre categorie (elencate nel paragrafo 3.4.1) di asset digitali o digitalizzabili cui è possibile collegare un token non fungibile. Si tratta di piattaforme online create *ad hoc* che si servono della tecnologia blockchain per registrare su di essa tokens crittografici unici. Esse svolgono sia l'attività di registro che, di fatto, di intermediazione tra venditori (artisti e/o proprietari del token) e acquirenti (utenti e collezionisti) che per mezzo di tali canali digitali possono esporre, vendere, acquistare e, successivamente, rivendere gli NFT in proprio possesso. Tuttavia, va constatato che i marketplaces non costituiscono l'unico mezzo attraverso il quale possono realizzarsi gli scambi di NFT. Difatti, per quanto riguarda la fase di conio del token, questa può avvenire anche evitando l'intermediazione dei marketplaces, ossia mediante scrittura diretta del codice relativo al token, cui segue il rilascio del relativo *Smart Contract* sulla blockchain. Analogamente, anche la cessione dell'NFT non deve necessariamente transitare per una di queste piattaforme, allo stesso modo in cui la vendita nel mondo fisico di un'opera d'arte da parte di un artista non deve per forza avvenire tramite l'intermediazione e la promozione di una galleria. Difatti, l'NFT detenuto dal suo creatore all'interno di un *wallet* può essere venduto direttamente all'acquirente, ad esempio in seguito ad una campagna di marketing condotta tramite *social media*, così da risparmiare sui costi di intermediazione che le piattaforme richiedono³⁷⁸. Ciò nonostante, ad oggi i marketplaces restano lo spazio prediletto da creatori e acquirenti per la compravendita di NFT per almeno due ragioni: la prima,

³⁷⁷ NICOTRA M., *Crea il tuo NFT anche senza linguaggio di programmazione: ecco come fare*, in Network Digital 360 (Agenda Digitale), 20 dicembre 2021, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/crea-il-tuo-nft-anche-senza-linguaggio-di-programmazione-ecco-come-fare/>

³⁷⁸ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 61.

prettamente tecnica, è che se il *minting*, ossia il processo di creazione di un NFT all'interno di un marketplace e la successiva vendita dello stesso tramite piattaforma, non sono operazioni particolarmente complesse da effettuare, ricorrere al conio e alla vendita al di fuori di questo spazio richiede al creatore il possesso di elevate competenze informatiche. Pertanto, oltre che fare (in taluni casi) da filtro, un filtro che sempre più assume i caratteri e le funzioni della curatela, le piattaforme servono anche per rendere utilizzabile e accessibile un'infrastruttura altrimenti incomprensibile e inaccessibile ai più³⁷⁹. La seconda ragione, più di carattere formale, risiede nel fatto che per il creatore di NFT la scelta della piattaforma da utilizzare per la commercializzazione del proprio token non fungibile può divenire strategica, dal momento che essa può fare la differenza nel determinare, quasi automaticamente, il successo dell'opera e dell'artista. Dunque, paradossalmente, la piattaforma valida l'artista al pari di un museo o di una galleria³⁸⁰, poiché promuovere un NFT su una di queste piattaforme *leader* nella diffusione di Non-Fungible Tokens permette al creatore di raggiungere una visibilità maggiore. In altri termini, essendo tali spazi paragonabili a delle vetrine, consentono di incrementare in modo esponenziale sia la popolarità dell'artista che l'attrattiva dei suoi lavori sul mercato. Tale potere in seno alle piattaforme va ricercato nel forte *hype* cui, nell'ultimo anno e tuttora, sono state sottoposte da parte dei Media, da *players* molto influenti del settore (si pensi alla casa d'aste Christie's e all'ingresso nel mercato di artisti contemporanei già ampiamente affermati nel mercato tradizionale), ma anche da attori esterni a questo mondo, come *influencers*, celebrità e personalità facoltose e autorevoli nel mondo delle criptovalute che si sono lanciate nella corsa all'acquisto e, talvolta, al conio di NFT; d'altronde «non c'è nulla di più convincente, quando si tratta di sancire il valore di qualcosa, di vedere qualcuno disposto a spendere milioni di dollari per averlo»³⁸¹.

Attualmente la blockchain su cui si appoggiano la maggior parte dei marketplaces di NFT è Ethereum, la prima a consentire la creazione di *Smart Contracts*. Si tratta di una blockchain aperta (*permissionless*) in cui i metadati incorporati nei tokens non fungibili e la cronologia delle loro transazioni sono completamente verificabili ovunque e da chiunque sia in possesso di una connessione Internet; il che significa che tutti possono

³⁷⁹ Ivi, p. 28.

³⁸⁰ CARONTE D., *Crypto art e NFT: intervista ad Andrea Concas*, in Ibicocca, <https://ibicocca.unimib.it/crypto-art-e-nft-intervista-ad-andrea-concas/>

³⁸¹ QUARANTA D., *cit.*, p. 189.

sapere quali portafogli digitali possiedono quali tokens in un dato momento³⁸². Si rileva, però, che accanto ad essa stanno nascendo sempre più piattaforme fondate su blockchains alternative che adottano protocolli più sostenibili dal punto di vista ambientale dato che, come ribadito nel paragrafo 3.5.5, il sistema di certificazione utilizzato da Ethereum, la *Proof-of-Work*, risulta essere estremamente dispendioso in termini energetici. Più variegato e complesso appare, invece, come si vedrà in seguito, l'ecosistema delle piattaforme.

Indipendentemente dalle caratteristiche proprie di ciascun marketplace, gli step da seguire per poter iniziare a creare, vendere o acquistare NFT sono molto simili. Tipicamente il primo step consiste nell'attivazione del *wallet*, il portafoglio digitale associato in modo inscindibile a ciascun utente, all'interno del quale vengono custoditi gli NFT creati e/o acquistati, e le valute virtuali utilizzate per gli scambi di tokens³⁸³. I *wallets* più utilizzati dalle piattaforme sono solitamente *MetaMask* (usato anche per le operazioni di conversione delle valute), *Coinbase Wallet*, *Fortmatic* o *Trust Wallet*. Il passo successivo prevede la creazione di un account all'interno della piattaforma prescelta e il collegamento ad esso del *wallet* selezionato; solo dopo questo step si potrà accedere alle funzionalità del marketplace. Per procedere con l'acquisto di un NFT sarà necessario possedere nel *wallet* l'ammontare di criptovalute richiesto. Tipicamente, nel caso di piattaforme che si basano sulla blockchain Ethereum, la valuta digitale adoperata è l'Ether, che può essere acquistata su qualsiasi cambiavalute (*Exchange*) tramite bonifico bancario, carta di credito/debito o in contanti presso gli ATM che lo consentono; l'ammontare di Ether necessario dovrà poi essere trasferito dall'utente nel *wallet* associato al proprio account nel marketplace prescelto.

Per quanto riguarda la creazione dell'NFT, esso tipicamente può raggiungere una dimensione massima di 40 Megabyte (per tale ragione spesso nel token non viene inserita direttamente l'opera, ma l'*hash* che rimanda al *file* dell'opera registrata su un IPFS esterno), mentre l'opera associata deve impiegare uno dei seguenti formati: JPG, GIF, PNG, MP3, MP4, WEBM, SVG, OGG, WAV, GLB, GLTF. In fase di *minting* il creatore dovrà fornire il nome dell'opera, il numero di copie che desidera creare (può anche essere un esemplare unico), la collezione a cui appartiene l'NFT, una sintetica descrizione della stessa e delle sue caratteristiche, un opzionale *link* esterno che

³⁸² CHAIM M., *cit.*, <https://www.one37pm.com/nft/art/guide-to-nfts-beginner>

³⁸³ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 63.

rimanda ad altri contenuti associati all'opera³⁸⁴. Dovrà poi scegliere la giusta royalty (qualora non sia fissa) che gli verrà automaticamente corrisposta nel *wallet* per ogni vendita successiva alla prima, che solitamente varia tra il 10% e il 30% dal prezzo del bene. Una volta inseriti tali dati non saranno più modificabili, ad eccezione del prezzo. Alcuni NFT contengono anche le condizioni contrattuali della compravendita ma, più spesso, queste si trovano solo sul sito³⁸⁵ che lo intermedia³⁸⁶. Per coniare l'NFT il creatore/artista è tenuto a corrispondere delle commissioni (*fees*) in ETH, che non prenderà la piattaforma ma i minatori di Ethereum. L'ammontare dovrà essere già presente nel *wallet* associato al suo account all'interno di tale piattaforma. Verranno creati tanti NFT quanti ne prevede l'opera: se unica uno, se una serie numerata altrettanti. L'ampia diffusione di Ethereum come blockchain per la creazione e la circolazione degli NFT ha determinato, negli ultimi tempi, una congestione della stessa rete, che ha comportato un aumento esponenziale dei costi di transazione: difatti, i costi del conio variano e dipendono dal valore di cambio della criptovaluta, ma anche dalla quantità di transazioni in corso in quel momento³⁸⁷; se elevate, per i *miners* si tradurranno in maggiori sforzi computazionali necessari per trovare la "prova di lavoro". Per tale ragione, agli utenti viene consigliato di attendere il momento migliore (ossia quello meno congestionato) per "mintare" un token. La fase di *upload* invece, ossia lo step conclusivo del processo che comporta l'inserimento dell'NFT nel marketplace, non richiede il sostenimento di alcuna *fee* da parte del creatore³⁸⁸.

Di contro, l'utente può accedere all'acquisto degli NFT che sono stati pubblicati dai vari creatori/artisti sui molteplici marketplaces in due principali modalità: l'acquisto immediato (*buy now*) o l'asta (*bid*). Prendendo come riferimento la piattaforma Rarible, oltre al prezzo in ETH dell'NFT, l'acquirente dovrà pagare la commissione della piattaforma (pari al 2.5% del prezzo) e le *fees* della rete Ethereum (il cosiddetto *Gas* o commissione di rete), che è costantemente fluttuante; il totale da corrispondere verrà

³⁸⁴ Sarà possibile inserire anche informazioni extra, così come contenuti "sbloccabili" solo dal possessore dell'NFT una volta che quest'ultimo l'ha acquistato.

³⁸⁵ Con il conseguente rischio che la compiuta disciplina dell'acquisto finisca persa al venire meno del sito web della piattaforma.

³⁸⁶ BERTI R., SPOTO F., ZUMERLE F., *NFT: che cosa sono, come funzionano, come investire sui "non fungible token"*, in Network Digital 360 (Agenda Digitale), 17 novembre 2021, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/nft-che-cosa-sono-come-funzionano-come-investire-sui-non-fungible-token/>

³⁸⁷ NICOTRA M., *cit.*, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/crea-il-tuo-nft-anche-senza-linguaggio-di-programmazione-ecco-come-fare/>

³⁸⁸ MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T., *cit.*

illustrato nel riepilogo dell'ordine. Al termine, la risorsa digitale verrà depositata direttamente nell'indirizzo ETH prescelto, nella sezione dedicata alla custodia dei *cryptoasset*³⁸⁹. Se l'acquirente intende ricevere immediatamente l'NFT dovrà corrispondere un'elevata quantità di *Gas*, in modo tale che i minatori abbiano interesse a convalidarla prima di altre; viceversa, se egli intende sostenere un costo in *Gas* ridotto, dovrà essere disposto ad attendere ore, se non giorni, in base al livello di congestione della rete Ethereum, prima di ricevere nel proprio *wallet* l'NFT acquistato³⁹⁰. È bene evidenziare che una volta registrato un NFT su una blockchain è possibile scambiarlo solo sulla stessa, o sulle piattaforme che si basano su quella specifica blockchain, dato che le transazioni sono controllate dallo *Smart Contract* che è stato in essa rilasciato; ciò significa che se si decide di creare un NFT su Solana non sarà poi possibile gestirlo su Ethereum³⁹¹.

Tra le caratteristiche comuni ai vari marketplaces, si osserva che essi spesso ereditano l'architettura dei *social networks* (dal limite di peso e di formato dei contenuti che è possibile pubblicare, dalla presenza di una community affiatata che ruota intorno alla piattaforma, dalla possibilità di aggiungere reazioni come "mi piace", "segui" e "condividi" alle opere e ai creatori di interesse). In particolare, la crescita di tali piattaforme si basa sul passaparola e sullo sviluppo della propria community: difatti, osservando i progetti NFT di maggiore successo si nota che i server Discord³⁹², le *chat* di Telegram e i *thread* di Twitter pullulano di appassionati che ne promuovono il progetto. Un'ulteriore peculiarità risiede nel fatto che tali piattaforme hanno spesso un'interfaccia utente, per così dire, "rudimentale"; Tal Elyashiv, investitore in startup blockchain, infatti, afferma che: «dovremo attendere del tempo prima di vedere un'interfaccia utente più semplice e trasparente»³⁹³.

³⁸⁹ *Ibidem*.

³⁹⁰ IYENGAR R., *We bought an NFT. Here's what we learned*, in CNN Business, 14 marzo 2021, <https://edition.cnn.com/2021/03/14/tech/nft-art-buying/index.html>

³⁹¹ NICOTRA M., *cit.*, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/crea-il-tuo-nft-anche-senza-linguaggio-di-programmazione-ecco-come-fare/>

³⁹² Si tratta di una App di comunicazione nata come servizio per consentire agli appassionati di videogiochi di comunicare tra loro online mentre giocano, tramite *chat*, *call* e *videocall*. Essa è divenuta popolare anche in altri ambiti poiché la sua struttura consente di coordinare gruppi numerosi e complessi. Fonte: *Cos'è Discord*, in Il Post, 13 aprile 2021, <https://www.ilpost.it/2021/04/13/cosa-e-discord/>

³⁹³ IYENGAR R., *cit.*, traduzione mia, <https://edition.cnn.com/2021/03/14/tech/nft-art-buying/index.html>

4.2 I principali marketplaces

OpenSea, SuperRare, KnownOrigin, Rarible, Nifty Gateway, Foundation, Zora, Makersplace, sono alcuni dei marketplaces più noti che attualmente dominano il mercato degli NFT. Per meglio comprendere a livello architettonico quali diverse caratteristiche essi possono incorporare è opportuno compiere una distinzione tra le seguenti macrocategorie:

- *Marketplaces generalisti*: sono aperti alla compravendita di ogni genere di bene digitale collezionabile, sia artistico che ludico;
- *Marketplaces non generalisti*: in essi gli utenti possono compravendere solo determinate categorie di NFT, ossia i lavori che rientrano nella categoria “Arte”;

Successivamente, le piattaforme compiono un’ulteriore distinzione in:

- *Open Marketplaces*: all’interno di tali piattaforme chiunque può creare e vendere NFT senza che sia richiesto alcun genere di invito o di selezione degli autori e dei lavori che vi possono essere esposti e compravenduti;
- *Curated Marketplaces*: in tali piattaforme l’utente, per poter coniare e vendere un proprio NFT, deve superare positivamente una preventiva fase di selezione da parte della piattaforma³⁹⁴;

Sebbene ciascuna di queste piattaforme adotti blockchain, modalità, costi e condizioni differenti per compravendere gli NFT dei propri utenti/creatori, le opzioni di vendita (e acquisto) che esse offrono sono tipicamente le stesse: vi è l’*asta all’inglese*, in cui l’NFT viene aggiudicato al *bidder* che fa l’offerta maggiore entro un certo intervallo prefissato di tempo (il creatore può anche inserire un *reserve price* che funge da base d’asta per le offerte). L’*offerta libera*, in cui è l’autore a scegliere se accettare o rifiutare l’offerta del potenziale acquirente. L’opzione *compralo subito*, in cui il prezzo d’acquisto è fisso. Oppure il *drop a tempo*, in cui viene fissata una data precisa in cui verrà rilasciato l’NFT e l’intervallo di tempo entro il quale gli utenti interessati potranno acquistarlo (ad esempio, può essere un intervallo di un’ora di tempo così come di ventiquattro ore), il totale degli acquisti verificatisi in quel lasso di tempo determinerà il numero finale di

³⁹⁴ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 62.

edizioni multiple di quell’NFT (si ricorda che gli NFT possono rappresentare opere in edizione unica o opere in edizione multipla, in tal caso numerate e limitate)³⁹⁵.

4.2.1 OpenSea, Rarible

Tra gli “Open Marketplaces” vi rientra *OpenSea* (Figura 6), startup con sede a New York fondata da Devin Finzer e Alex Atallah, che nel proprio sito web si presenta come «il primo e più grande mercato digitale decentralizzato al mondo per la compravendita di qualsiasi genere di NFT». OpenSea viene lanciata nel dicembre 2017, due mesi dopo il lancio di CryptKitties e, dalla sua nascita ad oggi, conta più di 600.000 utenti registrati, più di ottanta milioni di NFT conati e un volume di scambio superiore ai dieci miliardi di dollari³⁹⁶. Si tratta di una piattaforma generalista, ad accesso aperto, che si appoggia a tre diverse blockchains (Ethereum, Polygon, Klatyn), al cui interno si possono certificare e vendere: opere d’arte, collectibles, nomi di dominio, brani musicali, fotografie, asset videoludici, gadget sportivi digitali, figurine collezionabili, spazi per costruire mondi virtuali basati su blockchain. In sostanza, tutto il mercato degli NFT che usa Ethereum passa per OpenSea, in quanto anche gli asset registrati attraverso altri marketplaces (come Rarible, SuperRare, Foundation, AsyncArt) sono inseriti automaticamente come collezioni e possono essere in essa acquistati³⁹⁷. La categoria “Arte” qui si rivela inevitabilmente molto ampia, poiché affianca a dipinti e disegni digitalizzati, icone 8bit, modelli 3D e frattali, carte collezionabili e ogni genere di vernacolo digitale³⁹⁸. Su OpenSea i creatori di NFT possono impostare una royalty massima del 10% per le vendite che avvengono sul mercato secondario, alle quali la piattaforma impone una commissione fissa del 2.5% oltre il prezzo di rivendita.



Figura 6: OpenSea e Rarible logo. Fonte: OpenSea³⁹⁹, Rarible⁴⁰⁰.

³⁹⁵ CONCAS A., *Crypto arte. Tutto quello che devi sapere su NFT, Blockchain e arte digitale*, Piemme, 2021, pp. 94-95.

³⁹⁶ Dati reperiti al seguente link: <https://opensea.io/about>

³⁹⁷ QUARANTA D., *cit.*, p. 189-190.

³⁹⁸ *Ibidem*.

³⁹⁹ Fonte: <https://opensea.io/>

⁴⁰⁰ Fonte: <https://rarible.com/>

Rarible (Figura 6) è anch'esso un "Open Marketplace", fondato a inizio 2020, aperto a qualunque genere di bene collezionabile (all'incirca propone le stesse categorie elencate per OpenSea), e a qualunque utente voglia creare NFT, senza richiedere alcuna autorizzazione o invito. Attualmente Rarible supporta più blockchains (Ethereum, Flow e Tezos), al fine di consentire al creatore di NFT di scegliere quale pubblico raggiungere, quale impatto ambientale determinerà con il conio del proprio NFT, quali e quante commissioni pagare, dato che ciascuna blockchain presenta peculiarità differenti per ciascuno di questi aspetti⁴⁰¹. E ancora: consente pagamenti con valute correnti, non offre il servizio di custodia degli NFT dei propri utenti, e permette ad ogni creatore di impostare autonomamente le royalties che intendono ricevere per ogni proprio NFT venduto sul mercato secondario, mentre la piattaforma riceve una commissione fissa del 2.5%. È, dunque, una piattaforma non dissimile da OpenSea, essendo anch'essa generalista e ad accesso aperto. Ma l'aspetto più originale risiede nell'investimento che compie sulla community, la quale manifesta la sua voce in capitolo sugli sviluppi della piattaforma attraverso i "RARI tokens", gettoni di governance della comunità che si ottengono interagendo attivamente con la piattaforma, ma anche svolgendo le attività più tipiche dei *social media*, oltre che comprando e vendendo in essa NFT: in sostanza, il portafoglio RARI dell'utente determina la sua influenza nelle scelte collegiali⁴⁰². Il fine è quello di dare alla community il potere di decidere il futuro della piattaforma, votando se mantenere o rimuovere determinate funzionalità obsolete, proponendo migliorie, modifiche, aggiornamenti o introducendo nuove funzionalità. Altra peculiarità è la presenza di una spunta gialla accanto al *nickname* di alcuni creatori/acquirenti, la quale indica che quell'utente è stato verificato dallo staff. Tale spunta la possono ottenere solo coloro che forniscono dati precisi e accurati all'interno del proprio account, per esempio, inserendo una propria immagine profilo, scrivendovi una *bio*, fornendo il collegamento *link* al proprio account Twitter, oltre che dando prova di aver precedentemente acquistato altri NFT (se si è un collezionista) o di aver già coniato almeno un NFT su Rarible (se si è un creatore). Successivamente, il team verifica i dati inseriti e compie le necessarie ricerche per accertarsi della genuinità della richiesta: solo se non emergono criticità, l'utente riceve la spunta gialla. Ciò gli permetterà di ottenere maggiore visibilità all'interno della piattaforma, gli darà la possibilità di comparire nelle classifiche che

⁴⁰¹ Le caratteristiche di ciascuna blockchain sono descritte nel sito web di Rarible al seguente link: <https://rarible.com/how-it-works>

⁴⁰² QUARANTA D., *cit.*, p. 190.

Rarible regolarmente realizza in merito ai creatori e agli acquirenti più attivi in termini, rispettivamente, di vendite e acquisti compiuti all'interno della piattaforma. Inoltre, gli consentirà di aumentare il grado di fiducia degli altri utenti nei propri confronti, poiché tale meccanismo di verifica svolge anche la funzione di ridurre il rischio di immissione nella piattaforma di NFT non autentici.

4.2.2 *Foundation, Nifty Gateway, SuperRare*

Tra i “Curated Marketplaces” vi rientra *Foundation* (Figura 7), che si propone come una piattaforma che mira a costruire una nuova economia creativa, ossia un mondo in cui i creatori possono utilizzare la blockchain di Ethereum per valutare il proprio lavoro secondo modalità completamente nuove, creando connessioni più forti con i loro sostenitori. Il team racconta che dal lancio del loro marketplace, avvenuto nel febbraio 2021, i loro artisti hanno venduto per 51.105,76 ETH (pari a \$160.743.448,43)⁴⁰³ un totale di 54.696 NFT. *Foundation* adotta un'attitudine generalista e aperta a vari percorsi artistici; tuttavia, l'accesso ai creatori non è libero ma avviene su invito di un altro membro della community, oppure tramite autonoma candidatura da sottoporre a votazione su base comunitaria. Altrimenti, può anche accadere che essi vengano sollecitati a partecipare da Lindsay Howard che, in veste di *Head of Community* della piattaforma, assume anche un ruolo curatoriale⁴⁰⁴. *Foundation* non offre servizi di custodia degli NFT, il che significa che tutte le opere d'arte in essa commercializzate, non essendo detenute all'interno di un *server* centralizzato ma in un IPFS esterno, esisteranno sempre, anche se la piattaforma smetterà in futuro di esistere. Nel sito si legge che per le vendite dei loro artisti che avvengono sul mercato primario, gli stessi ricevono l'85% del prezzo di vendita, mentre la restante percentuale spetta alla piattaforma come commissione di servizio. Per le vendite nel mercato secondario i creatori ottengono automaticamente una royalty fissa del 10% dal prezzo di rivendita, la piattaforma una commissione del 5%. La scelta da parte di *Foundation* di coinvolgere una figura come Lindsay Howard, curatrice con un eccellente *background* nel mondo dell'Arte Contemporanea, attraverso il ruolo di “responsabile della community”, ha avuto un ruolo centrale nel definire l'identità della piattaforma: Howard ha portato su

⁴⁰³ *About Foundation*, in *Foundation*, <https://foundation.app/about>

⁴⁰⁴ QUARANTA D., *cit.*, p. 191.

Foundation molti degli artisti con cui aveva collaborato in passato, tra cui un numero significativo di artisti donna e, con essi, i loro collezionisti⁴⁰⁵. L'ingresso in tale spazio di una figura come quella di Howard ha un valore programmatico che non è solo culturale: se, da un lato, si osserva una sempre maggiore apertura delle case d'asta tradizionali al mercato degli NFT, anche per conquistare le ragguardevoli liquidità degli imprenditori della blockchain che in questo mercato vi investono cospicuamente; dall'altro lato, il coinvolgimento da parte dei marketplaces di NFT di figure di riguardo del mondo dell'arte tradizionale (curatori noti e artisti tradizionali affermati) è prova del loro sforzo di acquisire nella propria community in espansione il collezionismo dell'Arte Contemporanea, con il suo potere d'acquisto, il suo sguardo educato, il suo supporto continuativo degli artisti che sostiene⁴⁰⁶. Tale tendenza, che si potrebbe definire come un processo di "artwashing", è destinata a crescere. Infatti, riprendendo le parole di Domenico Quaranta, autore del libro *Surfing con Satoshi. Arte, blockchain e NFT*, tale processo lo si può intendere come un tentativo di "lavare via" la propria eredità di "mercatini" di asset qualunque, aperti ad ogni genere di proprietà digitale e ad ogni livello di pratica creativa, per riqualificarsi come legittime piattaforme artistiche; anche se ciò va a contraddire i valori fondanti di apertura e orizzontalità che contraddistinguono le piattaforme NFT e l'ambiente nativo della blockchain⁴⁰⁷. Howard, intervista da *Hyperallergic* lo scorso marzo, entusiasta dichiara che soltanto dopo tre settimane dal lancio di Foundation, 215 artisti hanno guadagnato più di \$800 dalla vendita dei propri NFT, 150 artisti hanno guadagnato più di \$1.500, 27 artisti più di \$10.000, si tratta di un situazione del tutto ragguardevole se si pensa alle difficoltà che da sempre riscontrato gli artisti "minori" nell'accedere al mondo dell'Arte Contemporanea tradizionale⁴⁰⁸. E ancora, intervistata da *Medium*, la curatrice afferma che Foundation non sta cercando di sostituirsi al tradizionale mercato dell'arte, piuttosto ritiene che i due modelli possano e debbano coesistere, se non addirittura unirsi, per offrire agli artisti più opzioni possibili di scelta e, dunque, maggiori possibilità

⁴⁰⁵ *Ivi*, p. 163.

⁴⁰⁶ *Ivi*, p. 164.

⁴⁰⁷ *Ibidem*.

⁴⁰⁸ VARTANIAN H., *Lindsay Howard Talks About the Burgeoning Market for NFTs*, podcast in Hyperallergic, 09 marzo 2021, <https://hyperallergic.com/628046/lindsay-howard-talks-about-the-burgeoning-market-for-nfts/>

di espressione, diffusione e comunicazione, oltre che di monetizzazione del proprio lavoro⁴⁰⁹.



Figura 7: Foundation, Nifty Gateway e SuperRare logo. Fonte: Foundation⁴¹⁰, Nifty Gateway⁴¹¹, SuperRare⁴¹².

Nifty Gateway (Figura 7) viene fondata nel 2018 dai gemelli Duncan e Griffin Cock Foster⁴¹³ con una missione molto semplice: rendere gli NFT accessibili a tutti. Nel loro sito si legge che la piattaforma collabora con i migliori artisti e *brands* per creare collezioni di NFT di alta qualità in edizione limitata, alcuni dei quali disponibili in esclusiva sulla propria piattaforma. L'esclusività consente di aumentare il valore e la rarità dell'asset sottostante, e parallelamente accresce la reputazione della piattaforma. Il lancio di ogni collezione (*drop*) viene programmato e resta disponibile per un periodo di tempo limitato, l'obiettivo è di proporre nuovi *drops* ogni tre settimane. Ciascun artista può determinare la percentuale di royalty a lui spettante per ogni vendita che avviene nel mercato secondario, mentre alla piattaforma spetta una commissione fissa del 5%. Si tratta di un marketplace che si contraddistingue dai precedenti (OpenSea, Rarible, Foundation) per almeno tre ragioni: accetta anche pagamenti in USD/carta di credito; offre il servizio di custodia degli NFT attraverso l'archiviazione degli stessi in un *secured wallet*, il che consente alla piattaforma di essere in grado di aiutare gli utenti a recuperare le credenziali di accesso del proprio account e del proprio *wallet* qualora questi dovessero perderle. Inoltre, pone a carico proprio le commissioni di transazione (*Gas fees*), che tipicamente sono sostenute dal creatore e dall'acquirente. *Nifty Gateway* offre una vasta gamma di opere d'arte e collectibles, disponibili secondo due modalità di scelta: i "Curated Drops" e i "Verified Drops". I secondi, differentemente dai primi, non sono selezionati in modo curatoriale dal team di *Nifty Gateway*; ciononostante, il team ha potuto verificarne l'autenticità, il che significa che ha potuto approvare che tali NFT

⁴⁰⁹ FERNANDEZ M. P., *A Conversation with Curator Lindsay Howard, Foundation's Head of Community*, in Medium, 13 dicembre 2020, <https://medium.com/ethberlin/a-conversation-with-curator-lindsay-howard-foundations-head-of-community-451456086df6>

⁴¹⁰ Fonte: <https://foundation.app/>

⁴¹¹ Fonte: <https://niftygateway.com/>

⁴¹² Fonte: <https://superrare.com/>

⁴¹³ Nel novembre 2019 *Nifty Gateway* viene acquistata dai gemelli Winklevoss, fondatori di *Gemini*, piattaforma online che consente la compravendita di criptovalute.

sono stati creati dalla persona o dal collettivo che dichiara di averli realizzati e, dunque, soddisfano gli standard legali su cui si basano gli *Smart Contracts*. La selezione e il controllo che il team compie nell'immettere gli NFT nel proprio marketplace, unita al fatto che la piattaforma ha la caratteristica di essere deliberatamente centralizzata, sono elementi che contribuiscono a mantenere solida la reputazione della piattaforma, garantendo un mercato sicuro e curato, che propone collezioni di massima qualità.

SuperRare (Figura 7), invece, è un marketplace basato su blockchain Ethereum, nato nell'aprile 2018, che si focalizza sulla Crypto Art, consentendo di collezionare e scambiare in essa opere d'arte digitali uniche in edizione singola e altamente curate. Nel sito si legge che SuperRare è pensata come una piattaforma che fonde insieme Instagram e Christie's, per consentire la nascita di una nuova e più sociale modalità di interazione tra arte, cultura e collezionismo nel mondo di Internet. È un marketplace non generalista, che rappresenta il "gold standard" nell'attuale panorama degli NFT, poiché prevede una selezione degli artisti che possono accedervi: essi devono essere stati invitati, oppure possono farne richiesta compilando l'apposito *form* nel sito. La ragione di ciò viene così espressa nel sito: «la salute del mercato dipende non solo dall'aver artisti di qualità, ma anche dalla base di collezionisti che li supporta, pertanto il team monitora attentamente il numero di collezionisti attivi nel proprio marketplace per assicurarsi che il numero di artisti che vi fanno parte sia proporzionale»⁴¹⁴. Per le vendite sul mercato primario i creatori ricevono l'85% del prezzo di vendita, il restante 15% spetta a SuperRare; per le vendite compiute sul mercato secondario i creatori ricevono una royalty del 10%, mentre la piattaforma del 3%.

Altre piattaforme che sollecitano e valutano le autocandidature dei creatori e, pertanto, che rientrano nella categoria dei marketplaces di tipo "curated", sono *KnownOrigins*, *Makersplace*, *AsyncArt*. Per quanto riguarda le piattaforme di compravendita di NFT che si basano su blockchains differenti da Ethereum, esse presentano le stesse caratteristiche di base di quest'ultima: vi sono piattaforme generaliste e altre dedicate all'arte; piattaforme aperte a chiunque e altre curate e/o ad accesso su invito⁴¹⁵. Generalmente, esse hanno un marketplace più ridotto e meno

⁴¹⁴ EAD K., *Why is SuperRare invite only?*, in SuperRare, <https://help.superrare.com/en/articles/5016664-why-is-superrare-invite-only>

⁴¹⁵ QUARANTA D., *cit.*, p. 192.

propenso alla speculazione di quello che si trova sulle piattaforme basate su Ethereum; mentre il loro punto di forza è legato al fatto di appoggiarsi a blockchains *eco-friendly*⁴¹⁶.

Per concludere, in merito alla tutela della Proprietà Intellettuale, osservando i *Terms of Service* delle quattro principali piattaforme di compravendita di NFT (*SuperRare, OpenSea, Rarible, Nifty Gateway*) si nota una certa coerenza di fondo: in tutte viene chiarito che la titolarità del Diritto d'Autore è separata e distinta dalla proprietà di qualsiasi oggetto materiale o bene digitale in cui l'opera è incorporata, a meno che le parti non abbiano concordato espressamente di cedere i diritti di Proprietà Intellettuale⁴¹⁷. Dunque, cosa cede l'artista all'utente che acquista l'NFT associato ad una sua opera? SuperRare argomenta che, qualora l'acquirente dell'NFT non abbia convenuto con quest'ultimo la cessione dei Diritti d'Autore sull'opera e, dunque, qualora all'NFT non siano abbinata anche le clausole di cessione dei diritti di Proprietà Intellettuale sull'opera, egli acquista esclusivamente la licenza per mostrare, promuovere e condividere l'opera d'arte contenuta nell'NFT, oltre che la possibilità di rivendere in seguito il token. Dunque, l'acquirente che diviene proprietario dell'NFT:

- Può mostrare, discutere e commentare l'opera contenuta nell'NFT, al fine di condividere o promuovere il suo acquisto, la proprietà sull'NFT stesso e/o il suo interesse per l'opera;
- Può esibire l'opera sottostante esponendola sui *social media* e sui *blogs*, o in ambienti virtuali decentralizzati, mondi virtuali, gallerie e musei virtuali;
- Può vendere, scambiare o trasferire l'NFT;

Ciò che, invece, l'acquirente non può fare è:

- Rivendicare i Diritti d'Autore o altri diritti legati alla Proprietà Intellettuale dell'opera;
- Apportare qualsiasi genere di modifica all'opera senza il previo consenso scritto dell'autore;
- Usare commercialmente l'opera (divieto di vendere copie dell'opera, o opere derivate che la incorporano, o di coniare altri NFT basati sull'opera stessa);

⁴¹⁶ *Ibidem*.

⁴¹⁷ MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T., *cit*.

Difatti, *SuperRare*, così come *Foundation* e gli altri principali marketplaces, affermano che l'autore, anche dopo avere venduto all'interno del marketplace l'NFT che incorpora l'opera, mantiene il diritto esclusivo di utilizzazione economica della stessa; tuttavia, anche per il creatore, così come l'acquirente, vale il vincolo di non potere vendere e creare altri NFT associati a quella stessa opera.

4.3 I marketplaces: alcune criticità

L'attività dei marketplaces, come già espresso nel paragrafo 3.5.5, di fatto, mina le relazioni dirette, da pari a pari, che gli NFT e le altre transazioni basate su blockchain sono state progettate per facilitare⁴¹⁸. Essi vanificano l'orizzontalità della blockchain introducendo, tra artisti e collezionisti, un intermediario che rischia di essere più autoritario, orientato al business e disinteressato alle problematiche specifiche dell'arte di quel mondo di intermediari che promette di smantellare⁴¹⁹. Tuttavia, per la persona qualunque la tecnologia blockchain, così come la crittografia su cui si fonda, sono concetti difficili da comprendere e, soprattutto, da utilizzare autonomamente. Ne consegue che tali piattaforme appaiono quantomeno necessarie, poiché rendono più semplice la partecipazione attiva di utenti anche inesperti in tema di programmazione.

Altra questione critica è quella relativa alla custodia degli NFT: difatti, accanto a piattaforme come *OpenSea* e *SuperRare*, che non custodiscono gli NFT dei propri utenti ma consentono solamente il trasferimento degli stessi direttamente tra i *wallets*; vi sono altri marketplaces, come *Nifty Gateway* e *Dapper Labs*, che invece ne gestiscono la custodia per conto dei propri utenti⁴²⁰. Ciò ha come conseguenza che gli acquirenti essendo, di fatto, proprietari unicamente del token, nel caso in cui il portale non dovesse più mantenere memoria delle associazioni tra tokens ed opere, perderebbero ogni vantaggio connesso agli stessi tokens⁴²¹. A tal riguardo, infatti, ricorrente è la domanda: cosa succederà se la blockchain di Ethereum all'interno della quale sono ospitati la maggior parte degli NFT dovesse essere abbandonata e, dunque, non più mantenuta

⁴¹⁸ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 28.

⁴¹⁹ QUARANTA D., *cit.*, p. 50.

⁴²⁰ *The Chainalysis 2021 NFT Market report*, in Chainalysis, reperibile in formato PDF al seguente link: <https://go.chainalysis.com/nft-market-report.html>

⁴²¹ MACLEOD N. A., *Il Boom degli NFT tra arte, proprietà intellettuale e diritti all'asta*, in Altalex, 24 maggio 2021, <https://www.altalex.com/documents/news/2021/05/24/boom-nft-tra-arte-proprietaria-intellettuale-e-diritti-asta>

attiva da una collettività di soggetti che possono efficacemente “mettere in minoranza” chiunque dovesse provare a fare passare per buona una catena di transazioni in realtà non genuina?⁴²² Posto che ad oggi Ethereum, la blockchain più nota ed utilizzata per la compravendita di NFT, ha un futuro verosimilmente assicurato, è evidente che le altre blockchains concorrenti dovranno iniziare a fornire qualche “garanzia” di sopravvivenza se vorranno conquistare ulteriori fette di mercato⁴²³. A tal riguardo, per aggirare il rischio di acquistare certificati fondati su blockchains improvvisate, scarsamente decentralizzate e, di conseguenza, non affidabili poiché potrebbero essere presto abbandonate, è opportuno che i creatori e gli acquirenti di NFT prestino sempre massima attenzione alle caratteristiche proprie della blockchain e, di conseguenza, del marketplace all’interno del quale intendono registrare, coniare e/o compravendere i propri NFT, che devono dare il più possibile prova di affidabilità e solidità nel tempo.

Altro limite nativo della tecnologia, già evidenziato nel paragrafo 3.5, che molto probabilmente sarà correggibile sul breve termine, risiede nel fatto che gli NFT sono certificati, in sé unici, che garantiscono l’autenticità e la proprietà dell’asset sottostante; tuttavia, essi non includono l’opera dell’ingegno ma si limitano a “linkare” ad una sua copia digitale. In altre parole, l’unicità sussiste effettivamente, ma solo nel rapporto fra NFT e copia digitale: in nessun modo l’NFT, di per sé stesso, può garantire che l’opera digitale sia e resti unica, dal momento che questa, attraverso gli stessi marketplaces e per mezzo di Internet, rimane replicabile all’infinito⁴²⁴.

Quanto alla sua autenticità, se non è accompagnato da altre certificazioni, si può solo credere alla buona fede di chi ha registrato l’NFT associato al bene; anche se, a tal riguardo, sempre più marketplaces stanno introducendo figure o funzionalità specifiche volte ad offrire agli utenti maggiori garanzie in merito alla genuinità degli NFT. Ciononostante, resta il fatto che l’acquirente sta investendo della fiducia (quel *trust* che la blockchain si proponeva di debellare) in due “terze parti”: il venditore e la piattaforma su cui avviene lo scambio; ossia egli crede, con o senza prove, che il venditore sia anche il creatore o il legittimo proprietario dell’opera, e crede che la piattaforma sui cui *server*

⁴²² BERTI R., SPOTO F., ZUMERLE F., *cit.*, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/nft-che-cosa-sono-come-funzionano-come-investire-sui-non-fungible-token/>

⁴²³ *Ibidem.*

⁴²⁴ LAVAGNINI S., *NFT nell’industria culturale, tutti i rischi per musica e opere d’arte*, in Network Digital 360 (Agenda Digitale), 16 novembre 2021, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/nft-nellindustria-culturale-tutti-i-rischi-per-musica-e-opere-darte/>

risiede il bene immateriale duri in eterno, o risolva in tempo utile il problema della sua portabilità⁴²⁵. Si tratta di elementi di fiducia che nel mondo dell'arte tradizionale sono controllati e garantiti da *dealers* notoriamente affidabili, come i mercante d'arte e i galleristi; figure che tale tecnologia sembrava voler superare o, più correttamente, ridimensionare. La blockchain, in quanto registro pubblico decentralizzato e immutabile, non garantisce da sola l'autenticità di un asset digitale che in essa viene registrato, né l'identità dell'autore; tale tecnologia offre solamente la possibilità di tracciare la catena di eventi che fanno riferimento a quel bene⁴²⁶. Oltre a ciò, attraverso l'utilizzo degli *Smart Contracts*, consente la programmabilità delle clausole legate alle licenze d'uso. Quel che è indiscutibile, quindi, è che il mercato dell'arte degli NFT non è mosso da un sistema tecnologico inaggrabile, ma è mosso, ancora una volta, e come è stato per migliaia di anni, dalla fiducia corrente fra autore e compratore⁴²⁷. La tecnologia lascia solo due scelte: fidarsi o non entrare in tale mercato.

4.4 La Crypto Art: un'introduzione

«Per troppo tempo l'arte digitale e i suoi protagonisti sono stati relegati alle periferie dell'impero, esclusi dall'élite artistica, dalle fiere, dalle gallerie e dalle case d'asta. Quest'anno, grazie all'avvicinamento degli NFT a un pubblico più allargato, ha segnato un momento storico rivoluzionario»⁴²⁸, è questo il commento di DotPigeon, artista italiano tra i pionieri della Crypto Art, in merito all'ascesa degli NFT nel mondo dell'Arte Contemporanea. Da queste parole traspare quanto l'arte digitale, esistente dapprima dell'avvento della blockchain, abbia dovuto da sempre lottare per essere riconosciuta per il suo vero valore, minacciato soprattutto dalla mancanza di rarità e di proprietà delle opere stesse, che si caratterizzano per l'infinità replicabilità attraverso Internet. Tuttavia, dall'avvento di Bitcoin si può dire sia iniziata una nuova era anche per l'arte digitale: difatti, se la blockchain nasce per evitare il problema del *double spending*

⁴²⁵ QUARANTA D., *cit.*, p. 184.

⁴²⁶ ZANARDELLI R., *Due o tre cose che non ci siamo ancora detti su NFT e fiducia, raccontate da Alice e da un coniglio*, in Medium, 05 aprile 2021, <https://rzanardelli.medium.com/due-o-tre-cose-che-non-ci-siamo-ancora-detti-su-nft-e-fiducia-raccontate-da-alice-e-da-un-e67f7b92172c>

⁴²⁷ BERTI R., SPOTO F., ZUMERLE F., *cit.*, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/nft-che-cosa-sono-come-funzionano-come-investire-sui-non-fungible-token/>

⁴²⁸ RUBINO M., *L'avanzata degli Nft: la voce più influente dell'arte non è una persona ma una tecnologia*, in Forbes, 12 dicembre 2021, <https://forbes.it/2021/12/12/nft-in-che-modo-il-digitale-sta-trasformando-il-mercato-dell-arte/>

nelle transazioni monetarie, la Crypto Art nasce per consentire di monetizzare opere che altrimenti tenderebbero ad andare disperse data l'estrema facilità con cui possono essere copiate e diffuse nello spazio online⁴²⁹. La blockchain, pertanto, facilita una forma efficiente di creazione di valore economico sia per gli artisti che per i collezionisti, in quanto la "catena di blocchi" rende possibile rintracciare la provenienza e l'autenticità delle opere e, attraverso gli *Smart Contracts*, implementa meccanismi volti a garantire che gli artisti ricevano nel tempo un costante e adeguato compenso per ogni vendita e rivendita dei propri lavori.

Ma cos'è effettivamente la Crypto Art? Esiste qualcosa che raccolga sotto un'unica definizione tutto ciò che viene chiamato "Crypto Art"? L'artista tedesco Martin Lukas Ostachowski, entusiasta sostenitore del potenziale inclusivo e comunitario della blockchain, nonché membro della comunità crypto, all'interno del proprio sito web mette a disposizione una cronologia aggiornata di quella che chiama "Crypto Art" che, partendo dal 2011, include progetti di arte crittografica, piattaforme, ma anche mostre e convegni sorti negli anni sul tema⁴³⁰. Osservando tale cronologia, si può notare come Ostachowski non proponga una definizione di "Crypto Art", ma la selezione che offre attesta una concezione fluttuante, che ondeggia tra un'accezione ristretta ("Crypto Art" sarebbero tutte le opere tokenizzate sulla blockchain) e un'accezione più ampia ("Crypto Art" sarebbe tutta l'arte che ha una qualche relazione, operativa o semantica, con la blockchain)⁴³¹. D'altronde, nel mondo dell'arte non è una novità il fatto che il nome dato a tendenze e movimenti artistici risulti difficile da inquadrare: spesso, infatti, esso descrive una caratteristica formale (Cubismo, Minimalismo), un'attitudine (Futurismo, Post Internet), una fonte di ispirazione (Surrealismo, Pop Art), uno spazio di intervento (Land Art, Street Art); altre volte si radica nell'utilizzo di un medium specifico (Body Art, Performing Art, Video Art)⁴³². La Crypto Art non ha a che fare con nulla di tutto questo: non con un medium, in quanto l'arte nativa digitale esiste dapprima della nascita della blockchain; non con una scelta formale, anche se i marketplaces favoriscono la circolazione di piccole immagini di rapido consumo, statiche o dinamiche, nessuna di queste è esclusiva della Crypto Art; non con un'attitudine, a meno che non si voglia

⁴²⁹ BERTI R., ZUMERLE F., *cit.*, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/non-fungible-token-nft-cosi-la-blockchain-cambia-il-mercato-dellarte/>

⁴³⁰ OSTACHOWSKI M. L., *History of Crypto Art*, in Martin Lukas Ostachowski, <https://ostachowski.com/about/what-is-crypto-art-or-nft-art/history-of-crypto-art/>

⁴³¹ QUARANTA D., *cit.*, p. 130.

⁴³² *Ivi*, p. 132.

parlare di anarco-capitalismo; né con uno spazio di intervento, dato che la blockchain viene usata solo per sanzionare l'unicità e la scarsità del lavoro; e nemmeno con una fonte di ispirazione, sebbene molta Crypto Art tematizzi criptovalute e blockchain, resta una tendenza minoritaria all'interno di un fenomeno molto più ampio⁴³³. Pertanto, sembra non esserci nulla che possa identificare e unificare le opere che vengono raccolte sotto l'etichetta "Crypto Art" se non il fatto di essere tokenizzate sulla blockchain o di essere realizzate da un autodichiarato "crypto artist"⁴³⁴. Gli autori del paper *Crypto Art: A Decentralized View*, a tal proposito affermano che:

«La Crypto Art è arte digitale in edizione limitata, registrata crittograficamente attraverso un token su una blockchain. I token rappresentano in modo trasparente e tracciabile l'origine e la provenienza di un'opera d'arte. La tecnologia blockchain consente di conservare e scambiare i token in modo sicuro senza il coinvolgimento di terze parti»⁴³⁵.

Definiscono, inoltre, la Crypto Art un movimento artistico di recente nascita, che si sostanzia in opere d'arte, tipicamente immagini fisse o animate, che vengono poi distribuite tramite marketplaces creati *ad hoc* basati su tecnologia blockchain, oltre che all'interno di Crypto Art gallery. Ritengono che la Crypto Art tragga le proprie origini dall'arte concettuale novecentesca, dal momento che condivide con essa la natura immateriale e distributiva delle opere d'arte, nonché il rifiuto dei mercati e delle istituzioni dell'arte tradizionali. Dello stesso pensiero è Jason Bailey, *founder* di Artnome, il quale ritiene che la Crypto Art identifichi: «opere d'arte digitali associate a token unici e dimostrabilmente rari che esistono sulla blockchain sottoforma di NFT. Il concetto si basa sull'idea di scarsità digitale che consente di acquistare, vendere e scambiare beni digitali come se fossero beni fisici. Questo sistema funziona perché – come i bitcoin o altre criptovalute – la crypto arte esiste in quantità limitata»⁴³⁶.

Dunque, stabilito che risulta alquanto difficile, se non aleatorio, costringere sotto una definizione unica tutto ciò che accade all'interno dei marketplaces di NFT, a livello generale è possibile intendere la Crypto Art come quel linguaggio artistico sorto dall'interconnessione tra arte e tecnologia blockchain. Se nella maggior parte delle opere di Crypto Art il *corpus mysticum*, ossia la creazione intellettuale alla base dell'opera, e il

⁴³³ *Ibidem*.

⁴³⁴ *Ivi*, p. 133.

⁴³⁵ FRANCESCHET M., COLAVIZZA G., SMITH T., FINUCANE B., OSTACHOWSKI M. L., SCALET S., PERKINS J., MORGAN J., HERNANDEZ S., *Crypto Art: A Decentralized View*, in Leonardo, Vol. 54, 4/2021, p. 402.

⁴³⁶ GORI G., *cit.*, <https://www.cocuzzaeassociati.it/in-primo-piano/la-copia-originale-nft-tra-arte-ed-ip/>

corpus mechanicum, la sua manifestazione percepibile, sono entrambe immateriali⁴³⁷; una parte minoritaria di esse si sostanzia, invece, in sperimentazioni di tipo performativo e/o materiale con la blockchain e i suoi *Smart Contracts*, considerandoli non solamente dei “certificati di autenticità”, ma rendendoli parte integrante del lavoro, che ne condiziona la sua esistenza e la sua natura nel tempo. Difatti, se le impostazioni dei marketplaces favoriscono soprattutto la proliferazione di opere sottoforma di gif animate, di immagini statiche e di brevi video, nulla vieta di tokenizzare anche opere che rispondono ad altre forme d’arte e, dunque, ad altri linguaggi espressivi, sia che tali forme siano native digitali sia che abbiano una sostanza tangibile.

A livello artistico, il crypto artist è tipicamente una persona, alcune volte un collettivo, già abituata a fare circolare le proprie opere sulle piattaforme *social*. Spesso ha alle proprie spalle un trascorso come grafico, illustratore, programmatore, professionista o creativo di varia natura, oppure è un giovane artista il cui accesso al mondo dell’arte tradizionale gli era stato in precedenza precluso. Le opere dei crypto artists solitamente riprendono le estetiche mutate dai tatuaggi e dal surrealismo pop⁴³⁸, dalla street art, dall’estetica surreale-futurista, con le sue atmosfere sospese e irreali; altre volte si rifanno ad immaginari manga, alla fantascienza, alla pixel art, ad estetiche glitch, grafiche generative, animazioni 3D nate dall’intelligenza artificiale, immagini memetiche e digitali; piuttosto diffuse sono anche le opere che ripercorrono e/o affrontano in senso critico gli immaginari e le iconografie aperte dalla blockchain e dalle criptovalute⁴³⁹.

La Crypto Art e, con essa, le piattaforme che ne permettono la compravendita, vengono spesso presentate come “meritocratiche” e “democratiche”, per via sia della prerogativa “open” di molteplici marketplaces, che attraverso tale struttura riducono drasticamente le barriere all’ingresso tipiche del settore; sia per il fatto che l’apprezzamento e il riconoscimento di un crypto artista come tale avviene senza l’intermediazione degli attori istituzionali (galleristi, mercanti d’arte, case d’asta e critici). Tuttavia, il tempo ha dimostrato che, con l’aumentare dell’offerta e delle piattaforme, superare il “rumore” di base ed emergere dal marasma appare sempre più

⁴³⁷ FRANCESCHET M., COLAVIZZA G., BRAIDOTTI C., *Blockchain art: le nuove frontiere del mercato dell’arte*, in Singola, 05 febbraio 2021, <https://www.singola.net/arti/blockchain-art-le-nuove-frontiere-dell-arte>

⁴³⁸ Sono opere con un’estetica facile e accessibile, che fanno riferimento agli immaginari della cultura di massa e all’attualità.

⁴³⁹ QUARANTA D., *cit.*, p.145-147.

complesso⁴⁴⁰. Inoltre, se un gran numero di artisti presenti nel mercato crypto è indubbiamente mosso dalla passione e dall'impegno che pone nel creare la propria arte, è innegabile che un'altra quota di artisti sia presente in questo mercato solo per i guadagni, apparentemente facili, che permette. Il che influisce sul livello qualitativo complessivo delle proposte artistiche circolanti in molte piattaforme.

Per quanto riguarda le possibilità di un artista di emergere all'interno di un contesto tale, si osserva che tra i fattori maggiormente determinanti vi è, *in primis*, il supporto della piattaforma, la quale funge da vero e proprio *gatekeeper* del mercato NFT, dal momento che l'accesso (qualora sia prevista una selezione), nonché il posizionamento dell'opera nella sua *home page*, è spesso determinante per il successo della vendita. Un altro fattore che risulta decisivo per l'accesso, la crescita e il trionfo di un artista all'interno di questo mercato risiede nella cura che egli, o terzi sui rappresentanti, pongono nel dialogare con la propria community crypto. Difatti, essenziale per l'affermarsi dei primi crypto artists, nonché per le relative piattaforme NFT, è stato proprio il costante dialogo tra quest'ultimi e la propria *fanbase*. Tale legame si è potuto consolidare per mezzo di gruppi creati *ad hoc* su piattaforme di *chatting* come Discord e Telegram, oltre che su Twitter, *social network* prediletto per l'annuncio di nuovi *drop* e progetti. Qui i creatori promuovevano i propri lavori inediti e rispondevano alle domande dei loro primi sostenitori (i cosiddetti *early adopters*) ai quali, spesso, attraverso appositi sottogruppi Discord, tutt'oggi comunicano anticipatamente iniziative, progetti e sconti riservati. Tale aspetto ha favorito l'incontro dei fans/collezionisti di un certo artista che, in tali *chats*, continuano a dialogare, confrontarsi e scambiarsi consigli su dove e quando partecipare ad iniziative, così contribuendo alla crescita e all'affermazione dell'artista stesso. Nonostante il prorompente arrivo della stampa e delle case d'asta, ad oggi il coinvolgimento della community durante la fase creativa e di pre-lancio degli NFT resta indispensabile per il successo del progetto e per il riconoscimento di un artista da parte dei collezionisti. Spesso, infatti, si osserva che i singoli *drops* dei "top artists" sono venduti ancora prima della loro messa in vendita nei marketplaces; la cui loro lista d'attesa fa rabbrivire il consolidato mercato dell'arte⁴⁴¹. Da ciò ne consegue che, le modalità di affermazione e riconoscimento di un certo artista all'interno del mercato crypto non sono poi così

⁴⁴⁰ CONCAS A., *cit.*, pp. 67-68.

⁴⁴¹ Ivi, pp. 117-119.

differenti da quelle che caratterizzano il mondo dell'arte tradizionale, con la differenza che il ruolo di *gatekeeper* risiede ora nelle mani dei collezionisti e dei marketplaces NFT.

Ciò che appare evidente è che gli NFT, e le opere d'arte loro sottese, stanno portando un'aria di cambiamento nell'Arte Contemporanea: si sta assistendo all'ascesa di una nuova generazione di artisti, capaci di creare un *link* senza precedenti con le nuove generazioni, in grado di attirare nuovi attori, nuovi pubblici e nuovi gusti verso un territorio spesso percepito come oscuro, ostile e refrattario al contatto con l'esterno⁴⁴². La Crypto Art sta consentendo a creatori e artisti fino ad oggi marginalizzati, e a spettatori fino ad ora disinteressati al gioco, di cambiare le regole del gioco⁴⁴³. Quest'arte sollecita dinamiche comunitarie, per alcuni risolve anche il problema del sostentamento; disintegra le gerarchie tradizionali del mondo dell'arte, attribuendo ai collezionisti, alle dinamiche solidali tra artisti⁴⁴⁴ e ai dispositivi di selezione dei marketplaces (quando esistenti), il compito tradizionale affidato a gallerie, musei, critici e curatori; anche se, il ruolo di quest'ultimi non pare del tutto superato, dal momento che essi stanno reintroducendo la possibilità di una mediazione che arricchisce di nuove sfumature la già variegata offerta di tali piattaforme⁴⁴⁵. Ne consegue che la Crypto Art, che ha trovato nel "colosso Christie's" la sua più ufficiale consacrazione e il debutto tra un pubblico più diffuso, porta verso il riconoscimento di corrente storico-artistica del tempo attuale, che parla il linguaggio tecnologico delle nuove generazioni, muovendosi sui quotidiani canali di interazione e scambio col mondo⁴⁴⁶. Le ragioni di tale ascesa, proprio nell'anno dell'emergenza sanitaria mondiale, sono certamente ravvisabili nella imprescindibile necessità di dematerializzare dinamiche lavorative, passioni e rapporti sociali; allo stesso modo in cui musei, istituzioni, enti e luoghi della cultura hanno convertito i propri strumenti di comunicazione e fruizione del patrimonio culturale in un'ottica digitale⁴⁴⁷. D'altronde, riprendendo le parole di Alex Atallah, cofondatore di OpenSea: «se passiamo dieci ore al giorno davanti al computer, o otto ore al giorno in un

⁴⁴² *Ivi*, p. 169

⁴⁴³ *Ibidem*.

⁴⁴⁴ Con la Crypto Art si osserva l'emergere di dinamiche comunitarie tra gli artisti. Essi, spesso, si collezionano vicendevolmente, così da raggiungere contemporaneamente due obiettivi: quello di sostenersi reciprocamente e quello di redistribuire i guadagni accumulati dalle proprie vendite. Altre volte essi si invitano e si votano a vicenda per accedere ai vari marketplaces di tipo "curated".

⁴⁴⁵ QUARANTA D., *cit.*, p. 170.

⁴⁴⁶ NARDONI S., PISELLI P., *cit.*, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/nft-verso-il-collezionismo-4-0-il-caso-della-prima-asta-digital-di-christies/>

⁴⁴⁷ *Ibidem*.

contesto digitale, allora quel mondo diventa il tuo mondo, e ha senso che l'arte di quel mondo digitale diventi sempre più importante»⁴⁴⁸.

Per concludere, a titolo esemplificativo, si citano di seguito due tra gli attuali crypto artists più chiacchierati sulla scena. Il primo è Pak, artista misterioso che chiede di riferirsi a loro in forma plurale. Pak conta tra i suoi collezionisti Elon Mask, ed è stato scelto da Sotheby's per fare il suo ingresso nel mercato degli NFT. Le loro produzioni sono principalmente NFT monocromi, dall'estetica minimalista, raffiguranti sfere, cubi, nastri di Möbius e processi generativi; i loro lavori si ricollegano alla software art e alle ricerche optical e astratto-geometriche della seconda metà del Novecento, parallelamente incarnano l'estetica rifinita, frutto di un uso intenso dell'unità di elaborazione grafica del computer tipica della scena crypto⁴⁴⁹. "The Title" (Figura 8) è una collezione di NFT esteticamente tutti uguali tra loro, ma la cui unicità risiede nel prezzo di partenza e nel titolo; con ciò Pak vuole evidenziare la crucialità dello *Smart Contract* che ciascuna opera incorpora, che ora risulta essere importante tanto quanto l'immagine, se non di più.



Figura 8: "The Title", Pak. Fonte: ARTnews⁴⁵⁰.

L'altro artista è Mad Dog Jones (alias Michah Dowbak), scelto da Phillips che, con "Replicator", crea un'opera definibile come un "genesis NFT", dal momento che si tratta di uno *Smart Contract* programmato per generare, ogni ventotto giorni e per complessive sette generazioni, un nuovo NFT. È «un'opera che evolve e che continua a

⁴⁴⁸ *L'arte certificata con la blockchain*, in Il Post, 03 marzo 2021, <https://www.ilpost.it/2021/03/03/arte-blockchain-nft/>

⁴⁴⁹ QUARANTA D., *cit.*, p. 156.

⁴⁵⁰ Fonte: <https://www.artnews.com/art-news/news/pak-nfts-mint-17-million-sam-durant-drone-high-line-morning-links-1234589865/>

creare nuove generazioni»⁴⁵¹, poiché ogni NFT di nuova emissione, a sua volta può generarne di nuovi. La prima generazione è l’NFT stesso messo all’asta, un’opera in formato MP4 che mostra una fotocopiatrice posta all’interno di un ufficio nel centro di Los Angeles (Figura 9). L’opera «è una riflessione sulle forme di innovazione rivoluzionarie del passato e funge da metafora del continuum della tecnologia moderna»⁴⁵². L’acquirente di tale opera, alla fine del processo, sarà proprietaria di molteplici NFT, il cui numero effettivo non è dato a sapersi a priori poiché, proprio come una vera macchina fotocopiatrice, Replicator potrebbe incepparsi (così frenando la crescita esponenziale)⁴⁵³, il che rende difficile quantificare il numero esatto o potenziale di NFT che genererà.



Figura 9: “Replicator”, Mad Dog Jones. Fonte: Exibart⁴⁵⁴.

⁴⁵¹ CASCONI S., *Phillips Is Entering the Digital Fray With the Sale of a Mad Dog Jones NFT That Will Generate New NFTs Every Month*, in Artnet News, 02 aprile 2021, <https://news.artnet.com/market/phillips-mad-dog-jones-nft-1956730>

⁴⁵² REPLICATOR, *Mad Dog Jones*, in Phillips, traduzione mia, <https://www.phillips.com/mdj>

⁴⁵³ ROCCELLA E., *Anche Phillips apre le porte agli NFT con un’opera di Mad Dog Jones*, in Exibart, 06 aprile 2021, Fonte: <https://www.exibart.com/mercato/anche-phillips-apre-le-porte-agli-nft-con-un-opera-di-mad-dog-jones/>

⁴⁵⁴ Fonte: <https://www.exibart.com/mercato/anche-phillips-apre-le-porte-agli-nft-con-un-opera-di-mad-dog-jones/>

4.5 Arte, blockchain e NFT: ulteriori utilizzi

Fino ad ora si è fatto riferimento a NFT che certificano l'unicità, l'autenticità e la proprietà di opere d'arte native digitali; tuttavia, un NFT può essere associato anche ad opere d'arte realizzate con i media tradizionali, oppure ad opere appositamente digitalizzate e, dunque, esistenti contemporaneamente sia in forma digitale che analogica. Per quanto riguarda il primo caso, si constata che accanto ai marketplaces basati su tecnologia blockchain che agiscono su opere native digitali (si veda il paragrafo 4.2), si stanno affiancando altre piattaforme che certificano l'autenticità di opere d'arte che esistono solamente nella tradizionale forma materiale⁴⁵⁵. La soluzione che è stata attualmente proposta per collegare in modo sicuro un oggetto fisico alla sua registrazione su blockchain, è quello di creare un *Qr-Code* da apporre sul retro dell'opera, che diviene il *tag* che funge da passaporto digitale dell'opera stessa⁴⁵⁶. Tale sistema, tuttavia, sta dimostrando alcuni limiti in riferimento alla facilità con cui è possibile falsificare, danneggiare o perdere il *Qr-Code*. A tal riguardo, interessante risulta essere il progetto elaborato da *Smartars*, che si proclama essere «la prima start-up al mondo che utilizza genomica avanzata e tecnologia blockchain per certificare l'unicità delle opere d'arte»⁴⁵⁷. La *mission* di *Smartars*, difatti, è proprio quella di rendere più sicura l'associazione tra l'autenticità di un oggetto fisico e la sua documentazione. Il *biotagging* da loro brevettato consente di «“donare” un codice genetico agli oggetti che, come per gli esseri viventi, rende loro riconoscibili e non riproducibili»⁴⁵⁸. Nel proprio sito spiegano che l'opera viene “marcata” con un inchiostro trasparente (visibile solo con apposite lampade), abbinato ad un genoma (DNA o RNA) di origine ignota al certificatore, e utilizzabile una sola volta, poiché ogni oggetto deve essere marcato con genomi differenti (l'enzima associato al dispositivo viene distrutto dopo il primo e unico utilizzo); l'associazione del codice genetico all'opera cui viene applicata viene poi riportata sulla blockchain in modo da renderla permanente e sempre verificabile⁴⁵⁹.

Nel secondo caso, quello di opere d'arte analogiche appositamente tokenizzate che esistono contemporaneamente sia in forma materiale che digitale, sembrerebbe

⁴⁵⁵ FARINA P., *cit.*, <https://farinastudiolegale.com/2020/02/15/applicabilita-della-blockchain-al-mercato-dellarte/>

⁴⁵⁶ MAGRI G., *cit.*, p. 4.

⁴⁵⁷ *Rendere unica e irriproducibile un'opera d'arte o un oggetto di grande valore?*, in *Smartars*, <https://www.smartars.eu/>

⁴⁵⁸ *Smartag the e-genomic Platform*, in *Smartars*, <https://www.smartars.eu/sthome/>

⁴⁵⁹ *Ibidem*.

possibile identificare due beni: un esemplare fisico e un esemplare digitale, entrambi originali, convenzionalmente trasferiti per mezzo di un'unica cessione e, convenzionalmente, destinati a viaggiare unitariamente ma che sul piano pratico potrebbero essere oggetto di circolazione parallela ed autonoma⁴⁶⁰. Emblematico è il caso di alcuni artisti che, al fine di evitare una potenziale collisione tra i due beni, quello fisico e quello simultaneo digitale, hanno provveduto ad eliminare l'esemplare fisico una volta digitalizzato il bene, in modo che a sopravvivere e circolare fosse solo l'NFT. È questo il caso di *The Currency Project*, che l'autore Damien Hirst dichiara essere «prima di tutto sull'arte e sulle persone, ma indaga anche la conoscenza e il valore in generale e, in particolare, il valore dell'arte»⁴⁶¹. Si tratta di una collezione di 10.000 dipinti unici (Figura 10), olio su carta, a cui corrispondono altrettanti NFT.

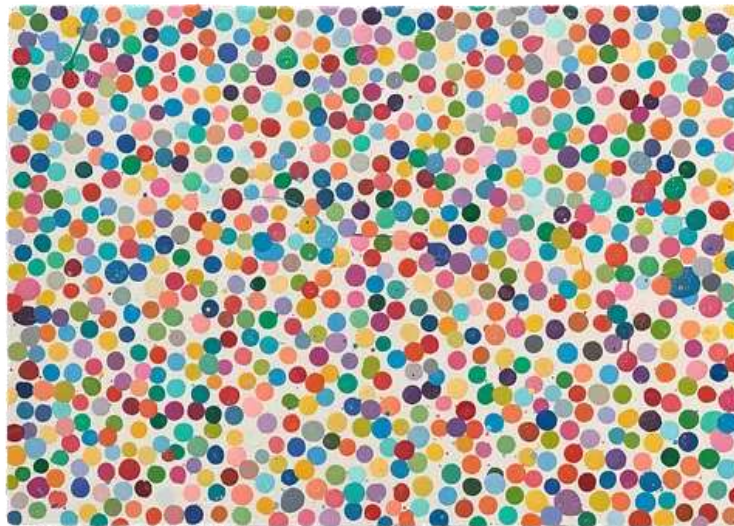


Figura 10: "Lost in the stars", *The Currency* n. 26, Damien Hirst. Fonte: Heni⁴⁶².

Ciascun NFT, disponibile per l'acquisto in asta al prezzo base di \$2.000, è sottoposto ad un contratto molto particolare: entro un anno gli acquirenti devono decidere se mantenere la proprietà dell'NFT oppure del lavoro fisico; nel primo caso, l'opera fisica viene bruciata (*burning*), nel secondo caso, invece, si perderanno i diritti sull'opera basati su blockchain⁴⁶³. Così facendo l'artista sottopone l'acquirente ad una scelta in merito a quale supporto egli attribuisca più valore: qualunque sarà la preferenza, l'altra

⁴⁶⁰ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 51.

⁴⁶¹ SIMEONE M. F., *Il primo progetto di arte NFT di Damien Hirst vale 25 milioni di dollari, per ora*, in Exibart, 26 agosto 2021, <https://www.exibart.com/arte-contemporanea/il-primo-progetto-di-arte-nft-di-damien-hirst-vale-25-milioni-di-dollari-per-ora/>

⁴⁶² Fonte: <https://currency.nft.heni.com/item/26>

⁴⁶³ SIMEONI M. F., *cit.*, <https://www.exibart.com/arte-contemporanea/il-primo-progetto-di-arte-nft-di-damien-hirst-vale-25-milioni-di-dollari-per-ora/>

opera a sé stante andrà persa. La vendita, che ha superato complessivamente i 25 milioni di dollari, si è tenuta su Palm, una piattaforma alternativa di compravendita di NFT, inaugurata in concomitanza con tale progetto nell'estate 2021, che si proclama al 99% più efficiente dal punto di vista energetico rispetto ai più noti marketplaces⁴⁶⁴.

Altra situazione è quella verificatasi con la serigrafia *Morons* (2006) di Banksy, autenticata da *Pest Control*, dove la distruzione dell'opera fisica non è avvenuta per mano dell'autore ma da parte dell'acquirente-proprietario, la società Injective Protocol, dopo che quest'ultima ne ha creato una rappresentazione digitale sottoforma di NFT. Difatti, nel mese di marzo, il periodo più concitato ed euforico per gli NFT, la stessa società ha pubblicato sull'account Twitter "BurntBanksy" un video che riprende l'opera mentre viene bruciata (Figura 11).



Figura 11: Burning della serigrafia "Morons", Banksy. Fonte: *Il Giornale dell'Arte*⁴⁶⁵.

Il gesto, totalmente inatteso, ne ha incrementato esponenzialmente il valore: l'NFT così realizzato, venduto sulla piattaforma OpenSea, ha raggiunto la cifra di 380.000 dollari, un valore impressionante se si pensa che l'artefatto fisico era stato acquistato all'asta lo scorso autunno per circa 95.0000 dollari. L'atto, senza dubbio provocatorio, appare quantomeno in linea con l'operato tipico di Banksy, dal momento che "Morons" è essa stessa una critica al mercato dell'arte, poiché raffigura un banditore d'asta impegnato nella vendita di un quadro nel quale si legge scritto: «I can't believe you

⁴⁶⁴ MORO M., *Speciale NFT / Le piattaforme*, in *Il Giornale dell'Arte*, 15 giugno 2021, <https://www.ilgiornaledellarte.com/articoli/speciale-nft-le-piattaforme/136365.html>

⁴⁶⁵ Fonte: <https://www.ilgiornaledellarte.com/articoli/il-vitello-d-oro-vale-se-cucinato-alla-brace-/135849.html>

morons actually buy this shit». Nonostante permanga qualche dubbio sulla legittimità dell'operazione ove condotta da soggetto diverso dal titolare del Diritto d'Autore⁴⁶⁶, l'azione ha sicuramente creato un precedente. Per quanto riguarda Banksy, pare sia intervenuto solamente per dissociarsi dall'evento in questione.

Nello stesso periodo si è affermato un altro strumento, che sembra fornire un'interessante opportunità di crescita e valorizzazione per i musei, sia pubblici che privati, dal momento che permette loro il reperimento di nuove risorse finanziarie da destinare alla realizzazione di altri progetti o alla gestione della propria collezione. Lo strumento è quello della creazione, con successiva vendita all'asta, di NFT associati ad opere d'arte fisiche di acclamata fama mondiale, appositamente digitalizzate dal museo che li ospita. Questa è stata proprio l'operazione posta in essere dalla Galleria degli Uffizi di Firenze la quale, lo scorso maggio, ha proceduto a trasformare in NFT e, poi, a vendere all'asta per la cifra di 240.000 euro⁴⁶⁷, il *Tondo Doni* di Michelangelo⁴⁶⁸. L'opera del Buonarroti risulta essere la prima al mondo ad essere digitalizzata e resa unica da un NFT che ne certifica la proprietà attraverso un sistema crittografico che ne impedisce la manomissione e la copia⁴⁶⁹. Il tutto è avvenuto per mezzo di un brevetto esclusivo, il DAW (*Digital Art Work*), realizzato dall'azienda Cinello. Nel loro sito web si legge che:

«Il DAW® è un multiplo digitale di un capolavoro della storia dell'arte. Viene prodotto in serie limitata, certificato, in scala 1:1 esattamente come l'originale, protetto con un sistema di crittografia digitale brevettato. Il contenuto tecnologico straordinariamente elevato lo rende assolutamente incopiabile garantendone l'unicità. Per ogni DAW viene creato un token NFT sulla blockchain che ne certifica la proprietà»⁴⁷⁰.

Pertanto, ciò che Cinello introduce è la possibilità di acquistare capolavori dei Grandi Maestri, previo consenso del museo che li ospita, in versione digitale autenticata. Per ogni opera d'arte viene creata una serie numerata di DAW, acquistabili da collezionisti e amanti dell'arte che, in tal modo, vanno a sostenere l'attività dell'ente.

⁴⁶⁶ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 52.

⁴⁶⁷ L'intesa tra Cinello e gli Uffizi prevede il veramente al museo del 50% del ricavo netto dal prezzo di vendita del DAW: nel caso del *Tondo Doni*, Cinello e la Galleria hanno entrambi incassato 70.000 euro, i restanti 100.000 euro hanno coperto le varie spese.

⁴⁶⁸ ALESSI D., BORTOLOTTI I. G., GIANCONE S., MARCHESE D., NICOTRA M., *cit.*, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/tutti-i-segreti-giuridici-degli-nft-dalla-moda-al-gaming-eccole-applicazioni/>

⁴⁶⁹ PIRRELLI M., *Gli Uffizi sdoganano il Tondo Doni in Versione NFT*, in *Il Sole 24 Ore*, 18 maggio 2021, <https://www.ilsole24ore.com/art/gli-uffizi-sdoganano-tondo-doni-versione-nft-AEuiMFK>

⁴⁷⁰ *Cosa è un DAW®*, in Cinello, <https://www.cinello.com/it/daw/>

A musei, istituzioni pubbliche, aziende e privati di tutto il mondo Cinello offre la possibilità di noleggiare uno o più DAW per organizzare eventi e mostre per scopi pubblici ed educativi, garantendo la gestione dei vari aspetti logistici e curatoriali grazie alla collaborazione con esperti del settore. Cinello consente a musei e fondazioni di richiedere la versione DAW dei capolavori al loro interno conservati, così da offrire al proprio pubblico nuove modalità di godimento del patrimonio artistico. Inoltre, in caso di momentanea inaccessibilità o spostamento del parallelo artefatto fisico, permette ai fruitori di poter disporre ugualmente del capolavoro, seppur in forma digitale. Cinello afferma che «tutti i ricavi provenienti dai DAW e dalle esposizioni sono equamente condivisi con i musei partner per garantire un nuovo flusso di entrate, senza introdurre alcun vincolo alla proprietà o ai diritti attuali»⁴⁷¹. Trasferire le immagini del patrimonio artistico italiano in formato digitale e “lucchettarle” con blockchain ed NFT potrebbe essere una delle vie più proficue per i musei per raccogliere fondi, soprattutto dopo un anno che si è dimostrato assai critico sotto questo fronte⁴⁷².

Un altro settore del mercato dell’arte nel quale la blockchain può essere vista come un utile ausilio è quello della proprietà frazionata delle opere d’arte. È noto, infatti, che l’arte rappresenti anche un’importante forma di investimento; pertanto, oltre a collezionisti, musei, mercanti d’arte e fondazioni bancarie, anche i fondi di investimento hanno cominciato a guardare all’arte con interesse⁴⁷³. Tale formula proprietaria si basa sulla scomposizione della titolarità sul bene in micro-quote tokenizzate sulla blockchain, i cui tokens sono scambiabili all’interno del portale che offre il servizio. In tale procedura, tuttavia, restano esclusi dalla circolazione sia il possesso materiale dell’opera, poiché esso resta nella custodia di uno dei titolari, sia la facoltà di godimento⁴⁷⁴. Il ricorso alla proprietà frazionata di un’opera d’arte ha la caratteristica di consentire, anche a piccoli investitori che, diversamente, non potrebbero permetterselo, di acquistare una quota di un’opera e di commercializzarla nel momento in cui necessitano di liquidità. Solitamente, il proprietario dell’opera decide di cedere delle quote per ottenere liquidità da destinare ad altri investimenti: in tal caso, egli mantiene la maggior parte delle quote di proprietà (almeno il 51%), così da rimanere l’unico

⁴⁷¹ *Ibidem*.

⁴⁷² PIRRELLI M., *cit.*, <https://www.ilsole24ore.com/art/gli-uffizi-sdoganano-tondo-doni-versione-nft-AEuiMFK>

⁴⁷³ MAGRI G., *cit.*, p. 4.

⁴⁷⁴ BUFANO E., *cit.*, p. 6.

soggetto che, di fatto, può disporre e godere concretamente dell'opera. Altre volte il bene si trova nella disponibilità del gestore della piattaforma che, dunque, ne mantiene anche la custodia⁴⁷⁵. La possibilità di acquistare una quota di un'opera d'arte implica un cambiamento radicale nell'approccio mentale di chi acquista tali beni: se chi acquista in modo tradizionale opere d'arte è mosso, indubbiamente, dalla volontà di investire in modo redditizio il proprio denaro ma, anche, dal desiderio di soddisfare un vezzo estetico o di possedere un bene unico e ammirato; l'acquisto della quota di un'opera, che non potrà mai ammirare dal vivo, non appaga il piacere estetico e solo in modo molto lato soddisfa il desiderio di possesso che muove il collezionista d'arte; il che sembra voler dire che l'arte è sempre più vista come un settore nel quale investire puramente⁴⁷⁶. Sebbene il ricorso alla proprietà frazionata di un'opera d'arte sia una pratica relativamente datata all'interno del mercato dell'arte tradizionale, l'elemento innovativo risiede ora nella blockchain, la quale viene utilizzata per attestare e garantisce in modo trasparente la provenienza dell'opera e il *pedigree* delle sue esposizioni, rendendo inoltre più facile e veloce la gestione e la compravendita dei tokens rappresentativi delle quote di proprietà. Per alcuni si tratta di una forma di democratizzazione del mercato dell'arte, dal momento che consente, anche a chi non ha grandi capitali, di possedere una porzione di opera d'arte; tuttavia, tale affermazione appare alquanto discutibile, dal momento che, almeno nella maggior parte dei casi, l'opera apparterrà sempre ad un solo proprietario, colui che ne detiene almeno il 51% delle quote. Mentre coloro che possiedono una piccola porzione di essa difficilmente potranno godere dell'opera. Questo aspetto sembra rendere la proprietà frazionata di opere d'arte poco appetibile per i collezionisti tradizionali, che difficilmente accetteranno di spendere denaro per un'opera che non potranno mai vedere appesa al muro di casa⁴⁷⁷.

Per fare un esempio BAIT, brand di *streetwear* diffuso negli Stati Uniti, ha annunciato una partnership nel settore degli NFT con l'artista Wes Lang, molto apprezzato per i suoi dipinti che rievocano la "mitologia" americana. Presso gli spazi BAIT di Los Angeles, il 28 dicembre 2021 Lang presenterà tre opere fisiche che verranno poi frazionate attraverso il sistema FAT (*Fractionalized Asset Title*) elaborato dall'azienda Project MIDAS: si tratta di particolari NFT che consentono di riconoscere e

⁴⁷⁵ *Ibidem*.

⁴⁷⁶ MAGRI G., *cit.*, p. 5.

⁴⁷⁷ *Ivi.*, p. 7.

autenticare la proprietà frazionata di una risorsa digitale o fisica. Nel caso specifico, gli acquirenti potranno comprare un FAT, ossia una percentuale dell'opera fisica (i cui prezzi variano dai \$350 ai \$900), ricevendo in compenso servizi e beni accessori (come *merchandising*, l'accesso a eventi esclusivi e ad *airdrop* di NFT mensili)⁴⁷⁸, oltre alla possibilità di accedere anticipatamente al *Wes Lang Metaverse*, attraverso il quale saranno periodicamente lanciati nuovi prodotti digitali dell'artista⁴⁷⁹. Tutto ciò ha come finalità principale la costruzione di una solida community crypto intorno all'artista. Ogni FAT rappresenta lo 0.25% dell'opera d'arte effettiva e, per ciascuna delle tre opere, verranno coniate cento FAT che rappresentano il 25% della proprietà di ciascuna. Project MIDAS, piattaforma di autenticazione di opere d'arte fisiche basata su tecnologia blockchain, che collabora con Lang nella realizzazione di tale progetto, manterrà la proprietà del restante 75% delle opere e collaborerà con l'artista per gestire il *Wes Lang Metaverse*⁴⁸⁰. I possessori dei FAT di Project MIDAS, invece, otterranno delle quote ogniqualvolta gli acquirenti dell'opera decideranno di vendere la propria percentuale.

Per concludere, benché l'applicazione nel settore arte sia solamente ad uno stadio iniziale, un altro ambito assai promettente è il *metaverse*⁴⁸¹: un insieme di spazi virtuali interconnessi che offrono nuove modalità di azione, interazione e reazione grazie al connubio tra realtà virtuale, blockchain, NFT e immersività⁴⁸². Le applicazioni pare non abbiano limiti: dal gaming alla formazione, dall'intrattenimento all'arte e al design. I principali progetti *metaverse* basati su blockchain sono Decentraland, Cryptovoxels, Somnium Space, MegaCryptoPolis e Sandbox⁴⁸³. In questi mondi di realtà virtuale decentralizzati, i giocatori possono possedere e scambiare appezzamenti di terreno

⁴⁷⁸ SIMEONE M. F., *Lo 0.25% di un'opera di Wes lang in vendita sulla blockchain, con i FAT*, in Exibart, 28 dicembre 2021, <https://www.exibart.com/mercato/lo-0-25-di-unopera-di-wes-lang-in-vendita-sulla-blockchain-con-i-fat/>

⁴⁷⁹ WES LANG F.A.T Gallery, in Project MIDAS, <https://www.projectmidas.io/>

⁴⁸⁰ SIMEONI M. F., *cit.*, <https://www.exibart.com/mercato/lo-0-25-di-unopera-di-wes-lang-in-vendita-sulla-blockchain-con-i-fat/>

⁴⁸¹ Il termine *metaverso* ("meta" significa "oltre", "verso" sta per "universo") trae le sue origini dal romanzo cyberpunk *Snow Crash* (1992) di Neal Stephenson, dove il *metaverse* è descritto come una realtà virtuale condivisa sulla rete mondiale a fibre ottiche, popolata da avatar e da agenti software che interagiscono tra loro in uno spazio tridimensionale immersivo che usa le metafore del mondo reale. Fonte: DE GASPERIS G., DI MAIO L., DI MASCIÒ T., FLORIO N., *Il Metaverso Open Source: Strumento Didattico per Facoltà Umanistiche*, 2011, p. 1.

⁴⁸² SOBACCHI M., *Tutto, ma proprio tutto, quello che dovresti sapere su metaverso NFT, blockchain, criptovalute*, in Salone del Mobile Milano, 15 dicembre 2021, <https://www.salonemilano.it/it/articoli/design/tutto-ma-proprio-tutto-quello-che-dovresti-sapere-su-metaverso-nft-blockchain>

⁴⁸³ WANG Q., LI R., WANG Q., CHEN S., *Non-Fungible Token (NFT): Overview, Evaluation, Opportunities and Challenges*, in arXiv (Cornell University), 2021, p. 12.

virtuale e oggetti digitali sottoforma di NFT (ad esempio, abbigliamento per il proprio *avatar* o arredi virtuali per gli edifici)⁴⁸⁴. La terra virtuale è associata ad un NFT, il quale può essere acquistato, scambiato o, addirittura, affittato tramite i vari marketplaces di compravendita di tokens non fungibili, primo fra tutti OpenSea. In tale appezzamento di terreno è possibile svolgere molteplici attività, tra queste spicca la costruzione di gallerie d'arte digitali in cui mostrare la propria collezione di NFT. Pertanto, se i marketplaces forniscono all'arte digitale, o digitalizzata, degli spazi di compravendita, i *metaverse* offrono ad artisti, collezionisti e galleristi la possibilità di valorizzare e comunicare al mondo la propria collezione, dal momento che rappresentano uno spazio ideale per esporre opere d'arte virtuali, oltre a consentire nuove modalità di fare comunità⁴⁸⁵. Nel *metaverse*, dunque, gli individui possono socializzare, condividere beni, lavorare e condurre business, ossia vivere virtualmente molte delle esperienze che fruiscono nella vita reale, il tutto attraverso il proprio *avatar*⁴⁸⁶. L'utilizzo di visori VR, inoltre, offre all'utente la possibilità di compiere una completa immersione in quella che può essere intesa come una vera e propria piazza sociale virtuale⁴⁸⁷.

Un esempio è la galleria d'arte *imnotArt*, inaugurata lo scorso giugno a Chicago, che si proclama la prima galleria fisica che espone opere d'arte NFT coniate su blockchain Ethereum. Se, tradizionalmente, sulle pareti delle gallerie sono esposti dipinti e stampe, in tale spazio i muri ospitano grandi schermi che mostrano le opere d'arte virtuali NFT. Scansionando il *Qr-Code* posto accanto allo schermo, che funge da alternativa al più tradizionale cartellino che accompagna le opere, il visitatore viene rimandato ad un sito web che fornisce informazioni sull'opera e sull'artista, oltre a connettere l'utente alla piattaforma di compravendita all'interno della quale si sta svolgendo l'asta che aggiudicherà al migliore offerente l'NFT. *ImnotArt* si definisce una galleria "ibrida", dal momento che vive parallelamente anche nel *metaverse* di *Cryptovoxels*⁴⁸⁸. All'interno di

⁴⁸⁴ FRANCESCHET M., *HITS hits art*, in *Blockchain: Research and Applications*, Vol. 2, 4/2021, p. 2.

⁴⁸⁵ QUARANTA D., *cit.*, p. 193.

⁴⁸⁶ BINSON B., *Metaverse and Crypto Art During the COVID-19 Pandemic*, in *Journal of Urban Culture Research*, Vol. 21, 2021, p. 2.

⁴⁸⁷ SOBACCHI M., *cit.*, <https://www.salonemilano.it/it/articoli/design/tutto-ma-proprio-tutto-quello-che-dovresti-sapere-su-metaverso-nft-blockchain>

⁴⁸⁸ *Cryptovoxels* è un mondo virtuale e *metaverse*, basato sulla blockchain di Ethereum. Al suo interno le persone si muovono, rappresentate da un proprio avatar, in una città chiamata *Origin City*, i cui appezzamenti di terreno sono in vendita. Il giocatore che li acquista (tramite portafoglio Ethereum), vi può costruire negozi di vario genere, tra cui gallerie d'arte. Tali proprietà sono dei *cryptocollectible* (tokens ERC-721) che possono essere acquistati e rivenduti tramite marketplace OpenSea. Fonte: *Cryptovoxels*, <https://www.cryptovoxels.com/about>

tale spazio di gioco online, infatti, è stata ricreata, con grafica voxel 3D, una replica esatta della galleria, al cui interno gli utenti che vi accedono possono visionare, tramite il proprio *avatar*, le opere d'arte NFT esposte nello stesso modo in cui sono presentate nel corrispettivo spazio fisico (Figura 12). La galleria di Chicago, inoltre, ha telecamere che alimentano la galleria virtuale tramite un flusso *Twitch*, perciò i visitatori che si trovano all'interno dello spazio fisico possono guardarsi su *Twitch* all'interno di una ricreazione virtuale del medesimo ambiente⁴⁸⁹. Tale galleria, concepita nel mezzo della pandemia da Covid-19 se, da un lato, nasce per rispondere alle restrizioni di viaggio imposte, consentendo alle persone di vivere le mostre d'arte in sicurezza dalla propria abitazione; dall'altro, apre a nuove opportunità di portata globale, dal momento che l'approccio a "doppia galleria" (*physical* e *digital*) ha il potenziale di riuscire ad avvicinare all'arte quella fascia della popolazione definita "nativa digitale" ma che, tipicamente, appare meno propensa a visitare le tradizionali mostre d'arte. Inoltre, consente ad utenti di ogni parte del mondo di percorrere virtualmente la galleria e di acquistare a distanza le opere d'arte NFT in essa esposte. Matthew Schapiro, cofondatore di *imnotArt* insieme a Zachary Grochocinski, in riferimento alla *mission* della loro Galleria afferma: «vogliamo davvero che sia [uno spazio] immersivo e soprattutto educativo. C'è una profonda mancanza nella comprensione di cosa può significare un NFT⁴⁹⁰».



Figura 12: La Galleria imnotArt nel metaverse. Fonte: *cointribune*⁴⁹¹.

⁴⁸⁹ HAYWARD A., *Chicago's First NFT Gallery imnotArt Lives in the Ethereum Metaverse too*, in Decrypt, 13 agosto 2021, <https://it.bitcoinethereumnews.com/technology/chicagos-first-nft-gallery-imnotart-lives-in-the-ethereum-metaverse-too/>

⁴⁹⁰ *Ibidem*.

⁴⁹¹ Fonte: <https://www.cointribune.com/en/columns/the-nft-column/chicago-nft-gallery-imnotart-launches-its-first-exhibition/>

CONCLUSIONE

Con il presente elaborato è stato possibile analizzare il potenziale innovativo dei Non-Fungible Tokens e, di conseguenza, dell'infrastruttura sottostante che ne permette il funzionamento, la blockchain. La portata trasformativa di tale tecnologia viene spesso descritta con il termine *disruptive*, proprio perché si tratta di un'innovazione che, sebbene sia in gran parte ancora da esplorare, lascia già intravedere la sua capacità di creare valore secondo modalità totalmente nuove, che hanno il potenziale di stravolgere il mercato esistente, se non addirittura di portarne alla creazione di uno nuovo. L'impatto rivoluzionario della blockchain, difatti, viene spesso paragonato a quello scatenato dal *World Wide Web* nel corso degli anni Novanta del secolo scorso. Anche allora, infatti, non sono mancati, da un lato, gli entusiasti sostenitori che pronosticavano un cambiamento epocale nell'economia, nelle relazioni sociali e nelle abitudini quotidiane delle persone; e, dall'altro, i diffidenti che invece guardavano con timore e distacco al nuovo. Sebbene non tutte le previsioni siano state azzeccate, la rivoluzione effettivamente c'è stata⁴⁹². Per le caratteristiche intrinseche che contraddistinguono la blockchain, pertanto, un numero crescente di persone la considera il fondamento del nuovo spazio di Internet, ovvero la "nuova Internet". Tale tecnologia, infatti, si sostanzia in un registro condiviso, programmabile e crittograficamente protetto, che consente di archiviare i dati in modo trasparente (il record è pubblico), decentralizzato (i contenuti sono condivisi e verificati collettivamente da tutti i nodi/partecipanti alla rete) e immutabile (i protocolli crittografici sottostanti rendono quasi impossibile raddoppiare, spendere illecitamente o eliminare le transazioni senza ottenere il controllo del 51% dei nodi della rete)⁴⁹³. Inoltre, essendo un'infrastruttura capace di velocizzare e semplificare gli scambi di valore via Internet, consentendo quel *trust* che la Rete fino ad oggi non era in grado di offrire, se non in forma centralizzata, in molti la definiscono come la nuova *Internet of Value*, una sorta di seconda fase di Internet che segna un'evoluzione o, più correttamente, un'estensione rispetto alla *Internet of People* in cui si è stati immersi fino

⁴⁹² BELLINI M., *Blockchain & Bitcoin. Come è nata, come funziona e come cambierà la vita e gli affari la tecnologia che è diventata il simbolo della rivoluzione digitale e valutaria*, Class Editori, 2018, p. 2.

⁴⁹³ O'DWYER R., *Limited edition: Producing artificial scarcity for digital art on the blockchain and its implications for the cultural industries*, in *The International Journal of Research into New Media Technologies*, Vol. 26, 4/2020, p. 878.

ad oggi. Per quanto attiene gli NFT, a riprova dello sconvolgimento che quest'ultimi stanno determinando all'interno del settore, basti osservare che nel consueto *ranking* delle cento persone più influenti del mondo dell'arte redatto da *ArtReview*, una tra le più autorevoli testate d'arte al mondo, nel 2021 per la prima volta in cima alla classifica non vi è un individuo, bensì una tecnologia: è ERC-721, lo standard per la creazione di tokens non fungibili che sta alla base della rete Ethereum⁴⁹⁴.

In riferimento alle specificità tecniche dei Non-Fungible Tokens, nel corso dei capitoli si è visto che la blockchain su cui essi si fondano non è altro che un *database*, decentralizzato e distribuito, protetto dalla crittografia, che consente di registrare in modo permanente e praticamente inviolabile ogni genere di dato o informazione di cui si voglia tenere traccia, senza dover ricorrere a figure terze *trusted* che fungano da intermediari per la convalida delle operazioni. I vari record, muniti di un *timestamp* che certifica data e ora della transazione, vengono prima verificati dai nodi della rete e poi inseriti all'interno di un blocco. Attraverso il protocollo di consenso adottato dalla blockchain, il blocco viene convalidato e poi unito cronologicamente e permanentemente alla catena di transazioni che compongono sin qui il *ledger*. All'interno della blockchain è possibile registrare transazioni aventi per oggetto sia tokens fungibili che tokens non fungibili. Difatti, sebbene tale tecnologia venga comunemente associata al Bitcoin e, più in generale, al mondo delle criptovalute, per mezzo degli *Smart Contracts* implementati da Ethereum le sue caratteristiche tecniche possono essere utilizzate per apportare cambiamenti strutturali e radicali anche ad altri ambiti. Nel mercato dell'arte, infatti, tale infrastruttura consente di tracciare le vicende creative, proprietarie e circolatorie del bene artistico secondo modalità del tutto nuove⁴⁹⁵. Ma se le criptovalute rappresentano asset *fungibili*, dal momento che ogni token è uguale ad ogni altro del suo genere ed è capace di sostituzione reciproca⁴⁹⁶; le opere d'arte sono, invece, *non fungibili*. In tal caso, infatti, si ha a che fare con un tipo speciale di token crittografico, non interscambiabile, concepito per identificare in modo univoco un dato oggetto originale, analogico o virtuale che sia.

⁴⁹⁴ RUBINO M., *cit.*, <https://forbes.it/2021/12/12/nft-in-che-modo-il-digitale-sta-trasformando-il-mercato-dell-arte/>

⁴⁹⁵ BUFANO E., *cit.*, p. 1.

⁴⁹⁶ MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T., *cit.*

Giungendo alle opportunità che offrono gli NFT, prima fra tutte si cita la possibilità di creare e garantire *scarsità digitale verificabile*. Difatti, l'“abbondanza digitale” che da sempre Internet permette, fino ad oggi sembrava rendere impossibile l'applicazione del concetto di scarsità nello spazio virtuale, dal momento che ogni atto di riproduzione e circolazione online di un'immagine, di un testo o di un qualsiasi *file*, comporta la creazione speculare di una copia perfettamente uguale e indistinguibile dell'originale. La blockchain, attraverso gli NFT, si presenta come quel mezzo capace di rendere scarsi beni d'arte che, nel regno virtuale, sono illimitatamente riproducibili e, dunque, anti-rivali. Difatti, l'originaria Blockchain Bitcoin nasce proprio con l'intento di contrastare il problema del *double spending* associato alla circolazione delle criptovalute, consistente nel rischio che un utente duplichi illecitamente un token per poterlo spendere due volte. Satoshi Nakamoto è riuscito a risolvere il problema attraverso la procedura di verifica sulla disponibilità dei fondi compiuta dai nodi in fase di avvio di una transazione, unita all'impiego della crittografia e al ricorso al consenso condiviso attraverso la *Proof-of-Work*. Pertanto, la blockchain è quell'infrastruttura che per la prima volta introduce nell'ambito digitale una forma di scarsità artificiale, impedendo la riproduzione delle criptovalute, così come di qualsiasi asset virtuale che viene fatto circolare su tale *ledger* sottoforma di token. Perciò, la registrazione su blockchain di un NFT associato ad un'opera d'arte garantisce l'*unicità* dell'artefatto digitale stesso o, la rarità, qualora l'artista opti per crearne una serie numerata (lo *Smart Contract* ne definirà l'esatto numero). Va detto, però, che con gli NFT, l'opera d'arte digitale sottostante continua ad essere illimitatamente e gratuitamente riproducibile, dal momento che qualsiasi utente che visita il marketplace all'interno del quale l'NFT viene commercializzato può scaricare sul proprio *desktop* il jpg (o altro formato) dell'opera. Tuttavia, se si osserva bene, tale dinamica non è poi così diversa da quella che caratterizza l'arte “tangibile”: difatti, se nel mondo fisico acquistare stampe e riproduzioni di opere d'arte dei Grandi Maestri non equivale a possedere l'originale, allo stesso modo, scaricare l'immagine jpg di un'opera d'arte digitale associata ad un NFT non equivale a possedere l'NFT, dal momento che solo il proprietario-acquirente di quest'ultimo potrà vantare i diritti di cui allo *Smart Contract*. Attraverso tale infrastruttura, dunque, la circolazione di opere d'arte digitali nello spazio virtuale non viene più considerata antitetica al profitto; anzi, l'artista e/o l'acquirente ora vorrà che il *file* dell'opera si diffonda nello spazio di

Internet perché ciò consentirà alla stessa di divenire virale e, parallelamente, di aumentare il proprio valore e, con esso, la fama dell'artista.

La blockchain rappresentare anche un utile mezzo per dare prova dell'*autenticità* dell'opera d'arte sottostante, soprattutto per le opere di Arte Contemporanea di recente realizzazione e/o la cui immissione nel mercato avviene per la prima volta. Sarà sufficiente che l'artista, in fase di inserimento dell'opera nel marketplace, la registri come propria sulla blockchain coniandone il rispettivo NFT: le informazioni che quest'ultimo riporterà all'interno del token equivarranno a dire che tale opera d'arte è stata firmata digitalmente dall'artista. Simultaneamente, la blockchain offre anche la possibilità di tracciare le *vicende circolatorie* e la *provenienza* di un NFT: sarà sufficiente risalire a ritroso la catena di blocchi per giungere dall'ultimo proprietario fino al primo acquirente, e da quest'ultimo all'artista che in partenza ne ha coniato il token.

I Non-Fungible Tokens, inoltre, in quanto strumenti assimilabili a certificati di *proprietà* sull'opera d'arte sottostante, permettono una maggiore efficienza nella gestione dei diritti proprietari legati all'opera d'arte. Difatti, come nell'arte tangibile, i diritti di proprietà ceduti acquistando un NFT non includono i diritti di Proprietà Intellettuale (il Diritto d'Autore nel caso di opere dell'ingegno di carattere creativo). Tuttavia, se la legge prevede che i diritti morali non possano essere in alcun modo trasferiti, i diritti patrimoniali (ossia i diritti di sfruttamento economico dell'opera) possono essere oggetto di cessione a terzi tramite contratto. Pertanto, la blockchain garantisce la registrazione trasparente e immutabile dell'oggetto di cessione⁴⁹⁷ stabilendo espressamente, nello *Smart Contract* con cui l'NFT viene trasferito, di quali diritti potrà godere l'acquirente una volta divenuto proprietario del token.

Un'ulteriore vantaggio riconosciuto all'applicazione degli NFT al mondo dell'arte consiste nella possibilità per l'autore di riscuotere automaticamente delle *royalties* per ogni utilizzo o vendita nel mercato secondario di un proprio NFT. Attraverso lo *Smart Contract* incorporato nel token, infatti, il creatore dell'opera può predeterminare la percentuale a lui spettante per ogni rivendita del token. Altre volte è il marketplace all'interno del quale quest'ultimo sceglie di compravendere l'NFT che stabilisce la percentuale a lui spettante. In ambo i casi, tale meccanismo di remunerazione degli autori fa evidente riferimento al "diritto di seguito" previsto dagli art. 144 e ss. della

⁴⁹⁷ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 50.

Legge sul Diritto d'Autore, che è tradizionalmente gestito dalla SIAE. L'uso degli NFT, pertanto, offre una gestione decentralizzata e diretta, trasparente ed efficiente del diritto di seguito, garantendone un'attuazione costante, automatica e concreta attraverso gli *Smart Contracts* e la blockchain stessa.

Ulteriori opportunità riguardano: la possibilità di associare un NFT anche ad un'opera d'arte fisica, tipicamente apponendo sul retro della stessa un *Qr-Code* univoco e sfruttando gli strumenti di genomica avanzata; ma anche la possibilità per i musei di digitalizzare i capolavori in essi conservati per reperire nuove forme di finanziamento attraverso la vendita dei corrispondenti NFT, oltre che per offrire ai visitatori nuove modalità di fruizione e nuove forme di prestito di opere d'arte tra le istituzioni. Tale tecnologia rappresenta anche un utile ausilio alla proprietà frazionata di opere d'arte. Quest'ultima è quella forma di investimento che, attraverso la tokenizzazione su blockchain di artefatti, apre ad una forma di democratizzazione nell'accesso all'arte, poiché consente anche a piccoli investitori e a persone che altrimenti non potrebbero permetterselo, di possedere una quota di un'opera d'arte, fisica o digitale che sia.

La tecnologia in questione, però, presenta anche delle criticità. Il maggiore punto debole resta quello dell'insostenibilità ambientale della *Proof-of-Work*, il meccanismo con cui molteplici blockchains, prime fra tutte le più note Bitcoin ed Ethereum, raggiungono il consenso condiviso tra i nodi che compongono il *network*. L'elevata sicurezza garantita da tale protocollo, infatti, ha come conseguenza quella di produrre tonnellate di CO₂, che contribuiscono ad impattare sul già fragile ecosistema climatico globale. Pertanto, per ovviare a tale criticità, sempre più piattaforme stanno riorientando il proprio servizio verso l'adozione di blockchains più ecosostenibili, tipicamente basate su protocolli di consenso alternativi alla *PoW*. Tra questi, la *Proof-of-Stake*, che Ethereum promette di adottare nel corso del 2022, pare essere il modello più affidabile ed efficiente sinora sviluppato, dal momento che richiede un dispendio energetico nettamente inferiore e garantisce un altrettanto robusto meccanismo di verifica e di convalida dei blocchi. Connesso a tale problema ve ne è un altro specifico della rete Ethereum che, ad oggi, è la blockchain più utilizzata per il conio di NFT. Si tratta dell'eccessiva congestione della rete stessa, che si traduce in ingenti costi di *Gas fees*, la tariffa che la rete richiede ai creatori per remunerare i *miners* che offrono la propria potenza di calcolo per validare le transazioni. Ogni transazione NFT, infatti,

risulta essere più costosa di qualsiasi altra transazione avente per oggetto il solo trasferimento di denaro, perché gli *Smart Contracts* ad essi associati implicano l'elaborazione di maggiori risorse di calcolo, richiedendo uno spazio di archiviazione superiore e, dunque, maggiori tasse di Gas. Anche in tal caso la soluzione risiede nella sostituzione dell'attuale *PoW* con un meccanismo di convalida delle transazioni più efficiente e sostenibile.

Molto discussa è anche la questione dell'immutabilità delle transazioni memorizzate sulla blockchain. Difatti, se ciò, da un lato, garantisce l'impossibilità di alterare in un secondo momento i dati in essa registrati, dall'altro, non permette all'utente in alcun modo di recedere dal contratto sottostante, né di eliminare o rettificare quelle informazioni che possono essere erratamente inserite all'interno del *ledger*. Si pensi, per esempio, al caso in cui un artista veda illecitamente attribuita una propria opera ad un altro autore; allo stato attuale delle cose, egli non potrà compiere nessuna azione per poter modificare l'errata registrazione e vedersi attribuita la paternità dell'NFT.

Un ulteriore punto debole risiede nel ricorso all'archiviazione *off-chain* di alcuni metadati che compongono un NFT. Per esempio, il *file* d'immagine associato al token, nella maggior parte dei casi non viene memorizzato all'interno della blockchain ma su un *server* web esterno, poiché il salvataggio *on-chain* richiederebbe uno spazio di archiviazione troppo elevato, nonché onerose Gas *fees*. Pertanto, il più delle volte l'NFT riporta al proprio interno solamente l'*hash* che identifica in maniera univoca il *file* ad esso associato, esistente al di fuori del *ledger*. Il rischio qui è quello di perdere il collegamento al *file off-chain*, o che quest'ultimo venga danneggiato, eliminato o utilizzato impropriamente da malintenzionati. La soluzione attualmente proposta è quella di ospitare il *file* su un sistema IPFS specializzato nell'archiviazione decentralizzata e *P2P* dei *file*. Tuttavia, anche tale sistema presenta un difetto: quando un utente carica i metadati relativi al *file* su tale rete può succedere, seppur raramente, che non vi sia alcun nodo connesso che possa memorizzare i dati e, dunque, replicarli agli altri nodi della rete, il che si tradurrebbe nella perdita dei metadati collegati all'NFT.

Inoltre, il fatto che gli NFT vengano acquistati in criptovalute, il cui andamento ad oggi risulta essere estremamente volatile, ha come conseguenza che anche il valore dell'NFT e, dunque, dell'opera d'arte associata, possa velocemente aumentare o ridursi sulla base dell'andamento della criptovaluta sottostante. Tutto ciò si traduce in una certa

resistenza all'adozione di massa degli NFT, poiché l'incertezza che contraddistingue tale mercato rende, di fatto, gli utenti meno propensi all'utilizzo di questo mezzo. Oltre a ciò, si constata che l'anonimato che le blockchains di tipo *permissionless* consentono, unito al fatto che si tratta di un campo scarsamente regolato, in cui circola un'enorme quantità di denaro sottoforma di criptovalute, comporta il rischio che la blockchain divenga un ulteriore strumento per agevolare attività illecite che già sfruttano il mercato dell'arte per ottenere i fondi necessari al finanziamento del terrorismo o per riciclare il denaro frutto di traffici illeciti. A tale proposito, però, il *ledger* può dimostrarsi un utile strumento per tracciare e combattere più efficacemente questo genere di illegalità⁴⁹⁸.

In merito ai marketplaces specializzati nella compravendita di NFT si osserva che se, da un lato, consentono di coniare, vendere e acquistare in modo semplice e veloce gli NFT, offrendo ai creatori nuovi mercati di sbocco in cui compravendere i propri lavori senza dover ricorrere alla mediazione delle tradizionali istituzioni del settore; dall'altro, introducono essi stessi una nuova forma di intermediazione. Tuttavia, va constatato che, sebbene la loro attività funga sempre più da filtro curatoriale, essa risulta essere necessaria, poiché rende accessibile ai più una tecnologia che, per quanto *disruptive*, appare difficile da comprendere e da utilizzare da parte di un'utenza non tecnica. Altrettanto discussa è la questione della presunta facilità con cui le piattaforme che compravendono NFT possono scomparire. Posto che Ethereum, la blockchain attualmente più utilizzata, ha un futuro verosimilmente assicurato, è evidente che le altre blockchains concorrenti dovranno iniziare a fornire qualche "garanzia" di sopravvivenza se vorranno conquistare ulteriori fette di mercato⁴⁹⁹. Attualmente, per ovviare a tale problema, agli utenti viene consigliato di porre particolare attenzione alla scelta del marketplace e, di conseguenza, della blockchain, all'interno del quale coniare e/o compravendere i propri NFT, le quali devono dare prova, il più possibile, di affidabilità e di solidità nel tempo.

In conclusione si può affermare che, tralasciando le opposte fazioni che, da una parte, vedono i sostenitori accaniti degli NFT definirli "un'epifania tecnologica" o "un nuovo Rinascimento" e, dall'altra, gli scettici etichettarli come "una bolla destinata a scoppiare" o "una nuova nicchia speculativa", i Non-Fungible Tokens si stanno

⁴⁹⁸ MAGRI G., *cit.*, pp. 2-4.

⁴⁹⁹ BERTI R., SPOTO F., ZUMERLE F., *cit.*, <https://www.agendadigitale.eu/documenti/nft-che-cosa-sono-come-funzionano-come-investire-sui-non-fungible-token/>

affermando come una tecnologia destinata a restare, accompagnando e implementando, ma non sostituendo, il più tradizionale mercato dell'arte. Ciononostante, sebbene lo sviluppo tecnologico proceda a passi da gigante, si constata che la riflessione scientifica in materia di NFT risulta essere ancora ad uno stadio nascente, pertanto numerose sono le migliorie che dovranno essere apportate all'infrastruttura di base e all'architettura stessa dei marketplaces nel prossimo futuro, poiché entrambe non hanno ancora raggiunto la piena maturità. Le criticità descritte pocanzi appaiono tutte migliorabili, se non addirittura risolvibili, nel medio-breve termine, dal momento che già da tempo sono oggetto di studio e riflessione da parte degli addetti ai lavori.

Le opportunità che offrono gli NFT hanno il potenziale di rivoluzionare vari aspetti, spesso ritenuti critici, di tale settore, oltre che di abbassare le barriere all'ingresso che lo contraddistinguono. Si pensi, infatti, al ruolo determinante che da sempre galleristi e case d'asta ricoprono nello stabilire il successo di una corrente artista, o l'accesso e, più spesso, l'esclusione, di un artista dal mercato. Si tratta di fattori che, per quanto ritenuti intrinseci di tale settore, rendono tale ambiente estremamente gerarchico, chiuso, di nicchia e poco trasparente, oltre che selettivo ed eccessivamente competitivo per gli artisti. Di contro, l'introduzione dei marketplaces se, da un lato, mina il carattere paritario su cui si fonda la blockchain, dall'altro, favorisce una nuova modalità di contatto e comunicazione tra artisti e acquirenti, più diretta e reale, fondata sul dialogo aperto con la community, che pare non necessitare più della mediazione dei *players* tradizionali. Va detto, però, che all'interno di tale ecosistema le suddette figure, centrali nel mondo dell'arte tradizionale, non scompaiono, semmai sono a loro volte oggetto di un ripensamento, dal momento che il loro ruolo ora subisce una sorta di decentralizzazione. Si pensi, infatti, alle molteplici piattaforme di tipo "curated" che si appoggiano a figure come curatori e/o esperti d'arte, tipicamente con un *background* consolidato nel mondo dell'arte fisico: in esse, i *players* tradizionali svolgono il ruolo di selezionare qualitativamente le opere e gli artisti da proporre nella vetrina, oltre che di costruire un percorso coerente e curato attraverso il quale presentare nel marketplace i lavori scelti. Spesso, inoltre, tale collaborazione comporta il raggiungimento da parte delle piattaforme NFT di quella fetta di collezionismo, tipicamente abituata ad acquistare l'arte solo fisicamente, che altrimenti non sarebbero in grado di raggiungere. Ma se ciò sembra sempre più indebolire la democraticità su cui si fonda l'ecosistema blockchain, a ripristinare l'equilibrio vi sono le numerose piattaforme di tipo "open" che,

di contro, non richiedono l'approvazione di alcunché genere di sguardo curatoriale per selezionare i creatori che vi possono compravendere i propri NFT.

La tecnologia blockchain, inoltre, ha il vantaggio di velocizzare e semplificare le transazioni, dal momento che il tradizionale certificato di autenticità associato alle opere d'arte "tangibili", fondamentale per la loro circolazione, viene ora direttamente coniato dall'artista stesso, saltando il ricorso all'intermediazione di figure come galleristi, mercanti d'arte e, spesso, notai e periti. Allo stesso tempo, tale tecnologia ha dato finalmente dignità ad una forma creativa svilita dalla sua riproducibilità infinita⁵⁰⁰, favorendo l'affermazione di una nuova corrente artistica: la Crypto Art. Non da meno, tale tecnologia, con la sua nascente arte crypto, vanta il primato di essere riuscita ad avvicinare all'arte e al suo mercato quella fascia della popolazione, i *Millenials* e la *Generazione Z*, tipicamente restia al contatto con tale mondo. Nel 2021, infatti, si assiste ad un cambiamento radicale di clientela: a dominare sono per la prima volta i collezionisti *Millenials* che, con ciò, danno prova del grado di maggiore coinvolgimento che tale tecnologia e la sua arte hanno reso possibile; anche se, spesso, si riscontra che le loro acquisizioni hanno come finalità principale l'investimento. Un cambiamento radicale lo si osserva anche sul fronte delle modalità con cui i crypto artists, differentemente dai consueti artisti, raggiungono il successo: difatti, osservando il percorso dei *top artists* crypto si nota che, il più delle volte, sono personalità sconosciute al mondo dell'arte tradizionale, dal momento che nel loro *curriculum* non vantano alcuna mostra istituzionale o passaggio attraverso gallerie e case d'asta del mondo fisico. Pertanto, questi artisti non risultano legittimati dal classico mondo dell'arte ma, piuttosto, si sono autodeterminati, agendo all'interno di uno spazio nuovo che offre loro la possibilità di finanziare i propri lavori senza dover ricorrere ai rituali, lunghi e spesso accidentali, percorsi di legittimazione⁵⁰¹. Inoltre, si osserva che spesso, in questo nuovo ecosistema, sono gli stessi crypto artists che, in prima persona, ne codificano le "regole" di funzionamento.

La facoltà di dotare un'opera d'arte, digitale o fisica che sia, di un certificato digitale all'interno del quale registrare tutti i dati relativi all'autore, alla data e al luogo di creazione, al prezzo di vendita/aggiudicazione e alle modalità attraverso il quale è stato venduto; oltre alla possibilità per l'autore, così come per qualsiasi persona interessata,

⁵⁰⁰ *Ibidem*.

⁵⁰¹ QUARANTA D., *cit.*, p. 232.

di tracciare il susseguirsi di proprietari che nel tempo entrano in possesso dell'opera, e di disporre di uno storico dei prezzi di aggiudicazione dello stesso bene nel tempo, sono fattori di assoluta novità per tale settore che hanno il potenziale di renderne più trasparente, liquido e dinamico il mercato. Difatti, il mercato dell'arte tradizionale notoriamente si contraddistingue per la presenza di molteplici asimmetrie informative, soprattutto per quanto attiene la poca trasparenza dei prezzi. Sebbene ciò venga considerata una caratteristica intrinseca del settore, di fatto, va a rafforzare il ruolo dell'ecosistema nel determinare il successo o, più spesso, il fallimento di un artista⁵⁰². Pertanto, la piena trasparenza dei dati sulle vendite nel contesto crypto, nel prossimo futuro potrebbe offrire l'occasione per dotare il mercato dell'arte di servizi basati su questi dati, per loro natura pubblici e trasparenti, come valutazioni degli artisti fondate sui loro valori di vendita e previsioni accurate dei prezzi delle opere; si tratta di servizi che potrebbero portare ad un cambiamento nella meccanica del mercato dell'arte tradizionale e, soprattutto, ad una partecipazione più ampia allo stesso⁵⁰³.

Inoltre, la possibilità di incorporare nel certificato digitale dei programmi informatici che consentono ai diritti convenuti di autoeseguirsi al determinarsi delle condizioni prestabilite, permette di tutelare più efficacemente il rispetto della Proprietà Intellettuale degli autori, oltre a favorire una gestione automatica e costante nel tempo del diritto di seguito spettante per legge agli artisti, che oggi la burocrazia pare rendere sempre più difficile da assicurare.

Infine, a fronte di coloro che si domandano: che utilizzo può fare un acquirente di un'opera d'arte digitale NFT? La risposta è stata prontamente fornita dal *metaverse*. Difatti, se il virtuale è sempre più parte attiva e tangibile della vita quotidiana delle persone, appare plausibile che molteplici delle attività che le persone svolgono nella propria vita reale possano essere traslate anche nel mondo virtuale. Il *metaverse* si presenta come quello spazio virtuale decentralizzato che fonde insieme blockchain, NFT e immersività. Per mezzo di un *avatar*, le persone possono in esso acquistare, vendere e affittare appezzamenti di terreno sottoforma di NFT, e condurvi molteplici attività. Tra queste spiccano i progetti basati sulla costruzione di gallerie d'arte digitali. Pertanto, tale spazio offre nuove modalità di esposizione, fruizione e vendita dell'arte NFT: qui,

⁵⁰² FRANCESCHET M., COLAVIZZA G., BRAIDOTTI C., *cit.*, <https://www.singola.net/arti/blockchain-art-le-nuove-frontiere-dell-arte>

⁵⁰³ *Ibidem*.

collezionisti ed appassionati possono mostrare la propria collezione, mentre musei e gallerie possono acquistare *lands* all'interno delle quali costruire la propria versione digitale del corrispettivo spazio espositivo fisico. Il *metaverse*, perciò, apre nuove opportunità anche a gallerie e musei tradizionali, dal momento che accanto alla loro consueta attività nello spazio fisico, possono associare una speculare attività nell'universo virtuale. Tra i maggiori vantaggi vi sono la possibilità di raggiungere un nuovo bacino di utenza, potenzialmente di portata globale, nonché quello di offrire agli utenti nuove modalità di acquisto e di fruizione dell'arte digitale. La trasposizione di gallerie e musei all'interno del *metaverse* appare, dunque, la naturale conseguenza del processo di digitalizzazione già in corso da anni che, con le novità introdotte dalla "catena di blocchi", apre ad un mondo di possibilità per la maggiore ancora inesplorate. A fronte di tutto ciò, quello che colpisce è la velocità con cui la blockchain, in tutte le sue derivazioni e adozioni, sta letteralmente travolgendo processi, negozi, usi e costumi del web che si era appena imparato a conoscere e, non senza fatica, a regolare⁵⁰⁴. La blockchain, in quanto strumento in grado di autenticare e rendere unica qualsiasi informazione in essa registrata, va concepita come quella tecnologia di base che consente applicazioni potenzialmente infinite in molteplici ambiti, culturali, economici e sociali. Ad oggi, infatti, si è soltanto ad una fase iniziale di adozione di tale tecnologia. Ma se le basi per lo sviluppo di nuovi allettanti progetti sono state gettate, ciò che appare sempre più imprescindibile è l'attuazione di una compiuta regolamentazione nazionale e, data la portata globale del fenomeno, internazionale, che presidi le nuove frontiere tecnologiche introdotte dalla blockchain e dai sottesi Non-Fungible Tokens, poiché l'assenza di un *framework* normativo corre il rischio di trasformare le odierne lacune in concrete minacce per lo sviluppo, quanto più auspicabile, dello stesso ecosistema NFT.

⁵⁰⁴ ANNUNZIATA F., CONSO A., *cit.*, p. 16.

Bibliografia

- AGOSTINO D., ARNABOLDI M., & DIAZ LEMA M. (2020). New development: COVID-19 as an accelerator of digital transformation in public service delivery. *Public Money & Management, Vol. 41(1)*.
- ANNUNZIATA F., CONSO A., BORSA P., BRACCIONI P., CAROZZI M., DI GIORGIO A., . . . SERI L. M. (2021). *NFT. L'arte e il suo doppio. Non fungible token: l'importanza delle regole*. Milano: Montabone Editore.
- ARVIDSSON A., & DELFANTI A. (2016). *Introduzione ai media digitali*. Bologna: Il Mulino.
- BALZOLA A., & ROSA P. (2019). *L'arte fuori di sé. Un manifesto per l'età post-tecnologica*. Milano: Feltrinelli .
- BASILE A. (2019). *Blockchain. La nuova rivoluzione industriale*. Palermo: D. Flaccovio.
- BELL D. (1973). *The coming of the Post-industrial Society*. New York: Basic.
- BELLINI M. (2018). *Blockchain & Bitcoin. Come è nata, come funziona e come cambierà la vita e gli affari la tecnologia che è diventata il simbolo della rivoluzione digitale e valutaria*. Milano: Class Editori.
- BELTRATTI A., & SINISCALCO D. (1991). Collezionisti, Investitori, Speculatori: la determinazione dei prezzi sul mercato dell'arte. *Giornali degli Economisti e Annali di Economia, 50(1/2)*, 51-69.
- BENHAMOUS F. (2009). *L'economia della cultura*. Bologna: Il Mulino.
- BINSON B. (2021). Metaverse and Crypto Art During the COVID-19 Pandemic. *Journal of Urban Culture Research, Vol. 21*.
- BUFANO E. (2021). Blockchain e mercato delle opere di interesse artistico: piattaforme, nuovi beni e vecchie regole. *Aedon, Rivista di arte e diritto on line(2)*.
- CAPACCIOLI S. (2015). *Criptovalute e bitcoin: un'analisi giuridica*. Milano: Giuffrè.
- CAPONERA A., & GOLA C. (2019). Questioni di Economia e Finanza. Aspetti economici e regolamentati delle «cripto-attività». (484). Banca d'Italia Eurosystema.
- CARCI G., CAFORIO A., & GAMPER C. (2019). Digital technologies and museums: augmented reality, learning and audience development. *Formare - Open Journal per la formazione in rete, Vol. 19(1)*.
- CARPENTIERI P. (2020). Digitalizzazione, banche dati digitali e valorizzazione dei beni culturali. *Aedon(3)*.
- CHIAP G., RANALLI J., & BIANCHI R. (2019). *Blockchain: tecnologia e applicazioni per il business*. Milano: Hoepli.

- CONCAS A. (2021). *Crypto arte. Tutto quello che devi sapere su NFT, Blockchain e arte digitale*. Piemme.
- CUESTA VALERA S., FERNANDEZ VALDES P., & MUÑOZ VIÑAS S. (2021). NFT y arte digital: nuevas posibilidades para el consumo, la difusión y preservación de obras de arte contemporáneo. *Artnodes (Revista de arte, ciencia y tecnología)*(28).
- DE COLLIBUS F., & MAURO R. (2016). *Hacking Finance: la rivoluzione del bitcoin e della blockchain*. Milano: Agenzia X.
- DE GASPERIS G., DI MAIO L., DI MASCIIO T., & FLORIO N. (2011). Il Metaverso Open Source: Strumento Didattico per Facoltà Umanistiche.
- DRUCKER P. (1957). *Landmarks of Tomorrow: a Report on the New "Post-modern" World*. New York: Harper.
- DWORK C., & NAOR M. (1992). Pricing via Processing or Combatting Junk Mail. *Springer Verlag*.
- FERRI P., & MORIGGI S. (2018). *A scuola con le tecnologie. Manuale di didattica digitalmente aumentata*. Milano: Mondadori Università.
- FISSI G., GORI E., ROMOLINI A., & CONTRI M. (2019). Stakeholder engagement: verso un utilizzo dei Social Media nei musei italiani? *Management Control, Vol. 1*.
- FIZ A. (1995). *Investire in Arte Contemporanea*. Milano: Franco Angeli Editore.
- FRANCESCHET M. (2021). HITS hits art. *Blockchain: Research and Applications, Vol. 2*(4).
- FRANCESCHET M., COLAVIZZA G., SMITH T., FINUCANE B., OSTACHOWSKI M. L., SCALET S., . . . HERNANDEZ S. (2021). Crypto Art: A Decentralized View. *Leonardo, 54*(4).
- FRANCO P. (2014). *Understanding Bitcoin: Cryptography, Engineering and Economics*. Chichester: John Wiley & Sons Inc.
- FRIGERIO C., RAJOLA F., & CARIGNANI A. (2010). *ICT e società dell'informazione*. Milano: McGraw-Hill Education.
- GARAVAGLIA R., (2018). *Tutto su blockchain. Capire la tecnologia e le nuove opportunità*. Milano: Hoepli.
- GARCIA V., & MILANI C. (2017). Cryptogenealogia. Primo frammento per una genealogia della crittografia (dai Cypherpunks a Wikileaks). *Mondo Digitale*.
- GRASSI R. (2010). Il Capitale Culturale. Studies on the Value of Cultural Heritage. *Journal of the Department of Cultural Heritage, Vol. 1*.
- HAWK B., RIEDER D. M., & OVIEDO O. (2008). *Culture and Digital Tools*. Minneapolis and London: University of Minnesota Press.

- HOOPER-GREENHILL E. (1994). *Museum and their visitors*. London and New York: Routledge.
- JARACH G., & POJAGHI A. (2019). *Manuale del diritto d'autore*. Milano: Ugo Mursia Editore.
- LIM V., KHAN S., & PICINALI L. (2021). Towards a More Accessible Cultural Heritage: Challenges and Opportunities in Contextualisation Using 3D Sound Narratives. *Vol. 11(8)*.
- LIMONE G. (2005). *Dal giusnaturalismo al giuspersonalismo. Alla frontiera geoculturale della persona come bene comune*. Napoli: Graf Editore.
- MAGGI L., BOSSIO S., FLORA M., & GIORDANO M. T. (2021). *Guida pratica agli NFT. Arte & Diritto al tempo dei Non Fungible Token*. Milano: 42 Law Firm srl Società tra avvocati.
- MAGRI G. (2019). La Blockchain può rendere più sicuro il mercato dell'arte? *Aedon, Rivista di arti e diritto on line(2)*.
- MCANDREW C. (2010). *Fine Art and Hgh Finance*. New York: Bloomberg Press.
- MCANDREW C. (2020). *The Impact of Covid-19 on the Gallery Sector*. Art Basel & UBS.
- MENEGUZZO M. (2012). *Breve storia della globalizzazione in arte (e delle sue conseguenze)*. Milano: Johan & Levi.
- MEOTTO U. M. (2018). Bitcoin, altre Criptovalute e tecnologia blockchain. *AIRinforma, Vol. 7*.
- MESCHINI A. (2011). Digital technology in the communication of Cultural Heritage. State of the art and potential development. *Disegnare Con, Vol. 4*.
- NADINI M., ALESSANDRETTI L., DI GIACINTO F., MARTINO M., AIELLO L. M., & BARONCHELLI A. (2021). Mapping the NFT revolution: market trends, trade networks, and visual features. *Scientific Reports(20902)*.
- NIFOSI' G. (2010). *Arte in primo piano. Guida agli autori e alle opere*. Roma-Bari: Laterza.
- O'DWYER R. (2020). Limited edition: Producing artificial scarcity for digital art on the blockchain and its implications for the cultural industries. *The International Journal of Research into New media technologies, Vol. 26(4)*.
- OCSE. (2003). Seizing the Benefits of ICT in a Digital Economy. *OECD Digital Economy Papers, Vol. 72*.
- PACAGNELLA L. (2000). Il potere dei codici: crittografia, cypherpunk e movimenti sociali. *Quaderni di Sociologia, Vol. 23*.
- PACAGNELLA L. (2010). La conoscenza come bene pubblico nella società dell'informazione. *IRIS, Vol. 4*.

- PAOLINI P., DI BLAS N., & ALONZO F. (2005). ICT per i beni culturali: esempi di applicazione. *Mondo Digitale, Vol. 4.7(3)*.
- PARISIO L. (1999). *Meccanismi d'asta*. Roma: Carocci Editore.
- PIETRANGELO M. (2007). *La società dell'informazione tra realtà e norma*. Milano: Giuffrè.
- POLI F. (2011). *Il sistema dell'arte contemporanea: produzione artistica, mercato, musei*. Roma-Bari: Laterza.
- POPPER K R. (2012). *I tre mondi. Corpi, opinioni e oggetti del pensiero*. Bologna: Il Mulino.
- QUARANTA D. (2021). *Surfing con Satoshi. Arte, blockchain e NFT*. Milano: Postmedia Books.
- RIFKIN J. (2001). *L'era dell'accesso: la rivoluzione della new economy*. (P. Canton, Trad.) Milano: Oscar Mondadori.
- RIVOLTELLA P. C., & ROSSI P. G. (2019). *Tecnologie per l'educazione*. Milano: Pearson.
- RYAN J. (2011). *Storia di Internet e il futuro digitale*. (P. Pace, Trad.) Torino: Einaudi.
- SANCASSANI S., BRAMBILLA F., CASIRAGHI D., & MARENGHI P. (2019). *Progettare l'innovazione didattica*. Milano: Pearson.
- SANTILLI R. (A cura di). (2019). *Il movimento Cypherpunk: le origini delle criptovalute. Ius in Itinere*.
- SCELSI R. (A cura di). (1990). *Cyberpunk. Antologia di testi politici*. Milano: ShaKe.
- SCHNEIDER C., CROCI A., DONATO A., & VALACICH J. (2011). *ICT, sistemi informativi e mercati digitali*. Milano: Pearson Italia.
- SOLIMA L., & MINGUZZI A. (2015). Innovare il rapporto tra musei, visitatori ed utenti attraverso le relazioni digitali. *Economia e diritto del terziario, Vol.1*.
- THOMPSON D. (2009). *Lo squalo da 12 milioni di dollari*. Milano: Mondadori.
- THORNTON S., & SCAFI R. (2009). *Il giro del mondo dell'arte in sette giorni*. (SCAFI R., Trad.) Milano: Feltrinelli.
- UZELAC A., & CVJETICANIN B. (2008). *Digital Culture: The Changing Dynamics*. Zagreb: Institute for International Relations.
- VERGINE S., & BORTOLOTTI A. (2021). Blockchain, il futuro in blocchi. *Economia Comportamentale*.
- WANG Q., LI R., WANG Q., & CHEN S. (2021). Non-Fungible Token (NFT): Overview, Evaluation, Opportunities and Challenges. *arXiv (Cornell University)*.

- WILSON K., KARG A., & GHADERI H. (2021). Prospecting non-fungible tokens in the digital economy: Stakeholders and ecosystem, risk and opportunity . *Business Horizons (Journal Pre-proof)*.
- ZOLLO L., RIALTI R., MARRUCCI A., & CIAPPEI C. (2021). How do museums foster loyalty in tech-savvy visitors? The role of social media and digital experience. *Current Issues in Tourism*.
- ZORLONI A. (2021). *Il mercato dell'arte. Guida pratica per consulenti finanziari e private banker*. Milano: FrancoAngeli.

Sitografia

- Activism.net, <https://www.activism.net/>, ultima consultazione 05/12/2021
- Agenda Digitale, <https://www.agendadigitale.eu/>, ultima consultazione 16/01/2022
- AIRInforma, <https://informa.airicerca.org/it/>, ultima consultazione 09/12/2021
- Altalex, <https://www.altalex.com/>, ultima consultazione 17/01/2022
- Altervista, <https://it.altervista.org/>, ultima consultazione 25/11/2021
- Ansa, <https://www.ansa.it/>, ultima consultazione 24/11/2021
- Ar Market, <https://www.arealitymarket.com/>, ultima consultazione 29/11/2021
- Art Basel, <https://www.artbasel.com/>, ultima consultazione 28/11/2021
- Artforum, <https://www.artforum.com/>, ultima consultazione 07/01/2022
- ARTnews, <https://www.artnews.com/>, ultima consultazione 06/02/2022
- Artnet News, <https://news.artnet.com/>, ultima consultazione 20/01/2022
- Artprice, <https://it.artprice.com/>, ultima consultazione 03/01/2022
- Artribune, <https://www.artribune.com/>, ultima consultazione 01/01/2021
- Axa XL, <https://axaxl.com/it>, ultima consultazione 25/11/2021
- Banca D'Italia, <https://www.bancaditalia.it/>, ultima consultazione 13/12/2021
- Binance Academy, <https://academy.binance.com/>, ultima consultazione 06/12/2021
- Bitcoin in Action, <https://bitcoin-in-action.medium.com/>, ultima consultazione 06/12/2021

- Bitcoin Magazine, <https://bitcoinmagazine.com/>, ultima consultazione 06/12/2021
- Blockchain4Innovation, <https://www.blockchain4innovation.it/>, ultima consultazione 04/12/2021
- Chainalysis, <https://www.chainalysis.com/>, ultima consultazione 17/01/2022
- Cinello, <https://www.cinello.com/it/>, ultima consultazione 22/01/2022
- CNN Business, <https://edition.cnn.com/business>, ultima consultazione 16/01/2022
- Cocuzza & Associati Studio Legale, <https://www.cocuzzaeassociati.it/>, ultima consultazione 10/01/2022
- CoinMarketCap, <https://coinmarketcap.com/it/>, ultima consultazione 11/12/2021
- Cointribune, <https://www.cointribune.com/en/>, ultima consultazione 16/02/2022
- Core, <https://core.ac.uk/>, ultima consultazione 22/10/2021
- Cryptokitties, <https://www.cryptokitties.co/>, ultima consultazione 08/02/2022
- Criptoaluta.it, <https://www.criptoaluta.it/>, ultima consultazione 12/12/2021
- Cryptovoxels, <https://www.cryptovoxels.com/>, ultima consultazione 23/01/2022
- Data Reportal, <https://datareportal.com/>, ultima consultazione 23/10/2021
- Decrypt, <https://decrypt.co/>, ultima consultazione 23/01/2022
- Deloitte, <https://www2.deloitte.com/it/it.html>, ultima consultazione 28/11/2021
- David Chaum, <https://www.chaum.com/>, ultima consultazione 06/12/2021
- Diritto.net, <https://www.diritto.net/>, ultima consultazione 18/12/2021
- Ethereum Foundation, <https://ethereum.org/en/>, ultima consultazione 11/12/2021
- Etica Economia, <https://www.eticaeconomia.it/>, ultima consultazione 18/11/2021
- Exibart, <https://www.exibart.com/>, ultima consultazione 28/01/2022
- Fabio Primerano's Blog, <https://www.fabioprimerano.com/>, ultima consultazione 01/01/2022
- Fondazione Symbola, <https://www.symbola.net/>, ultima consultazione 24/11/2021
- Forbes, <https://forbes.it/>, ultima consultazione 19/01/2022
- Foundation, <https://foundation.app/>, ultima consultazione 18/01/2022
- Garzanti Linguistica, <https://www.garzantilinguistica.it/>, ultima consultazione 01/01/2022
- GitHub, <https://github.com/>, ultima consultazione 11/12/2021
- Heni, <https://www.heni.com/>, ultima consultazione 16/02/2022
- Hyperallergic, <https://hyperallergic.com/>, ultima consultazione 18/01/2022

- Ibicocca (Università degli Studi di Milano Bicocca), <https://ibicocca.unimib.it/>, ultima consultazione 16/01/2022
- Icom, <https://www.icom-italia.org/>, ultima consultazione 26/11/2021
- Ihodl, <https://it.ihodl.com/>, ultima consultazione 07/12/2021
- Il Giornale dell'Arte, <https://www.ilgiornaledellarte.com/>, ultima consultazione 22/01/2022
- Il Post, <https://www.ilpost.it/>, ultima consultazione 20/01/2022
- Il Sole 24 Ore, <https://www.ilsole24ore.com/>, ultima consultazione 22/01/2022
- Il Tascabile, <https://www.iltascabile.com/>, ultima consultazione 07/12/2021
- IRIS Università degli Studi di Torino, <https://iris.unito.it/>, ultima consultazione 20/11/2021
- Istat, <https://www.istat.it/>, ultima consultazione 28/11/2021
- Istituto Tecnico Statale Aterno-Manthone, <https://www.manthone.edu.it/>, ultima consultazione 23/10/2021
- Ivo Avidhold, <https://ivoavidhold.com/>, ultima consultazione 11/12/2021
- YouTube, <https://www.youtube.com/>, ultima consultazione 09/12/2021
- Martin Lukas Ostachowski, <https://ostachowski.com/>, ultima consultazione 19/01/2022
- Medium, <https://medium.com/>, ultima consultazione 17/01/2022
- Ministero dello sviluppo economico, <https://uibm.mise.gov.it/index.php/it/>, ultima consultazione 22/11/2021
- Mondo Digitale (AICA), <http://mondodigitale.aicanet.net/>, ultima consultazione 06/12/2021
- Network Digital 360, <https://www.networkdigital360.it/>, ultima consultazione 16/01/2022
- Nifty Gateway, <https://niftygateway.com/>, ultima consultazione 07/02/2022
- Non Fungible, <https://nonfungible.com/>, ultima consultazione 02/01/2022
- OECD Digital Economy Papers, <https://www.oecd-ilibrary.org/>, ultima consultazione 20/11/2021
- One37pm, <https://www.one37pm.com/>, ultima consultazione 10/01/2022
- OpenSea, <https://opensea.io/>, ultima consultazione 18/01/2022
- Osservatori.net digital innovation (Politecnico di Milano), <https://blog.osservatori.net/it>, ultima consultazione 21/12/2021

- Pec, <https://www.pec.it/>, ultima consultazione 06/11/2021
- Phillips, <https://www.phillips.com/>, ultima consultazione 24/01/2022
- Population Pyramid, <https://www.populationpyramid.net/>, ultima consultazione 24/10/2021
- PortalCrypt, <https://portalcripto.com.br/it/>, ultima consultazione 01/01/2022
- Posizionamento Seo, <https://www.posizionamento-seo.com/>, ultima consultazione 24/10/2021
- Project MIDAS, <https://www.projectmidas.io/>, ultima consultazione 24/01/2022
- Psb Privacy e Sicurezza, <https://www.psbprivacyesicurezza.it/>, ultima consultazione 29/11/2021
- Rarible, <https://rarible.com/>, ultima consultazione 18/01/2022
- Salone del Mobile Milano, <https://www.salonemilano.it/it>, ultima consultazione 23/01/2022
- Satoshi Nakamoto Institute, <https://nakamotoinstitute.org/>, ultima consultazione 06/12/2021
- Senato della Repubblica, <https://www.senato.it/home>, ultima consultazione 22/11/2021
- SIAE, <https://www.siae.it/it>, ultima consultazione 08/01/2022
- Singola, <https://www.singola.net/>, ultima consultazione 20/01/2022
- Sissco, <https://www.sissco.it/>, ultima consultazione 23/10/2021
- Smartars, <https://www.smartars.eu/>, ultima consultazione 22/01/2022
- SOAS University of London, <https://www.soas.ac.uk/>, ultima consultazione 01/11/2021
- Starting Finance, <https://www.startingfinance.com/>, ultima consultazione 06/12/2021
- Storia di Internet, <https://storiadiinternet.wordpress.com/>, ultima consultazione 23/10/2021
- SuperRare, <https://superrare.com/>, ultima consultazione 18/01/2022
- Tech Princess, <https://techprincess.it/>, ultima consultazione 17/10/2021
- The Art Newspaper, <https://www.theartnewspaper.com/>, ultima consultazione 09/01/2022
- The Cryptonomist, <https://cryptonomist.ch/>, ultima consultazione 11/01/2022

- The Mail Archive, <https://www.mail-archive.com/>, ultima consultazione 05/12/2021
- Thpanorama, <https://it.thpanorama.com/>, ultima consultazione 01/11/2021
- Tom's Hardware, <https://www.tomshw.it/>, ultima consultazione 12/12/2021
- Treccani, <https://www.treccani.it/> ultima consultazione 01/11/2021
- Treccani Accademia, <https://treccaniaccademia.it/>, ultima consultazione 29/12/2021
- Turbo News, <https://www.turbonews.it/>, ultima consultazione 21/12/2021
- Università degli Studi di Padova, <https://www.unipd.it/>, ultima consultazione 18/10/2021
- Università degli Studi di Palermo, <https://www.unipa.it/>, ultima consultazione 25/11/2021
- Visa, <https://www.visaitalia.com/>, ultima consultazione 05/01/2021
- Vita Magazine, <http://www.vita.it/it/>, ultima consultazione 24/11/2021
- Wei Dai, <http://www.weidai.com/>, ultima consultazione 06/12/2021
- Wired, <https://www.wired.it/>, ultima consultazione 09/01/2022

