

La documentazione per una conservazione “sostenibile”: come il digitale può integrare il lavoro dei restauratori.

L’APPROCCIO DIGITALE NELLA CONTEMPORANEITA’

I beni culturali sono spesso definiti i giacimenti inesauribili da cui l’Italia attinge. I cittadini che ogni giorno vivono il nostro patrimonio gli assegnano un significato collettivo e personale, caratterizzandolo di valori che si creano e si rigenerano nel tempo¹. Nella convinzione che questi valori siano la personalità e la qualità di una cittadinanza evoluta e contemporanea, la conservazione dei beni culturali è necessariamente argomento che interessa tutti, esperti e non. Il grande tema della salvaguardia del patrimonio diventa così argomento dell’intera società, che deve quotidianamente essere informata sul suo stato di salute, in un’ottica di partecipazione culturale e sociale a più livelli.

“Sharing is caring” è uno slogan largamente impiegato nella società civile di oggi, che vuole trasmettere un impegno importante che facilmente si adatta al contesto che stiamo raccontando: solo attraverso una costante informazione a supporto di una politica partecipativa sarà possibile parlare di senso di appartenenza al nostro patrimonio, suscitando attenzione e interesse per la sua salvaguardia. In questo senso, è molto importante citare la Convenzione di Faro² siglata nel 2005, che è uno dei primi documenti che ha messo al centro del dibattito la necessità di condividere e promuovere un’idea di partecipazione culturale sempre più attiva.

Seguendo questa logica, uno degli obiettivi dello staff che lavora al servizio dei beni culturali - i cosiddetti “addetti ai lavori” - è quello di tutelare il patrimonio attraverso una continua sensibilizzazione indiretta, possibile soprattutto grazie alla documentazione approfondita delle opere diffuse sul territorio.

¹ *Heritage and beyond*, Council of Europe Publishing, 2009.

² La Convenzione di Faro è un testo rivoluzionario che ha rinnovato radicalmente il concetto europeo di eredità culturale. La Convenzione riconosce il diritto all’eredità culturale parallelamente al diritto a partecipare alla vita culturale, rinforzando così un concetto già espresso dalla Dichiarazione universale dei diritti dell’uomo. La sua struttura è suddivisa in cinque parti, che definiscono le basi della cooperazione in una nuova ottica di partecipazione culturale a più livelli.

Documentare in questo caso non significa solo organizzare le informazioni raccolte durante un intervento di restauro. Occorre sviluppare un approccio al tema di più ampio raggio, pensando alla fase della documentazione come ad un momento parallelo a ricerche e interventi, utile sia all'organizzazione dei dati raccolti durante l'analisi dello stato conservativo e all'evolversi dell'intervento, sia come mezzo di comunicazione dei risultati ottenuti.

Questo approccio muove i primi passi a partire da un nuovo modo di intendere il ruolo del restauratore nella società contemporanea, non solo impegnato alla buona riuscita delle sue ricerche e del suo lavoro pratico, ma interessato anche al processo di comunicazione, inteso come trasferimento delle conoscenze specifiche ad un pubblico sempre più allargato³. Come ha già scritto Rita Macedo, "il restauro non è più un campo ristretto, per specialisti ed esperti"⁴; all'interno di questo ampio processo - anche sociale - collaborano e si confrontano a più livelli diverse figure. Per questo motivo è molto importante progettare e saper gestire uno strumento documentativo di facile accessibilità che segua e controlli l'evolversi del processo.

Da un certo punto di vista, coinvolgere la cittadinanza in processi di recupero significa concretamente riattivare il valore culturale di un bene danneggiato⁵. D'altra parte, il compito del restauratore è sempre stato quello di rendere nuovamente fruibili oggetti non più accessibili. Oggi gli si chiede di entrare a far parte del processo utilizzando anche un binario parallelo all'intervento che apre virtualmente la porta del laboratorio o del cantiere e permette di osservare il lavoro in diretta.

"[...] ICTs are a fundamental tool enabling the pooling of knowledge and experience and facilitating co-operation between the various players, in particular through dissemination of good practices."⁶ Nel contesto descritto, le nuove tecnologie possono fornire un grande supporto, essendo per loro natura integrabili, espandibili, continuamente aggiornabili.

³ S. Munos Vinas, *Contemporary Theory of Conservation*, London: Routledge, 2005.

⁴ (a cura di) P. Martore, *Tra memoria e oblio*. Roma: i Timoni, 2014. p.52.

⁵ A. Chiapparini, V. Pracchi, *Il restauro e i possibili modi per "comunicare" il patrimonio culturale*. In *Il capitale culturale*, vol. VIII, 2013. ISSN 2039-2362. pp. 137-155.

⁶ C. Ledig, *Integration of information technology in the daily practice of the cultural heritage professions – Articles 13, 14 and 17 of the Faro Convention*. In *Heritage and beyond*, Council of Europe Publishing, 2009. p.169.

La *digital revolution* in cui siamo immersi ormai da qualche decennio, sta alimentando un cambiamento nell'approccio allo studio e alla fruizione del patrimonio, come già dichiarato poco sopra, e sta abilitando l'intera sfera dei beni culturali all'utilizzo di nuove tecnologie. Il digitale come nuovo *medium* ha cambiato il modo di pensare e di progettare il futuro; è forse per via dell'interazione tra i beni culturali e il *medium* digitale che si sono sviluppate nuove necessità comunicative e di apertura ai diversi processi operativi che sembravano solo in parte coinvolgere questo settore.

Oggi ai ricercatori e agli studiosi viene richiesta la condivisione dei dati, l'accessibilità alle informazioni raccolte e la possibilità di utilizzarle, rielaborarle, revisionarle in modo aperto. Quello che sta succedendo in generale nel mondo della ricerca, è riscontrabile anche in quello dei beni culturali. I molti progetti di innovazione nel campo del patrimonio finanziati e supportati politicamente da istituzioni europee riportano parole chiave comuni, come *open heritage, shared data, accessibility*.

Chi lavora al servizio del patrimonio culturale deve tenere in considerazione le istanze della contemporaneità, che richiede una digitalizzazione delle informazioni per una più facile accessibilità, una costruzione di un *network* di dati e professionisti pronto ad attivarsi per raggiungere in modo capillare più persone possibili, con più mezzi possibili. I motivi di queste richieste sono diversi, come per esempio l'affermarsi di una società dell'informazione – come descritta sopra - che vuole essere sempre più partecipe della conoscenza. Digitalizzare le informazioni significa strutturare un nuovo percorso di inserimento dei dati che non sia semplicemente la loro informatizzazione, ma che crei delle interconnessioni e nuove opportunità di fruizione.

Il mondo della conservazione deve integrare alle sue pratiche scientificamente consolidate l'approccio digitale, che prevede la progettazione di nuovi percorsi supportati dall'uso di nuovi strumenti. L'obiettivo ultimo si auspica sia la definizione di un modello documentale digitale che possa contenere al suo interno informazioni tecniche specifiche e dal quale partire per elaborare una comunicazione diretta e di immediata lettura. Il processo di restauro adempie così al suo scopo originale, di ri-accessibilità dell'arte e democratizzazione dei messaggi in essa contenuti.

I CANTIERI APERTI COME OCCASIONE PER COMUNICARE IL LAVORO DEL RESTAURATORE

Il grande entusiasmo che raccolgono le occasioni in cui il lavoro del restauratore viene messo in mostra dichiara l'interesse per la disciplina e per il risultato che il restauro vuole e deve ottenere. Torniamo ancora una volta all'importanza che gioca il coinvolgimento, che stimola in maniera pratica l'attenzione di tutti e suscita curiosità di fronte a ciò che non si conosce e interesse per una materia non sempre conosciuta e a volte dimenticata. Quando all'interno di un museo capita di visitare un laboratorio aperto, immediatamente si apre uno scenario inaspettato. Gli interventi di restauro e quelli conservativi sono spesso invisibili agli occhi dei più, poiché spariscono in favore dell'unicità della materia artistica. Possiamo però provare a ribaltare il punto di vista e intendere i processi conservativi come patrimonio essi stessi della nostra cultura. In questo caso ciò che va comunicato ai visitatori, nonostante sia un lavoro pratico a diretto contatto con la materia fisica dell'opera, è sostanzialmente una serie di procedure che hanno bisogno di un supporto documentativo per essere raccontate. È evidente quanto risulti fondamentale avere a disposizione per ogni opera e per ogni restauro svolto, un apparato che approfondisca e spieghi le diverse informazioni raccolte dalle più generali alle più specifiche.

Un esempio virtuoso che vale la pena citare è l'esperienza francese al Musée d'Orsay, dove tra il 2014 e il 2015 è stato svolto il restauro di una grande tela di Courbet, *L'atelier du peintre*⁷. Grazie a cospicui finanziamenti e alla collaborazione di enti pubblici e privati, il Museo installò un cantiere all'interno delle sue sale espositive corredato da dispositivi digitali per il coinvolgimento dei visitatori nel lavoro dei restauratori. Ogni visitatore poteva indagare la superficie pittorica del dipinto da vari punti di vista (storico-interpretativo e conservativo) e poteva approfondire le operazioni di restauro grazie a una sezione dedicata al "diario dei restauratori".

Come cita il sito stesso dell'applicazione, "la sfida di questa esperienza di immersione virtuale è di combinare osservazione, piacere ed educazione. Questa nuova forma di mediazione lascia il visitatore libero di scegliere il percorso dell'opera [...]". L'installazione ebbe un notevole successo e il restauro andò a

⁷ <https://www.musee-orsay.fr/fr/collections/restaurations/entrez-dans-latelier.html#c90009>

buon fine non solo come intervento tecnico-scientifico, ma anche come momento di conoscenza e di partecipazione.

Nell'ottica di voler rendere usuale questa pratica partecipativa, occorre quindi sviluppare un modello che sappia mettere a sistema tutte le informazioni che si raccolgono durante un intervento.

Il modello bidimensionale ad alta risoluzione o tridimensionale, in caso di oggetti fortemente volumetrici, ottenuto da rilievi digitali è certamente la base su cui sviluppare un sistema interattivo al quale associare dati tecnici e informazioni turistiche/curiosità: un database modellabile e percorribile in base alle esigenze del fruitore.

In questo senso l'utilizzo delle ICT semplifica la diffusione di un approccio condiviso, grazie alla loro facilità d'utilizzo e alla possibilità di mettere a sistema molte informazioni.

PROGETTARE IL RESTAURO IN UN'OTTICA CONTEMPORANEA: IL RUOLO DELLA DOCUMENTAZIONE DIGITALE

Quale dovrebbe essere allora il percorso necessario per la progettazione di un intervento di restauro in un'ottica contemporanea? Seguendo la logica di quanto finora esposto appare interessante l'idea di sviluppare un metodo aperto, che tenga in considerazione la possibilità di utilizzo delle nuove tecnologie digitali al fine di coinvolgere facilmente più attori nel percorso di salvaguardia del bene oggetto di un intervento. Accanto all'intervento stesso, è quindi importante progettare un processo documentativo in grado di organizzare i molti dati raccolti ed elaborati e che permetta di comunicare a un pubblico più ampio i risultati del lavoro, coinvolgendolo, contemporaneamente, nella sua conoscenza via via sempre più dettagliata e anche nella sua futura protezione.

Nella letteratura che riguarda le applicazioni di documentazione digitale per i beni culturali troviamo che queste, indirizzate principalmente sugli aspetti di rilievo, sono ormai pratica consolidata nell'ambito archeologico e architettonico. In questi settori, infatti, fin da subito si è riconosciuto alle applicazioni digitali un ruolo centrale. In archeologia le tecniche di rilievo bidimensionali e tridimensionali sono soprattutto impiegate come "supporto allo scavo", per documentare in tempo reale l'evolversi dell'indagine. In questo modo è possibile in post-produzione ricostruire tutto le fasi del processo di scavo fino alla scoperta

di eventuali reperti e alla ricostruzione del sito indagato. Negli ultimi anni sono nate diverse riviste accademiche che trattano lo specifico settore della *virtual archeology*, soprattutto in seguito all’emanazione dei Principi di Siviglia⁸.

I risultati ottenuti dalle pratiche digitali vengono inoltre riconosciuti dagli archeologi e dai ricercatori come la via per una più immediata di divulgazione della materia, poiché grazie al medium digitale, di più facile fruizione, è possibile raggiungere un pubblico più vasto e non necessariamente specializzato.

Una recente ricerca⁹, sviluppata a partire da un sondaggio condotto tra i ricercatori che si occupano di Digital Heritage, dimostra come il numero più alto di studiosi interessati allo sviluppo delle tecnologie digitali per il patrimonio culturale provengano proprio dagli studi archeologici. In questa ricerca compare un dato ancor più interessante: nonostante il tema della conservazione sia uno degli argomenti che i ricercatori evidenziano come centrale per l’applicazione delle tecnologie, non compaiono conservatori e/o restauratori tra coloro che dovrebbero occuparsi del loro sviluppo (fig. 1).

Da questi dati emerge un suggerimento che dovrebbe portare a un’inversione di tendenza, che recuperi, in quest’area di ricerca “contemporanea”, le figure specializzate nella conservazione dotate di nuove competenze e conoscenze il cui primo step consiste, senza dubbio, nello sviluppare un metodo di documentazione digitale efficace e utile alla trasmissione futura del nostro patrimonio.

Alla luce di ciò che è stato appena detto, cosa significa da un punto di vista pratico per un restauratore operare in modo contemporaneo e con strumenti digitali nelle sue diverse fasi di lavoro? Appare evidente che l’approccio al

⁸ Nell’ambito dell’International Forum of Virtual Archaeology riunitosi nel 2009 in Spagna per stabilire i fondamenti teorici per il futuro della Virtual Archaeology, è stata redatta la Carta di Siviglia. Questo documento, in seguito definito come i Principi di Siviglia, riassume le finalità del nuovo ambito di ricerca: individuare criteri e linee guida applicabili dall’intera comunità scientifica e operativa, al fine di definire il settore dell’archeologia virtuale attraverso un uso corretto e ragionato delle nuove tecnologie a disposizione.

V.M.LM. Bendicho, *International Guidelines for Virtual Archaeology: The Seville Principles*. In Corsi C., Slapšak B., Vermeulen F. (a cura di) *Good Practice in Archaeological Diagnostics*. Natural Science in Archaeology. 2013. Springer, Cham.

⁹ S.Münster, *A survey on topics, researchers and cultures in the field of digital heritage*. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume IV-2/W2, 2017 26th International CIPA Symposium 2017, 28 August–01 September 2017, Ottawa, Canada.

processo di conservazione, nelle diverse fasi analitiche, deve essere digitale, in modo da poter avere a disposizione tutte le informazioni di base su cui progettare le future fasi di lavoro. Per far questo risulta estremamente importante raccogliere i dati riguardanti la geometria, la morfologia dell'oggetto, i materiali, il suo stato conservativo attraverso operazioni di rilievo digitale, come primo step che permetta di ottenere un modello dell'opera, da utilizzare come supporto a tutte le analisi, le indagini, gli approfondimenti e i successivi interventi. A questo proposito le diverse esperienze maturate in ambito architettonico e archeologico possono servire da esempio per sviluppare una struttura logica di acquisizione, di elaborazione e di fruizione del dato.

In particolare si presentano sinteticamente due esempi significativi di questo approccio digitale a supporto della conservazione il primo riguarda i templi megalitici di Malta¹⁰ e il secondo il Duomo di Montepulciano¹¹.

All'interno del programma maltese dei Fondi Strutturali dell'Unione Europea, dal 2004 al 2007 assieme all'Heritage Malta si è sviluppato un programma di rilievi delle strutture megalitiche delle isole di Malta e Gozo per la documentazione e come base per i successivi interventi di salvaguardia. Il progetto è iniziato nell'ottobre 2005 con i rilievi del tempio megalitico di Ggantja nell'isola di Gozo successivamente nel periodo tra settembre 2005 e marzo 2006 l'analisi è stata estesa ai siti di Hagar Qim e Mnajdra nell'isola di Malta e infine tra dicembre 2007 e marzo 2008 sono stati rilevati i templi di Ta' Hagra e Skorba. Si è trattato, quindi di integrare diverse tecniche, aerofotogrammetriche, topografiche, laser scanner per arrivare ad una rappresentazione omogenea a diverse scale di dettaglio e per ottenere modelli virtuali 3D delle intere strutture. La parte applicativa è stata sviluppata attraverso la collaborazione con la società Leica Geosystem s.r.l. e con diverse istituzioni maltesi: Ministry for Gozo, Restoration Unit – Ministry for resources and Infrastructure concerns oneself in preservation and valuation of cultural heritage (fig.2 +video).

¹⁰ Per un approfondimento sull'argomento si veda L. Baratin e D. Peloso in "Archivi digitali 3D per la gestione di siti archeologici: i templi megalitici di Malta. pp.243-249, in Atti della 13° Conferenza Nazionale ASITA, 2009 e L. Baratin, S. Bertozzi, E. Moretti in " I Templi megalitici di Malta un complesso progetto GIS archeologico. pp.1-9, in GEOMEDIA , 2015.

¹¹ Per ulteriori dettagli si veda L. Baratin in « Le relevé des sculptures avec des techniques laser: un outil de connaissance entre la reconstruction virtuelle et la rigueur scientifique » pp.71-77, in Archeologie/architecture Ingénierie-Technologie in ARCHITECH vol. 5, 2011.

Il lavoro di rilevamento sviluppato su tutto il complesso architettonico della Cattedrale di Montepulciano, ha risposto, in particolare, all'esigenza della Curia vescovile di rivedere la sistemazione liturgica della parte absidale, con lo scopo di ricostruire il Mausoleo Aragazzi, una realtà ormai frammentata e dispersa all'interno della Chiesa ed altrove. Proprio grazie alla ricostruzione virtuale è stato possibile ricollocare il Mausoleo nella sua sede originaria, valutandone i problemi e le conseguenze generate da un'eventuale realizzazione pratica e nel contempo ridare una lettura complessiva all'opera ormai impossibile, vista la diversa collocazione di tutti i suoi pezzi e la perdita degli elementi architettonici decorativi. La cattedrale di Montepulciano conserva la maggior parte degli elementi che fanno parte del Mausoleo di Bartolomeo Aragazzi originariamente collocato nella prima cappella della navata a sinistra all'ingresso del Duomo, oggi sede del fonte battesimale e di una scultura in terracotta policroma di Andrea della Robbia.

L'opera è stata attribuita inizialmente a Donatello e successivamente a Michelozzo autore del mausoleo. L'opera è molto importante sul piano storico-artistico perchè risulta essere un momento di congiunzione tra le tombe murali del XIV secolo e il monumento funebre del Rinascimento. Nei primi anni del XVII secolo il monumento è stato smantellato in diverse parti e già a partire dai primi anni del novecento era sorto il problema del suo aspetto originario. L'opera è composta di diverse parti che sono collocate oggi in vari spazi della Cattedrale: l'effigie di Bartolomeo Aragazzi posta nel muro d'ingresso; il basso rilievo con Bartolomeo accolto in Paradiso dai genitori e il basso rilievo con la Vergine che benedice Bartolomeo Aragazzi inseriti nelle prime due colonne della navata centrale; il fregio con dei piccoli amorini che assieme alle due statue dell'Angelo che porta il candelabro e dell'Angelo con una candela a forma di elisse formano la composizione dell'attuale altare. Una statua benedicente situata in una nicchia a destra dell'altare nella zona absidale; un'epigrafe custodita all'interno della Curia e infine i due angeli adoranti che sono al Victoria Albert Museum a Londra sono gli ulteriori elementi che componevano il Mausoleo, mentre completamente perduta è la parte più architettonica.

Attraverso un rilievo accurato, mediante laser scanner FARO ARM, sono state ricostruiti i modelli 3D di tutta la statuaria presente nella chiesa e attraverso la

ricca documentazione storica, che fin dal 1887 fornisce delle ipotesi di ricostruzione, ne sono state realizzate alcune. La ricostruzione virtuale ha permesso da un lato alla Curia vescovile di aver la percezione degli spazi privati dai singoli pezzi e della loro ricomposizione nella cappella della navata laterale sinistra e agli studiosi di poter avanzare in modo più intuitivo nelle loro ipotesi soprattutto rispetto all'apparato architettonico decorativo, completamente disperso e fonte di numerose interpretazioni (fig.3 + video).

ALCUNE TECNOLOGIE PER LA DOCUMENTAZIONE DEI BENI CULTURALI SIA PER SPECIALISTI CHE PER NEOFITI

Se documentazione significa conoscenza - sia preliminare dell'opera sia delle sue trasformazioni – occorre partire dalla documentazione per impostare un buon progetto di intervento.

Per costruire le basi della conoscenza oggi abbiamo a disposizione un vasto numero di strumenti digitali diversi tra loro: dalla fotografia ad altissima risoluzione per documentare tutti i dettagli pittorici, agli scanner 3D professionali alla fotogrammetria e alla Computer Vision per raccogliere dati metrici e dimensionali. Attraverso questi strumenti si possono acquisire le basi per strutturare le mappe tematiche che risultano essere gli schemi grafici fondamentali per lo stato di conservazione, l'analisi delle tecniche, dei materiali fino all'individuazione degli interventi passati e futuri.

Il restauratore, pur non potendo avere a disposizione l'utilizzo diretto di questa strumentazione che, nella maggior parte dei casi, richiede competenze tecniche specifiche, deve essere in grado però di individuare la necessità di un dato per poter approfondire la sua ricerca, monitorare il suo intervento, comunicare i risultati del lavoro.

L'attività di documentazione dei beni culturali oggi è molto più concentrata sulla realizzazione di modelli digitali 2D o 3D, ai quali vengono collegate una serie di informazioni eterogenee provenienti dai diversi settori di ricerca che collaborano all'esecuzione di un lavoro di restauro; i software nella maggior parte dei casi consentono poi di tradurre i dati in un formato di documentazione standard di facile accessibilità.

In diversi progetti sperimentati o in sperimentazione¹², per esempio AGATA e AIOLI¹³, rappresentano il tentativo da parte dei ricercatori informatici di sviluppare un sistema che permetta a chi lavora su un'opera di interagire con il modello e associare direttamente a questo le informazioni sviluppate durante il lavoro, localizzandole; come risulta evidente in queste ultime ricerche, la trasposizione digitale dell'oggetto è quasi sempre la base di partenza.

Come ottenere, quindi un modello digitale dettagliato e corretto, in particolare nel caso di opere mobili? I metodi più attuali di rilievo digitale applicati ai beni culturali mobili sono sostanzialmente due: la scansione con le diverse tipologie di scanner (fig.4) e la restituzione del modello con la tecnica di fotomodellazione (fig.5 +video). Entrambi i sistemi portano alla formazione di una nuvola di punti, sulla quale lavorare per ottenere il modello poligonale texturizzato descrittivo dell'oggetto analizzato, cioè un modello digitale 3D misurabile ed esteticamente uguale all'originale.

Il rilievo tramite l'utilizzo di uno scanner è un'operazione più complessa soprattutto per la restituzione e l'elaborazione dei dati raccolti che richiede la presenza di un tecnico specializzato, anche se oggi giorno molti strumenti vengono abbinati all' utilizzo di software integrati avanzati che permettono un feedback in tempo reale e in maniera più intuitiva.

Esistono diversi tipi di scanner, da utilizzare secondo le caratteristiche dell'oggetto analizzato sia qualitative che dimensionali: laser scanner a modulazione di fase per oggetti di maggiori dimensioni; laser scanner a triangolazione con braccio antropomorfo per oggetti che hanno bisogno di un maggiore dettaglio in fase di restituzione, scanner a luce strutturata che permettono la restituzione di volumi con un livello di dettaglio molto elevato, si

¹² Soler, F.; Melero, F.J.; Luzón, M.V. *A complete 3D information system for cultural heritage documentation*. Journal of Cultural Herititage, n.23, 2017, pp.49–57.

Pamart, A., Ponchio, F, Abergel, V., Alaoui M'Darhri, A., Corsini, M., Dellepiane, M., Morlet, F., Scopigno, R. and De Luca, L., *A complet Framework Operating Spatially-Oriented RTI in a 3D/2D Cultural Heritage Documentation and Analysis Tool*. ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 8th International Workshop on 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, 3D-ARCH Italy, Bergamo. 2019

¹³ Piattaforma collaborativa che ha lo scopo di riunire gli attori nella documentazione, salvaguardando e divulgando il patrimonio culturale attorno a nuove pratiche per una migliore comprensione degli oggetti del patrimonio - <http://www.aioli.cloud/>

tratta, in quest'ultimo caso di strumentazioni portatili di più facile accessibilità sia in termini di costo che in fatto di utilizzo.

Diverso è l'approccio per la realizzazione di un modello tramite fotomodellazione, procedimento chiamato anche Structure From Motion (SFM), dove il modello si ottiene dall'elaborazione software di una sequenza di fotografie scattate secondo delle regole precise e la strumentazione necessaria è una macchina fotografica e un cavalletto (fig.6).

I metodi sopra descritti sono quelli tipici del rilievo digitale e della Reverse Engineering (RE), soprattutto applicata ai siti archeologici e all'architettura, ambiti di ricerca dove sono stati sperimentati workflow ad alta performatività che restituiscono modelli digitali molto dettagliati fedeli all'originale in maniera del tutto non invasiva.

L'UTILITÀ DI UN MODELLO 3D PER IL RESTAURO DEI BENI CULTURALI

Il modello 3D può essere impiegato in vari modi, con scopi documentativi e comunicativi molto differenti. Questo è dovuto alla doppia natura di un modello digitale tridimensionale. Infatti, un modello contiene in sé tutte le informazioni geometriche utili allo scopo tecnico-documentativo e una serie di informazioni visive che lo rendono rappresentabile virtualmente come se fossimo di fronte all'oggetto reale, avendo a disposizione dati scientifici con i quali interagire in modo abbastanza semplice¹⁴.

Al modello 3D di opere mobili - come dipinti, sculture o piccoli oggetti decorativi - molto spesso viene riconosciuto un ruolo prettamente legato alla fruizione. Negli ultimi anni molti musei hanno impegnato risorse nella realizzazione di tour virtuali o librerie digitali utili a una fruizione innovativa, che permette l'osservazione dell'oggetto da un punto di vista completamente diverso portando l'utente all'interazione diretta con il suo modello¹⁵.

¹⁴ M.Callieri e R.Scopigno, *Dalla digitalizzazione alla riproduzione 3D, per lo studio e la presentazione di un'opera di arte moderna*. In Perzolla, V. & Colombo, A. (a cura di) *Le tecnologie digitali al servizio della conservazione* (pp.9-20). Padova: il Prato.2016.

¹⁵ Un interessante esempio di libreria digitale è la Digital Library allestita al Museo Archeologico Nazionale delle Marche (MANaM) di Ancona con la collaborazione scientifica dell'Università Politecnica delle Marche - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura - DICEA, che presenta modelli dei reperti archeologici conservati nelle sale ed esplorabili digitalmente grazie a touchpad e visibili in 3D con l'utilizzo degli occhiali anaglifici. Un applicativo sviluppato

Nell'ambito della conservazione e del restauro, il modello digitale può avere diverse applicazioni sia di tipo analitico e diagnostico che di tipo documentativo. A partire da rilievi tridimensionali effettuati con laser scanner è possibile mappare le deformazioni del supporto, per esempio di dipinti su tavola e monitorarne lo stato di conservazione durante gli interventi programmati.

Nel caso dei due trittici di Hieronymus Bosch: il Trittico di Santa Liberata ed il Trittico degli Eremiti, il rilievo della superficie del dipinto e il confronto geometrico tra acquisizioni successive ha permesso di monitorare le deformazioni del supporto nelle diverse fasi indicate dai restauratori (fig.7). L'accuratezza e la ripetibilità delle misure nelle tre campagne di monitoraggio temporale previste ha consentito di ottenere dei risultati rigorosi lì dove il solo controllo visivo e/o fotografico non poteva fornire sufficienti garanzie¹⁶. L'intervento proposto si è articolato in più fasi: dall'acquisizione delle informazioni di tipo quantitativo, attraverso rilievi geometrico-formali basati su diverse tecnologie per confrontarne l'accuratezza e verificarne l'efficacia fino alla gestione dei dati raccolti per analisi qualitative non solo sul supporto, ma anche sulla superficie pittorica. I risultati delle diverse metodiche applicate hanno portato a fornire una vera e propria "carta digitale dell'opera", infatti la gestione dei diversi set di dati inseriti in sistemi informativi di tipo GIS 3D ha consentito, punto per punto, di analizzare tutte le informazioni peculiari raccolte e di produrre all'occorrenza elaborati grafici, in scala o al naturale, di qualsivoglia vista e tipo di proiezione e di comparazione. La banca dati così prodotta potrà essere un archivio digitale volto a favorire, nel futuro una migliore conservazione delle opere oltre alla loro manutenzione programmata a partire non solo dall'analisi del supporto e delle sue deformazioni, ma anche da interessanti riflessioni che possono essere sviluppate relazionando i dati della superficie pittorica con altre tipologie di indagini e con gli studi storico-artistici (fig.8).

La proposta dell'utilizzo del GIS come archivio digitale per un bene culturale permette di interagire con qualsiasi tipo di documento, in qualsiasi formato e

contestualmente permette, grazie all'utilizzo di un sistema immersivo HTC vive, di visitare il museo virtualmente anche da remoto, interagendo con alcuni oggetti presenti all'interno.

¹⁶ Il lavoro svolto è stato promosso e sostenuto dal Bosch Research and Conservation Project (BRCP) e dalla ex Soprintendenza Speciale per il patrimonio storico, artistico ed etnoantropologico e per il Polo Museale della Città di Venezia e dei Comuni della Gronda Lagunare all'interno di una convenzione con la Scuola di Conservazione e Restauro dell'Università di Urbino.

all'interno di un unico programma, consentendo di visualizzare ogni aspetto ricercato in maniera rapida e immediata. In particolare, sono state prese in considerazione tre opere dipinte su tavola: Il Polittico di Montefiore dell'Aso di Carlo Crivelli; La Deposizione di Lorenzo Lotto della Pinacoteca di Jesi e Il Martirio di Santa Caterina di Gaudenzio Ferrari della Pinacoteca di Brera per approfondire lo studio del supporto ligneo, poiché esso non costituisce unicamente la base materica sulla quale è stato riportato il messaggio pittorico, ma dai suoi movimenti dipende la stabilità di ogni singolo frammento degli strati preparatori e policromi. Per questo motivo, diventa fondamentale monitorare con costanza le sue deformazioni, al fine di prevenire danni irreparabili.

Ogni opera presenta delle proprie peculiarità, rapportate alla tecnica esecutiva, allo stato di conservazione e allo storico degli interventi subiti, infatti il Polittico di Montefiore dell'Aso di Carlo Crivelli presenta un imbarcamento delle assi ormai assestato, sul quale è stato impostato il sistema di traversatura ancora oggi presente. Lo studio dei rilievi del retro dei pannelli ha confermato il suddetto andamento morfologico, registrando il massimo imbarcamento per le tavole del Beato Giovanni Duns Scoto e per quella di Santa Caterina; il fenomeno dell'imbarcamento viene registrato anche sul fronte di tutti i pannelli, manifestandosi con un'arcatura poco simmetrica per San Ludovico da Tolosa (localizzata nella metà inferiore) e con un accenno di svergolatura per la tavola di Santa Chiara e di San Pietro (fig.9).

Nella Deposizione di Lorenzo Lotto dalla prima campagna si evidenzia un supporto deformato dal peso delle assi superiori, dalla resecazione delle velette e dal sistema di contenimento sul retro. Il tavolato è maggiormente convesso nella parte superiore, in particolare nella parte a destra (visto dal recto). I difetti del legno legati all'attacco batterico sui tronchi di origine manifestano i punti deboli del tavolato, particolarmente evidenti in corrispondenza delle giunzioni, ma si registra oltremodo un generale andamento del supporto che segue una deformazione delle assi a coppie di due; dalla seconda campagna si evidenzia una generale distensione della pala d'altare, conseguenza di quella legata alle singole assi, grazie all'aiuto dei pressori che agiscono in opposizione alla forza peso. Anche l'arco della centina si raddrizza autonomamente e segue l'allungamento menzionato. Il tavolato mantiene l'andamento registrato nella prima campagna, estendendo però la convessità superiore verso il centro, quindi omogenizzandola

su tutta la larghezza del supporto. In questo modo si conferma l'assestamento e la non invasività dell'intervento compiuto, che ha permesso al tavolato di migliorare la sua condizione senza variarla repentinamente (fig.10).

Infine nel Martirio di Santa Caterina di Gaudenzio Ferrari (fig.11) dalla prima campagna si osserva un supporto maggiormente deformato nella parte inferiore, in corrispondenza della quale si evidenzia un imbarcamento delle singole assi (più accentuato per quella mediana) che diminuisce con il procedere verso l'alto. Dal retro si registra inoltre un andamento totale che segue la direzione diagonale (dal vertice in alto a destra a quello in basso a sinistra, sempre visto dal fronte), dalla quale si diramano due deformazioni opposte delle assi (la parte bassa a destra è più rialzata); dalla seconda campagna si osserva un supporto decompresso, libero di imbarcarsi autonomamente e di raggiungere un'arcatura che viene seguita da tutte le assi che lo costituiscono. Anche in questo caso, la parte mediana raggiunge la convessità maggiore. Lo stesso andamento viene registrato anche con il rilievo condotto sul retro dell'opera (fig.12). Le indagini svolte con i sistemi GIS si sono rivelate efficaci per tutti e tre i casi studio, nonostante le differenze dei modelli tridimensionali e delle tipologie delle opere analizzate.

Oltre a essere impiegato come strumento di analisi e valutazione dello stato conservativo, il modello 3D di un'opera può essere impiegato anche come punto di partenza per strutturare la documentazione attraverso un sistema informativo di tipo semantico, cioè associando al modello informazioni aggiuntive. Un esempio che ha riscosso molta fortuna in campo scientifico è il progetto documentativo della Fontana del Nettuno¹⁷ di Bologna. Nell'ambito dell'intervento di restauro, svolto tra il 2015 e il 2017, è stato realizzato sperimentalmente dall'Università di Bologna un sistema documentativo 3D-centred che ha consentito ai restauratori e agli esperti che hanno lavorato alla ristrutturazione degli impianti della fontana di inserire regolarmente i dati dei lavori svolti. Questo ha permesso di ottenere una documentazione aggiornata in maniera facile, immediata e condivisa.

La piattaforma dedicata al Nettuno dimostra come la tendenza della ricerca contemporanea guardi verso lo sviluppo di sistemi aperti, che mettono in

¹⁷ Apollonio, F. I., Basilissi, V., Callieri, M., Dellepiane, M., Gaiani, M., Ponchio, F., Rizzo, F., Rubino, A., Scopigno, R. and Sobr`a, G., 2017. *A 3d-centered information system for the documentation of a complex restoration intervention*. Journal of Cultural Heritage 29, pp. 89–99.

relazione i dati prodotti creando mappature navigabili di facile lettura. In questo caso il modello 3D, realizzato con sistemi integrati scanner e fotogrammetrici, è servito come supporto alla documentazione del restauro in tempo reale, aumentando il livello di conoscenza a tutti i livelli (fig. 13).

Un interessante utilizzo del modello digitale impiegato soprattutto in campo di comunicazione è quello introdotto per la mostra *“ALCHIMIA DI JACKSON POLLOCK. Viaggio all'interno della materia”*, tenutasi a Venezia al Peggy Guggenheim Museum nel febbraio 2015. In questo caso, lo staff dell'ISTI-CNR ha sviluppato un modello tridimensionale che rappresentava accuratamente la geometria e i colori dell'opera di Jackson Pollock¹⁸ (fig.14). I modelli sono stati utilizzati dai restauratori durante l'intervento e poi impiegati in un'interessante esposizione in cui era possibile da parte del visitatore ispezionare virtualmente le geometrie della pittura a elevato ingrandimento. Inoltre, al modello erano associate informazioni legate alla diagnostica e alle operazioni di restauro. Questa originale mostra ha messo in luce come un prodotto della ricerca preliminare alle operazioni di conservazione possa diventare in seguito oggetto della comunicazione.

PROSPETTIVE FUTURE

Come dimostrato dagli esempi sopra citati, la documentazione è un processo ampio e allargato, possibile grazie alla collaborazione di tutte le figure che lavorano ad un intervento di restauro. Documentare quindi non significa solo realizzare un modello digitale e neppure semplicemente raccogliere in modo organizzato dati di varia natura.

La documentazione in un'ottica contemporanea si serve di strumenti digitali per diventare ogni giorno più accessibile. Documentare deve essere un'azione parallela e contemporanea al lavoro pratico di restauro, che grazie al supporto delle tecnologie si fonde nel processo manuale. In questo modo le istanze del mondo di oggi e della società della conoscenza vengono soddisfatte attraverso un uso ragionato del digitale e un ampliamento dei fruitori. Ma non si tratta solo di aumentare il numero di persone a cui il patrimonio si rivolge. Attraverso un buon sistema documentativo si può addirittura modificare il target e “creare

¹⁸ <http://vcg.isti.cnr.it/alchemy> - visto il 02/09/2019

nuove tipologie di destinatari”¹⁹ , nuovi gruppi di utilizzatori che potrebbero a loro volta rivoluzionare il concetto di patrimonio ed evolverlo all’infinito.

Considerata a questo punto la varietà dei temi che interessano il campo del restauro e le diverse tipologie di attori che entrano a far parte di questo complesso processo rigenerativo, è certamente fondamentale lo studio di come comunicare e gestire i dati che si producono da questo ampio lavoro²⁰.

Negli ultimi anni si è sentito parlare di *open heritage*: questa definizione è stata associata a un vero e proprio cambio di paradigma conoscitivo²¹ che mette alla prova i nuovi strumenti digitali sperimentandoli a contatto con i settori disciplinari da sempre riconosciuti. Nell’ambito di questo approccio pionieristico occorre cercare la via per sviluppare un nuovo concetto di intervento, una nuova struttura per la documentazione del patrimonio e trovare così il metodo corretto per una conservazione sostenibile.

¹⁹ R.Salvarani, “*New media*” e valorizzazione del territorio: strategie e modelli di utilizzo”. In Tecnologie digitali e catalogazione del patrimonio culturale. Metodologie, buone prassi e casi di studio per la valorizzazione del territorio. Milano, Vita e Pensiero, 2013.

²⁰ M. Acierno, *Processi di studio per il restauro e metodi digitali*. In Ricerca e Restauro, vol. 4. 2017. pp.838-848.

²¹ (a cura di) D.Villa, *Open Data for cultural heritage*.Milano, Planum publisher.2017.