

Corso di Laurea Magistrale in Informatica Umanistica
Seminario di cultura digitale

I beni culturali e il virtuale

***Riflessione sull'applicazione della tecnologia come
supporto agli addetti ai lavori e come canale per la
comunicazione museale***

Relazione di: Elisa Mancini
CdL Magistrale in Informatica Umanistica
Matricola: 474351

Indice

0.	Introduzione	3
1.	Il concetto di <i>virtuale</i>	5
2.	I confini e gli orizzonti della <i>Digital Archeology</i>	7
2.1	Nuovi strumenti per un mestiere antico	9
3.	Tecniche di acquisizione di modelli 3D.....	12
3.1	Uso di modelli 3D per i professionisti dei beni culturali	14
-	Il progetto <i>Cenobium</i>	15
-	Il modello 3D a supporto del restauro: il David e la Madonna di Pietranico...15	
3.2	La tecnica di <i>computer vision</i> applicata agli scavi archeologici	16
4.	La tecnologia applicata ai beni museali.....	19
4.1	Tre fasi dell'applicazione tecnologica in ambito museale	19
-	La "fase tecnologica". La Tomba di Nefertari	20
-	La "fase cognitiva". La Cappella Scrovegni	21
-	La "fase interpretativa". Le fasi della ricostruzione virtuale del Progetto di Via Flaminia Antica	21
4.2	Progetti e iniziative di realtà virtuale interattiva.....	23
5.	Sul concetto di <i>museo virtuale</i>	26
6.	Conclusione	29
	Bibliografia.....	30

0. Introduzione

Questa relazione si propone di affrontare un tema di grande attualità e per questo non poco controverso; l'argomento è quello dell'utilizzo di strumenti tecnologici e di metodologie informatiche per i beni culturali. L'intento è quello di prendere in esame il processo comunicativo, in particolar modo riferito all'ambito museale, che parte dalla trasmissione della conoscenza fino alla fruizione dei contenuti; più in particolare, saranno analizzati i vantaggi e i limiti fin'ora rilevati nell'applicazione delle risorse informatiche applicate sia a fini di studio sia per scopi divulgativi.

L'idea per tale approfondimento è nata al termine del ciclo annuale di Seminari di Cultura Digitale dell'Università di Pisa, nel corso del quale è stata affrontata questa tematica da studiosi di diversi profili professionali, che dunque hanno affrontato l'argomento da molteplici punti di vista. Ciò conferma la multidisciplinarietà dell'argomento preso in esame, e più in generale la varietà delle aree di studio attualmente impegnate in questa area di ricerca. Il primo seminario in ordine cronologico a trattare la tematica sopraesposta è stato quello del Prof. Dellepiane, dal titolo *I modelli 3D ad alto dettaglio nei beni culturali*; in questo sono stati presentati alcuni metodi di acquisizione ed elaborazione informatica di oggetti artistici. Un discorso più ampio ha tuttavia esteso le nozioni tecniche sui metodi di elaborazione a una contestualizzazione di tali studi nel campo pratico, consentendo dunque attraverso esempi ed esperienze una riflessione più ampia a livello teorico. Questo approccio all'argomento ha trovato un proseguo naturale nella lezione del Prof. Dell'Unto, intitolata *The use of the digital technology for the documentation and the communication of Archaeological Context*, nella quale è stato approfondito il concetto di *digital archeology* attraverso esempi di *best practice* e riflessioni concettuali circa il significato delle parole chiave di questa area di studio, prima tra tutte *virtualità*. Grazie allo stretto rapporto tra i seminari e le discipline del CdL in Informatica Umanistica, è stato possibile approfittare della presenza del Prof. Dell'Unto a Pisa ed assistere ad un'ulteriore lezione da lui tenuta per il corso di *Grafica 3D per i beni culturali* del Prof. Dellepiane, nella quale è stata approfondita in particolar modo l'evoluzione del concetto di *virtualità*, e conseguentemente è stato visto come sia cambiata anche l'applicazione delle risorse digitali negli ambienti di diffusione culturale. Gli ambienti virtuali, o meglio le *tecnologie di ambienti virtuali*, per meglio dire secondo il Prof. Carrozzino, sono il filo di collegamento con il terzo seminario qui preso in esame, tenuto da quest'ultimo e intitolato *Oltre il museo virtuale: la realtà virtuale immersiva nei musei reali*. In quell'occasione sono state prese in rassegna alcune delle tecnologie che permettono l'interattività tra l'utente e l'oggetto virtuale, e in seguito sono stati

presentati campi di applicazione reali e possibili di questa risorsa, sentita come mezzo per comunicare in un modo nuovo e più ricco.

Le tre lezioni hanno trattato in parte aspetti specifici della materia del relatore e peculiari del suo background di ricerca, tuttavia sono accomunate da vari elementi in comune; tra questi i due aspetti maggiormente affrontati riguardano la definizione del concetto di *virtualità* e l'applicazione tecnologica sui beni artistici a fine di studio e di diffusione. Proprio in ragione dei punti di unione tra questi campi di studio non tratterò ogni singolo seminario per se stesso, ma in relazione alla lezione tratta da tutti. In generale, è il museo il luogo fisico su cui puntare i proiettori per poter analizzare i limiti e le prospettive future degli strumenti tecnologici presentati, caratterizzati da un veloce sviluppo hardware quando da una crescita in termini di diffusione. Per questo motivo, ritengo opportuno fare riferimento ad un'ulteriore risorsa, lo studio di Francesco Antinucci dal titolo *Musei virtuali*, nel quale affronta la *nostra* tematica da un quarto punto di vista; egli illustra brevemente lo stato di salute dei musei italiani e le prospettive per il futuro, sulla base delle esperienze già attuate, in relazione all'introduzione di strumenti informatici avanzati per quanto riguarda gli ambienti e gli oggetti culturali.

1. Il concetto di *virtuale*

Il termine *virtuale*, nelle sue varie declinazioni e forme, è il filo conduttore di un ampio discorso che include vari aspetti; da quelli più tecnici, riguardanti ad esempio gli studi sulle metodologie informatiche per l'elaborazione dei dati presi sul campo, ad altri più concettuali, riguardanti ad esempio la riflessione sui sistemi di fruizione delle opere artistiche dentro e fuori il museo. Conduce inoltre agli ambienti immersivi artificiali e non, fino ad arrivare al motivo per cui di questi argomenti si parla nelle Università di mezzo mondo, la formazione di professionalità capaci di far interagire tutti questi aspetti per fini non solo di studio ma anche, forse soprattutto, al fine di un cambiamento della gestione e dello sfruttamento dei beni culturali del Paese.

virtuale *agg.* [dal lat. *mediev.* (dei filosofi scolastici) *virtualis*, der. di *virtus* «virtù; facoltà; potenza»: v. *virtù*]. – *Sinon.* Di *potenziale*, cioè esistente in potenza (contrapposto a *attuale*, *reale*, *effettivo*). (...)

(dal *Vocabolario Treccani*)

La voce *virtuale* del *Vocabolario Treccani* continua a lungo nella definizione di questo concetto, che porta con sé molte sfaccettature; la grande varietà di contesti d'uso del termine determina non solo una forte ambivalenza della parola, ma anche una certa difficoltà nel trovare un senso unitario all'uso comune che ne viene fatto. Il Prof. Pierre Lévy, filosofo e cultore della materia, alla domanda cosa sia il virtuale ha risposto che si tratta della "trasformazione da una modalità dell'essere a un'altra"¹, e non parla dunque di finzione, di immaginario, di irrealtà, concetti a cui invece il senso comune fa riferimento quanto usa il termine virtuale. Dice ancora Lévy che

"Virtual Reality is not a technological invention but a fundamental part of the process to invent technology. An example of this definition can be identify in the creation of the coins or in the human capacity to define the transformation process to build, from a simple material, a useful tool."

(P. Lévy, 1995, p. 44)

Del resto, è proprio l'etimologia della parola, dal latino *vis*, che rafforza il pensiero dello studioso, il quale lo lega alla potenzialità, e non all'irrealtà.

¹ Pierre Lévy, *Il virtuale*, prefazione pag XIII

Dalla questione sulla difficoltà nel trovare una definizione unitaria sono partiti sia il Prof. Dell'Unto sia il Prof. Carrozzino nelle rispettive lezioni; il primo ha aperto l'incontro svoltosi all'interno del corso di Grafica 3D per i beni culturali impostando un dibattito su cosa sia, e non sia, il virtuale. Si può pensare che sia ciò che è potenziale, ma anche ciò che è possibile o probabile; viene inoltre associato a ciò che non esiste, che tuttavia potrebbe essere. Gilles Deleuze, citato dal Professore nel seminario, lo definisce come quel processo capace di riferire un aspetto della realtà che è astratto, ma che è comunque reale. Se basiamo la riflessione su questa accezione del termine è facile trovare un legame con i beni culturali, in particolari archeologici, i quali sono testimonianza di qualcosa che è stato, e che può rivivere solo non attraverso la nostra capacità di ricostruzione della civiltà passata.

Il Prof. Carrozzino riflette sul concetto di *ambiente/realtà virtuale* analizzando alcune definizioni, nelle quali individua delle parole chiave che da sole, senza una struttura sintattica ben precisa, definiscono il significato del termine; parla di *ambiente*, di *mondo*, di *informatica*, di *simulazione*, ed inoltre di *immersione* e di *interattività*. Proprio quest'ultima parola restringe molto l'insieme delle infinite possibilità, descrivendo non più un processo o un oggetto bensì un'esperienza in cui l'utente ha parte attiva.

Ad oggi, quella della realtà virtuale è una materia di studio in cui la ricerca tecnologica procede a ritmo veloce, e che inoltre sta trovando molti ambiti d'uso, nonostante i suoi limiti non siano stati ancora ben segnati. Niente di futuristico, niente cinematografia quando si parla di realtà immersive e di soluzioni alle barriere sensoriali.

In entrambi i campi, quello di Dell'Unto e quello di Carrozzino, la parola *virtuale* si discosta profondamente dal concetto di non-realtà, per avvicinarsi invece a quello di *potenzialità*.

2. I confini e gli orizzonti della *Digital Archeology*

L'obiettivo delle discipline che si occupano del passato è riportare alla luce qualcosa che è esistito, esiste tutt'ora, ma che spesso non è più visibile. Dietro a questa affermazione, seppur semplicistica, si nasconde un senso più ampio, per cui ciò che lo storico e l'archeologo vanno a ricercare potrebbe essere ritenuto qualcosa di *virtuale*, qualcosa che *potenzialmente* potrebbe tornare a vivere attraverso la fruizione e la conoscenza di quel bene. L'archeologia, la disciplina che peculiarmente si occupa di recuperare tutto quello che di materiale è rimasto delle civiltà del passato, ha una natura composita e varia poiché si basa molto su attività legate ad altri settori, come quello del calcolo, dello studio dei materiali, della geometria, dello studio delle fonti. Nonostante la pluralità delle competenze che l'archeologo deve necessariamente possedere, difficilmente i reperti, e ancor più lo scavo, riescono a mettersi in relazione con coloro che non hanno fatto parte dell'equipe di ricerca, siano essi fruitori specialisti o turisti. Questa barriera di comunicazione può essere imputata ad una differenza di linguaggio tra il professionista e il fruitore, e ad un ostacolo conoscitivo di qualcosa che vive solo se legato a conoscenze e infrastrutture di alto livello, ma soprattutto alla difficoltà di annotare e riportare per gli altri le informazioni circa le relazioni tra il contesto generale e il particolare. Nel corso della storia della museologia la difficoltà di comunicazione di beni archeologici ha rappresentato uno svantaggio per quest'ultimi rispetto alla comunicazione di beni culturali ed artistici maggiormente decifrabili ed interpretabili. Il seminario del Prof. Dell'Unto ha messo in luce l'importanza che strumenti di digitalizzazione e di elaborazione dei dati stanno avendo nel settore dell'archeologia, forse più che in altri campi di studi simili. Nel lavoro dell'archeologo tra i momenti più delicati e decisivi vi è il contesto di scavo, nel quale si alternano fasi di studio sulle fonti, di ricerca vera e propria, e di elaborazione dei dati raccolti. Il Prof. Dell'Unto ha cercato di porre in evidenza come è cambiato l'approccio dello studioso in relazione al ritrovamento, in particolar modo con la recente introduzione di metodologie e strumenti di misurazione dei dati. La fase di elaborazione della documentazione, storicamente legata ad attività di annotazione e di disegno, prevalentemente su carta e secondo metodi di catalogazione standardizzati a livello mondiale, è un momento saliente per tutto il lavoro. Questo tipo di documentazione, detta indiretta, ha avuto massima diffusione a partire dagli anni '70; ciò che la caratterizza è che la misurazione viene effettuata in una fase successiva e tratta dai dati annotati; tuttavia, quest'ultimi subiscono sin dall'inizio un'interpretazione, che lo studioso svolge sulla base delle fonti e dell'esperienza sul campo. Questa attività è inoltre legata in modo decisivo al fattore tempo, poiché ogniqualvolta lo scavo procede la condizione del ritrovamento viene distrutta irrimediabilmente, e con essa la relazione tra gli oggetti, col rischio reale

di perdere dati utili per una analisi successiva. Oltre a problemi di natura tecnica e specialistica, come quelli di cui si è sopra accennato, ci sono inoltre molti limiti nel settore dell'archeologia legati alla comunicabilità di quel che è stato pervenuto, poiché spesso ciò ha un senso solo per chi ha un background specialistico nella materia. Gli strumenti di digitalizzazione e di ricostruzione della realtà virtuale hanno trovato un largo uso in questo campo, poiché in parte sono la risposta, o quanto meno potrebbero esserla in un prossimo futuro, alle limitazioni fino ad oggi caratteristiche della disciplina. Sebbene siano ancora in numero limitato i siti di scavo che utilizzano queste tecniche innovative, l'idea che la tecnologia avanzata possa entrare a far parte del bagaglio di strumenti d'indagine e di rielaborazione dell'informazione dell'archeologo si sta diffondendo velocemente. Il filone di studi che va ad approfondire questa nuova opportunità e la mette in pratica va sotto il nome di *Digital Archeology*, espressione che in realtà è legata a molte aree tecnologiche, alcune già di largo uso. Tra i massimi esponenti della DA, il Professor E. Zubrow ha sottolineato la una duplice considerazione della disciplina, che da una corrente di pensiero è ritenuta uno strumento a servizio della ricerca e dello studio, al pari degli altri strumenti utilizzati, mentre dall'altra parte è ritenuto che l'introduzione di strumenti tecnologici stia andando ad influire alla base della teoria archeologica, proponendone una nuova². Questo secondo fronte, del quale si stanno occupando molti centri di ricerca, tra cui la Lund University dove insegna il Prof. Dell'Unto, crede che il processo di interpretazione dei dati, grazie all'acquisizione di essi con strumentazioni tecnologiche, si possa rimandare a momenti successivi a quello dello scavo stesso, concentrandosi in quel momento solo nell'attività di registrazione di informazione, riducendo così il rischio della perdita di relazione. Un altro elemento che porta ad avvalorare questo metodo di lavoro è la possibilità di lavorare sull'informazione anche dopo la chiusura dello scavo. Se da una parte l'introduzione di tool tecnologici supporta il lavoro del ricercatore nell'annotazione dei dati e nella comunicazione di essi, dall'altra parte non vanno dimenticati tutti quei problemi derivati dal cambiamento di metodo, che non si è modificato in modo unitario; perso il vantaggio di un sistema di annotazione unitario, che da una parte era punto di arrivo per l'archeologia, lo studioso si vede oggi obbligato a "parlare più lingue", per potersi interfacciare alle varie professionalità che prendono parte a questo nuovo processo di indagine.

² Citazione tratta dalle slide del Prof. Dell'Unto: "*The first view in digital development are essentially methodological. They provide a set of tools, similar to any other set of tools in the archeological tool kit for solving problems that are generated by a variety of theoretical concerns (...) DA is not different than the myriad of dating or environmental reconstruction techniques that range from radiocarbon dating to palynology. Many would have seen these techniques as a-theoretical or anti theoretical. (...) The second view in digital developments create or at least influence the creation of theory (...)*". (Zubrow)

2.1 Nuovi strumenti per un mestiere antico

Il connubio tra gli strumenti tecnologici e lo studio dei beni artistici e archeologici non è un rapporto recente come siamo portati a pensare; la voce *tecnologia* del Dizionario Treccani indica quel

“(...) vasto settore di ricerca (...) composto da diverse discipline (...) che ha come oggetto l'applicazione e l'uso degli strumenti tecnici in senso lato, ossia di tutto ciò (...) che può essere applicato alla soluzione di problemi pratici, all'ottimizzazione delle procedure, alla presa di decisioni, alla scelta di strategie finalizzate a determinati obiettivi. (...) si riferisce (...) all'utilizzazione ottimale (...) dell'insieme di tecniche e procedimenti diversi impiegati in un dato settore (...)e, più in generale, a un insieme di elaborazioni teoriche e sistematiche, applicabili globalmente alla pianificazione e alla razionalizzazione dell'intervento produttivo; (...)”

(dal Dizionario Treccani)

per cui, assumendo questa definizione, si può affermare che da sempre queste discipline si sono basate su un supporto tecnologico. La carta e la matita, così come il metro e la corda, sono state il *tool* utilizzato in più larga misura; le tecniche di annotazione e di riferimento si sono con il tempo standardizzate a livello mondiale, per cui gli archeologi di tutto il mondo non hanno difficoltà nel comunicare attraverso i metodi tradizionali, e questa è una grande ricchezza per tutta la disciplina. Nell'evoluzione delle metodologie di lavoro si è passati da un tipo di documentazione diretta, eseguita attraverso strumenti di misurazione e improntata sulla topografia, ad una di tipo documentazione indiretta, basata sulla semplificazione del dato e la sua interpretazione. Ciò permise un grande salto in avanti, migliorando la qualità e la quantità dei dati riportati, collegati tra di loro attraverso un complesso e robusto sistema di riferimenti e simboli. Gli ultimi decenni sono stati caratterizzati dall'introduzione di strumenti informatici e digitali in ogni settore, ed anche questo campo non ne è restato escluso, seppure sia rimasto, forse troppo a lungo, legato alle proprie tradizioni.

La riflessione condotta dal Prof. Dell'Unto ha permesso di porre attenzione sul contesto generale dello sviluppo della metodologia in questo campo, fino ad arrivare dunque alla fase attuale, caratterizzata dall'elaborazione dei dati attraverso software appositi che permettono la riproduzione, e dunque la conservazione, dello scavo o dell'oggetto in forma digitale.

Se in un primo tempo l'ostacolo a questo tipo di approccio era dovuto agli alti costi e ai lunghi tempi di elaborazione, ad oggi le tecniche adoperate, basate per lo più sulla fotogrammetria, hanno permesso di abbattere questa barriera.

La ricchezza di questa formula è che il dato iniziale è da una parte di facile acquisizione, attraverso foto, scanner, o laser, e dunque economico in termini di costo tempo/lavoro e competenze; dall'altra è ad un livello di precisione ed accuratezza che è impossibile eguagliare con le tecniche tradizionali. L'informazione, che viene elaborata direttamente sul campo ed in tempi brevi per non perdere alcun dato, viene strutturata attraverso software dedicati, trasformandosi così in documentazione con caratteristiche digitali, con tutto ciò che poi ne consegue. Il momento di svolta non è stato tuttavia determinato dalla digitalizzazione del materiale, ma dalla trasformazione di esso; l'acquisizione bidimensionale, sulla carta o in digitale, resta pur sempre una semplificazione del dato iniziale. Solo con l'avvento del 3D, afferma Dell'Unto, si può parlare di svolta, poiché non è più l'interpretazione del dato raccolto a fare da riferimento per lo studio seguente, ma è un tipo di documentazione nuova che registra ogni aspetto dell'oggetto di studio, dalle caratteristiche geometriche a quelle del materiale, riportando una quantità di informazioni che mai prima è stato possibile raccogliere. Questo ultimo gradino dello sviluppo della strumentazione applicata ai beni archeologici è davvero molto recente, poiché solo fino a un anno fa non era possibile applicare tale procedura sul campo, a causa di tempi lunghi e dunque alti costi di lavoro. Ad oggi, la possibilità invece di procedere in real time rispetto alle operazioni di scavo, producendo un dato completo, non pone più limiti alla logistica metodologica.

Se da una parte la tecnologia digitale compie passi enormi verso una diffusione a basso costo e sempre più facile da usare, dall'altra anche le competenze dei professionisti del settore si devono adeguare a questa pratica, soprattutto a livello di consapevolezza degli strumenti adatti ad ogni esperienza di studio, in questo settore diversa l'una dall'altra. A tal proposito, un punto messo in evidenza dal Prof. Dell'Unto riguarda proprio il disallineamento tra una risorsa tecnologica che cambia molto velocemente e una teorizzazione metodologica da parte del settore umanistico che ancora tace per quanto riguarda l'utilizzo di tali strumenti. Questa lacuna, a cui la ricerca sta cercando di sopperire, fa sì che questa fase, ancora sperimentale, si avvalga di entrambe le procedure: da una parte quella tradizionale, nata da un tipo di documentazione diretta, frutto dell'esperienza di secoli di scavi archeologici, una teoria strutturata ad alto livello e con sistemi ancora molto attuali e validi di riferimenti e "link", dall'altra parte invece una procedura innovativa che però fonda le sue radici su una documentazione di tipo indiretto, e per questo non scalzante quella precedente. Ciò che si auspica l'archeologia moderna, dunque, è un incontro collaborativo delle due metodologie, poiché entrambe possono contribuire all'elaborazione di un

modello digitale che porti con sé tutta l'informazione di quello reale arricchito dai dati interpretativi dell'archeologo.

3. Tecniche di acquisizione di modelli 3D

Analizzato sino ad ora l'argomento da un punto di vista prettamente concettuale e teorico, è opportuno per poter capire al meglio quanto detto scendere in dettaglio sulle tecnologie che nella pratica vengono applicate al settore dei beni culturali, sia nel campo dell'archeologia, sia in quello dei beni artistici in senso lato. Questo aspetto di tipo più tecnico-scientifico è stato trattato in modo molto accurato dal Prof. Dellepiane, che come già detto tiene su questa materia un interessante corso pratico e teorico per Informatica Umanista; l'obiettivo del corso, così come quello del seminario, è la divulgazione di tecniche e strumenti che trovano larga applicazione anche in campo umanistico, e che si propongono essere il futuro di quelle discipline che si occupano di ricerca, di musealizzazione, di restauro, di comunicazione dei beni culturali. Il Prof. Dellepiane lavora presso il Visual Computing Laboratory dell'ISTI del CNR di Pisa, un centro di ricerca di eccellenza per quanto riguarda la computer grafica e la visualizzazione in 3D nell'ambito dei beni culturali e non solo.

La tecnologia presa in esame è dunque quella della visualizzazione tridimensionale basata non sulla modellazione, bensì sull'acquisizione direttamente dell'oggetto. Lo scopo di queste risorse è quello di ottenere un modello tridimensionale da un oggetto reale, mantenendo dunque le sue caratteristiche fisiche e di misurabilità nello spazio, cosicché sia possibile utilizzarlo non solo, e non soprattutto a scopo turistico e comunicativo, bensì in ambito di studio specialistico, come ad esempio per il settore archeologico o quello del restauro. Queste caratteristiche rendono il processo di acquisizione di gran lunga preferibile per gli scopi proposti rispetto all'operazione di modellazione, la quale è un'attività manuale e con accuratezza sconosciuta, dunque in qualche modo distante dall'oggetto reale. Ad oggi i metodi di acquisizione della geometria sono svariati, ed è possibile classificarli secondo il costo hardware e software, secondo la possibile accuratezza raggiungibile e per tempo di acquisizione necessario. Per quanto riguarda il costo, quello delle tecnologie di alto livello, come ad esempio la scansione 3D, sta attualmente scendendo, in più allo stesso tempo si stanno affacciando sul mercato anche alternative low-cost per la generazione di modelli 3D. Quest'ultime tecniche, preziose sia per la facilità d'applicazione grazie agli strumenti automatici sia per il basso costo delle apparecchiature necessarie, sembrano ad oggi essere una strada possibile per tutti quei settori che si possono avvalere, allo stato attuale, di scarse risorse economiche e rare abilità informatiche.

Alla base delle tecniche di acquisizione presentate è il concetto di superficie triangolata, ovvero definita da mesh triangolari, che riproducono la superficie reale dell'oggetto in questione; il triangolo è dunque il protagonista di tutto il

processo, anche perché è l'unità base su cui si basano le schede grafiche dei computer.

Il primo approccio presentato nel corso del seminario è quello del *3D scanning*, basato su "automatic measurement of geometric properties of objects"³. Questa tecnologia ha la peculiarità di "fotografare" la geometria dell'oggetto, cioè di misurare per ogni punto acquisito la distanza dallo scanner, e dunque raccoglie un'informazione misurabile nello spazio; negli ultimi anni si è sviluppata un'ampia gamma di macchine capaci di applicare questa tecnica ad oggetti di ogni dimensione, da quelli più piccoli ai pianeti. È una risorsa molto robusta, tuttavia ci sono oggetti, come ad esempio quelli riflettenti o trasparenti per cui non può essere usata. Il limite di questa tecnologia è essenzialmente il costo hardware, che generalmente rimane abbastanza cospicuo; per quanto riguarda il data-processing invece può essere fatto sia attraverso software commerciali sia gratuiti, come ad esempio MeshLab, ideato proprio dal VCL dell'ISTI.

Il secondo approccio presentato nel corso del seminario è un metodo altrettanto consono all'uso per i beni culturali, in particolar modo per quelli di tipo architettonico o caratterizzato da forme geometriche, poiché si basa sulla definizione della legge della prospettiva; si tratta della *Modellazione Assistita da Immagini*, una tecnica il cui unico input dell'utente è quello fotografico, a cui viene applicata una modellazione basata sui dati reali. L'operatore indica sul set di foto dei punti in comune, che un software rielabora in modo da restituire un modello tridimensionale misurabile. Questo tipo di acquisizione risulta essere semplice e poco costosa, al pari di un'altra procedura con cui ha diversi tratti in comune. Si tratta della *fotogrammetria*, una tecnica in cui l'input dell'operatore resta sempre quello di definire punti di corrispondenza tra diverse immagini dello stesso oggetto scattate da una fotocamera digitale, informazioni successivamente rielaborate in modo automatico da software che possono essere sia gratuiti o a basso costo (ad esempio Sketchup) sia a pagamento (ad esempio Photomodel), con una precisione sull'ordine del decimo di millimetro, e dunque impensabile largamente superiore a quella ad una misurazione di tipo manuale o ad operazioni di modellazione.

Il terzo tipo di approccio presentato nel corso del seminario è il cosiddetto *Dense Stereo Matching*, un'evoluzione automatizzata del metodo fotogrammetrico in modo estremamente denso e preciso; ciò vuol dire che i punti trovati e segnati manualmente del metodo visto precedentemente, vengono con questa tecnica rilevati in modo automatico da un programma a livello non di coppie di pixel, ma prendendo in considerazione tutti i punti, attraverso le cui corrispondenze viene elaborato un modello tridimensionale anche con poche ore di processing, grazie ad una tecnologia computazionale cresciuta enormemente negli ultimi anni. La facilità di utilizzo di queste risorse estremamente potenti e precise sono una

³ Dalle slide del Prof. Dellepiane per il Seminario.

ricchezza per l'applicazione su oggetti di ogni tipo e dimensione, e dunque trovano larghissimo uso in ambito di studio specialistico. Il risultato dell'operazione è paragonabile alla precisione di dettaglio della tecnica di scansione 3D, con il vantaggio di un costo minore sia di hardware, poiché è sufficiente una fotocamera ben usata, sia di tempo di lavoro, che avviene quasi totalmente in modo automatico. Quest'ultimo fattore, se da una parte è un grande vantaggio per i meno esperti, dall'altro è un limite poiché dà meno possibilità di controllo sull'operazione, che può avvenire in una modalità black-box, o su tool di tipo web service, ai quali è possibile cioè inviare i dati ed ottenere poi un modello da rielaborare. Ciò permette di lavorare su macchine che non hanno una gran potenza di calcolo e memoria, ma dall'altra automatizza molto l'operazione lasciando all'addetto solo la possibilità di "concludere" il modello. Anche in questo caso è possibile fare riferimento a strumenti gratuiti o a pagamento, ma pur sempre accessibili a basso costo. Ciò favorisce ulteriormente questa l'adozione di questa tecnica. È tuttavia opportuno sottolineare che a differenza del 3D scanning, con le altre tecniche presentate è possibile ottenere un modello misurabile solo se viene effettuata un'operazione di scalatura sulle dimensioni reali, altrimenti si ottiene un prodotto che ha sì delle proporzioni reali, ma su unità di misura fittizie.

Al termine di questo excursus sulle maggiori tecniche di acquisizione 3D va tenuto in considerazione che queste non sono universali, e i loro limiti non presentano attualmente soluzione; ci sono infatti oggetti che non possono essere sottoposti a tali tecnologie, come ad esempio quelli trasparenti o quelli riflettenti, per i quali nascono non poche difficoltà nell'acquisizione. Altri limiti di non poco conto sono di tipo prettamente logistico o organizzativo, poiché alle risorse necessarie, spesso limitate ma pur sempre necessarie, che servono per poter intraprendere progetti di acquisizione in ambito di ricerca, deve far fronte la capacità decisionale dello studioso umanista, il quale non si può sottrarre dall'aver una competenza adeguata. Il raggiungimento dell'obiettivo prefisso infatti dipende fortemente dal lavoro dell'intera un'equipe, che vede professionisti di diversi ambiti di studio, sia umanistico sia scientifico.

3.1 Uso di modelli 3D per i professionisti dei beni culturali

Per contestualizzare l'applicazione delle tecniche presentate è necessario capire che non si tratta di strumenti pensati per elaborare modelli a fini divulgativi, o comunque non prettamente a questo scopo, bensì a supporto di un settore, quello dei beni culturali, che al suo interno costa di molte specializzazioni e molte professionalità. L'incontro tra il settore umanistico e quello scientifico è abbastanza raro nel mondo accademico, almeno se si escludono CdL come quello

di Informatica Umanistica, unico nel suo genere; questa "rarietà" nasce spesso da una mancanza di comunicazione tra due ambiti che solo a prima vista sembrano così lontani. L'esperienza del VCL è una di quelle realtà il cui obiettivo non è certo quello di voler assumere il compito dell'umanista nello studio del bene artistico, bensì quello di fornirgli gli strumenti adeguati per compiere un lavoro professionale con metodi tecnologicamente avanzati, al pari di ogni altro settore di ricerca.

- **Il progetto *Cenobium***

Tra gli esempi di best practice presentati nel corso del seminario, il Prof. Dellepiane ha fatto riferimento al progetto *Cenobium*⁴, il quale è nato con l'obiettivo di raccogliere il maggior numero di capitelli decorati da maestranze europee in ambito romanico. L'intento è quello di supportare la comunità di storici dell'arte che studia questo fenomeno scultoreo a livello europeo, facilitando attraverso la condivisione di materiale ad alto dettaglio la comunicazione accademica, superando i limiti dello spazio, in quanto si tratta di opere distribuite in tutta Europa e non facilmente raggiungibili, e del tempo, poiché la ricerca rimanga una risorsa per coloro che si avvicineranno in questo approfondimento un domani. L'attività di raccolta dati ha previsto un set fotografico ad alto dettaglio per ogni capitello, mentre di una selezione è stato elaborato un modello tridimensionale scaricabile liberamente. In aggiunta, è parte della sperimentazione un tool che in locale permette la comparazione e l'elaborazione delle immagini e dei modelli 3D acquisiti, cosicché questo strumento possa essere adatto ad un tipo di attività consona allo studio storico-artistico. L'obiettivo della sperimentazione è quello di sostenere il lavoro degli studiosi, i quali possono aggiungere nel tempo i risultati del proprio lavoro. Si tratta perciò di un ambiente collaborativo ad alto livello, in cui il modello tridimensionale è perfettamente integrato al materiale tradizionale dello studioso di ambito storico-artistico, ovvero annotazioni testuali e immagini bidimensionali.

- **Il modello 3D a supporto del restauro: il David e la Madonna di Pietranico**

Tra i primi modelli 3D acquisiti a fine di studio dell'oggetto dal punto di vista delle caratteristiche del materiale è stato il *David di Michelangelo*, esposto nella Galleria dell'Accademia di Firenze. L'intento è stato quello di usare queste tecniche anche per supportare l'attività di restauro. Per quanto riguarda la statua in questione lo studio voleva compiere un'analisi strutturale e della superficie. Ottenuto il modello, attraverso filtri di analisi presenti in MeshLab, l'ambiente di lavoro ideato dal VCL, è stato facilmente possibile calcolare su quali zone della

⁴ <http://cenobium.isti.cnr.it>

statua è più pesante l'accumulo di polvere, al fine di determinare quali siano le parti della superficie che maggiormente hanno bisogno di interventi di pulizia e conservazione. Calcoli di questo genere vengono effettuati a livello matematico dal software, quindi in modo estremamente preciso e veloce, mentre invece operare direttamente sull'oggetto reale comporterebbe maggiori difficoltà. Un'altra analisi effettuata sul David è stata quella di tipo strutturale, ovvero è stato calcolato dove venisse esercitata maggiore pressione per verificare la minaccia di instabilità dell'oggetto.

L'applicazione di queste tecnologie a fini di restauro sta avendo molto successo sia a scopo preventivo, come nel caso del David, sia in casi di ricostruzione successiva ad una distruzione dell'opera. A tal proposito un esempio eloquente è quello della *Madonna di Pietranico*, una statua in terracotta che ha subito molte ricostruzioni nel corso del tempo. In questo caso il compito svolto dall'acquisizione del modello 3D è stato duplice; da una parte è stato utile per poter compiere tentativi di assemblaggio delle parti scomposte dell'opera a livello digitale, utilizzando calcoli sulla linea di frattura ed ovviando così ai traumi che è possibile provocare all'oggetto praticando la difficile operazione di ricostruzione manuale. Per fare questo sono state scansionate le 17 parti da cui era composto l'oggetto, le quali sono state poi ricomposte virtualmente. Inoltre, poiché la statua è cava, la ricostruzione comportava la costruzione di un supporto interno di sostegno, e grazie alla collaborazione tra i ricercatori del laboratorio e i restauratori è stata elaborata una struttura di supporto calcolata sulla base dei pezzi scansionati e successivamente stampata in modo tridimensionale.

In conclusione, questi casi di studio e di applicazione delle tecniche di acquisizione dimostrano che i punti di contatto tra il mondo informatico e quello umanistico non sono così distanti come siamo portati a credere, e che anzi, quando questi due mondi si incontrano nasce qualcosa che ha un valore sicuramente superiore alla somma delle due competenze.

3.2 La tecnica di *computer vision* applicata agli scavi archeologici

Le tecniche di *computer vision*, in particolare quella di *dense stereo matching*, che come detto riesce a produrre modelli 3D in modo automatico da immagini fatte da camere non calibrate, grazie al suo facile utilizzo e al basso costo di applicazione ha trovato largo uso nell'ambito degli scavi archeologici. Il Prof. Dell'Unto ha presentato nel seminario alcune esperienze di scavo in cui è stata applicata questa tecnica di acquisizione. Le prime realizzate sono state condotte con la collaborazione dell'ISTI di Pisa, ed il risultato dell'operazione ha rivelato che questa risorsa ha non solo arricchito il modello dello scavo fatto con tecniche tradizionali, ma ha anche rappresentato un momento di sperimentazione di un

nuovo procedimento di indagine rispetto alle normali procedure del settore. Con il traguardo di arrivare all'ottimizzazione metodologica e formalizzata della tecnica, arrivo tra l'altro non ancora pienamente raggiunto, sono stati effettuati alcuni tentativi, i cui frutti tuttavia sono stati un valido riferimento per riflessioni successive. Tra questi nel 2009 è stata sperimentata la tecnica di *dense stereo matching* in tre siti archeologici in Nord Europa: lo Stora Hammar in Svezia, il Runestones presso l'area di Lund in Svezia, il Nissehej in Danimarca. Le difficoltà maggiori che si sono presentate erano legate ai lunghi tempi di elaborazione delle immagini; questo fattore è stato largamente risolto col tempo grazie allo sviluppo tecnologico che ha permesso di compiere le stesse operazioni in tempi minori e con una maggiore facilità di utilizzo dello strumento informatico. Questa considerazione ha portato il Prof. Dell'Unto a ritenere che la fase più importante non è più, come potevasi ritenere, quella di elaborazione, bensì quella di documentazione, ovvero il momento in cui vengono raccolte le fotografie, che rappresentano l'unico dato, a dir la verità molto ricco, che si può rielaborare, anche in tempi e con strumenti diversi. Alla luce di questo, le esperienze portate avanti nel 2009 hanno permesso di accrescere la consapevolezza che i modelli realizzati con questa tecnica possono essere un robusto strumento di indagine archeologica, anche perché, sebbene il modello nasca come non metrico, grazie all'uso di tool quali MeshLab è stata svolta un'operazione di scalatura che lo ha reso georeferenziato nello spazio e misurabile. L'accuratezza e la quantità d'errore raggiunta per mezzo di questa risorsa è inoltre risultata essere di una qualità infinitamente superiore ad ogni altro tipo di misurazione possibile in archeologia, compresa quella della stazione totale. Superate le prime difficoltà tecniche, il gruppo di lavoro ha cercato nuovi obiettivi sia per testare lo strumento sia per cercare di delineare una linea metodologica accurata, la cui mancanza era un elemento pesante. A tal riguardo le domande a cui queste sperimentazioni dovevano dar risposta vertevano sul metodo di utilizzo del dato ricavato e sulla considerazione da parte della comunità scientifica nei confronti di un procedimento ancora non diffuso. A queste si è col tempo data risposta attraverso la dimostrazione e ulteriori *best practice*. Un importante terreno di azione è stato quello del sito svedese di Uppakra, tra i più ricchi di tutta la Svezia e caratterizzato da numerosi ed articolari layer di scavo. Il caso preso in esame è stato molto interessante perché per la prima volta la tecnologia di acquisizione è stata usata come strumento di documentazione del lavoro dell'archeologo, rappresentando così un ulteriore vantaggio per un'analisi completa delle relazioni che intercorrono tra ogni parte, per le informazioni di colore e di materiale, per l'elevata accuratezza, ed infine perché rappresenta l'opportunità di testimoniare un campo di lavoro che, per la natura stessa della disciplina, viene ogni volta stravolto. Un'ulteriore sperimentazione è stata svolta presso il famoso e complesso sito neolitico Catalhoyuk in Anatolia, dove un'intensa stratificazione

rendeva davvero molto complesso il lavoro di riproduzione 2D dello scavo. La tecnica è stata affiancata a quella dello scanner a interferenza di fase, che risultava tuttavia lenta nel processamento dei dati. Grazie alla velocità e alla facilità di processing dei dati, la tecnica di dense stereo matching è stata integrata agli strumenti del cantiere di scavo, con essa è stato possibile inoltre svolgere molte operazioni di interpretazione dei dati direttamente in loco, operazioni che tradizionalmente potevano avvenire solo in una fase successiva allo scavo vero e proprio, con la conseguente probabilità di perdita di dati e di relazioni. Alla luce di queste considerazioni, lo strumento di acquisizione 3D da foto è risultato essere uno strumento prezioso nel bagaglio di un archeologo, tuttavia non è ancora parte di una teorizzazione metodologica che rende possibile sostituirlo ai metodi tradizionali.

4. La tecnologia applicata ai beni museali

Quest'ultima parte di approfondimento intende offrire una panoramica circa l'applicazione delle risorse tecnologiche applicate ai beni culturali a scopo comunicativo e divulgativo; anche per quanto riguarda l'uso di tali prodotti per la comunicazione turistica e la fruizione da parte di un pubblico non specialistico, sia l'acquisizione 3D sia la realizzazione di ambienti virtuali, immersivi e non, rappresentano un argomento di grandissima attualità, viste le numerose iniziative degli ultimi anni. Oltre a capire lo sviluppo che ha avuto questo fenomeno dagli anni '90 ad oggi, l'intento è quello di delineare quali siano le prospettive immaginate e i limiti appurati dell'applicazione di queste tecnologie, e ancor più rilevante, tracciare attraverso l'esperienza riportata nei seminari una linea teorica in relazione alla gestione delle opere e alla politica di profitto di esse. La strada che verrà percorsa tratterà inizialmente di alcune esperienze significative, presentate dal Prof. Dell'Unto nella lezione tenuta per il corso di Grafica 3D per i beni culturali. Quest'ultime sono esemplari per capire come è avvenuto lo sviluppo del concetto di museo virtuale, il quale, in pochi anni, ha visto un cambiamento radicale sia per quanto riguarda l'applicazione e il tipo di interazione con il visitatore, sia per una raggiunta consapevolezza della ricchezza di questi strumenti. Successivamente verrà approfondito un'ulteriore settore di ricerca, quello dell'introduzione di ambienti virtuali all'interno di realtà museali. Infine, l'ultima riflessione riguarderà proprio l'evoluzione del concetto di museo come luogo in fieri, sempre più frequentemente legato all'esperienza con le opere e con l'ambiente circostante piuttosto che all'esposizione del bene artistico come oggetto sacro e lontano dal fruitore.

4.1 Tre fasi dell'applicazione tecnologica in ambito museale

Il processo di introduzione di applicazioni di tipo digitale nell'ambito della comunicazione culturale, sia dentro che fuori il museo, ha compiuto i primi passi intorno agli anni '90. Negli ultimi due decenni lo sviluppo legato a questo fenomeno non ha riguardato, non solo almeno, la questione tecnologica in senso stretto, bensì anche la consapevolezza e l'approccio a tali risorse da parte degli esperti sia del settore tecnico-scientifico sia di quello storico-artistico. La classificazione cronologica che segue è tratta dalla riflessione del Prof. Dell'Unto esposta in occasione della lezione all'interno del corso di Grafica 3D dei Beni Culturali, svoltosi nel secondo semestre di quest'anno per gli studenti di Informatica Umanistica. La scelta di aprire una parentesi all'interno di un corso con approccio di tipo tecnico e pratico ha rappresentato l'occasione per riflettere non solo in senso ampio sulle problematiche sin'ora esposte, ma anche sul tipo di professionalità di cui necessita attualmente il settore dei beni culturali; la

richiesta del mercato di figure professionali sempre più multidisciplinari viene confermata dai risultati delle esperienze effettuate negli ultimi anni. Gli esempi proposti dal Professore sono indice ognuno di un preciso modo di intendere gli strumenti tecnologici in rapporto ai beni artistici, ed inoltre sottolineano di volta in volta la crescita di consapevolezza dei professionisti del settore.

- La "fase tecnologica". La Tomba di Nefertari

Uno dei primi progetti di applicazione di realtà virtuale risale alla metà degli anni '90, quando a Roma venne allestita, presso le Sale della Fondazione Memmo in Palazzo Ruspoli, una mostra dal titolo *Nefertari: Luce d'Egitto*; l'evento, che riscosse grande successo di affluenze, includeva una ricostruzione di realtà virtuale della tomba dipinta della regina Nefertari, restaurata in quegli'anni dal Getty Conservation Institute attraverso le foto dell'archeologo Schiapparelli, che per primo vi entrò nel 1904. Il percorso museale prevedeva che il visitatore si ritrovasse, varcando la porta di entrata della stanza, nella tomba stessa della regina; ciò era possibile attraverso degli occhiali forniti ad ognuno, attraverso cui lo spettatore poteva vedere la ricostruzione in 3D, e in essa poteva muoversi liberamente. Il feedback che suscitò tale iniziativa fu decisamente positivo, poiché per la prima volta l'utente si metteva in relazione con le nuove tecnologie, mentre fino a quel momento il più frequente contatto era stato quello con i normali schermi di tv o cinema. Tuttavia, dopo un'iniziale sensazione di immersione, il mezzo tecnologico non metteva in condizione l'utente conoscere o imparare qualcosa da esso, bensì era una tradizionale guida a illustrare le ricchezze egiziane. L'unico input lasciato al mezzo virtuale era l'apparizione del personaggio della regina che al momento giusto cominciava a leggere testi tratti dal suggestivo Libro dei Morti, senza tuttavia lasciare spazio a nessun tipo di interazione. Se da una parte il bene culturale veniva fruito attraverso la ricostruzione virtuale dell'opera, dall'altra il compito museale che sottende una spiegazione e un approfondimento del bene stesso era rimasto legato per lo più ai mezzi tradizionali.

Questa prima fase era legata ad un tipo di concezione che intendeva la ricostruzione virtuale come possibile sostituta della visita nella tomba reale in Egitto; questo approccio, che avrebbe messo in competizione i beni antichi con quelli ricostruiti, non ebbe tuttavia grande diffusione a causa dell'alto costo delle risorse hardware necessarie e allo stesso tempo dei forti limiti dei software in commercio. Alla luce di quest'esperienza, l'analisi del Prof. Dell'Unto ha messo in luce due forti limiti: da una parte che l'attenzione degli studiosi erano focalizzate su questioni prettamente di tipo tecnologico, dall'altra che mancava una letteratura che fornisse un punto di riferimento.

- **La "fase cognitiva". La Cappella Scrovegni**

Nei primi anni 2000 la domanda che gli addetti ai lavori hanno cominciato a porsi riguardo l'applicazione della realtà virtuale verteva più sulla sostanza che sulla forma. Superati molti limiti tecnologici grazie al rapido sviluppo della tecnologia informatica di quegli'anni, il problema invece non ancora affrontato riguardava il contenuto dell'applicazione. La difficoltà di trovare risposta alla domanda era conseguenza della mancanza di un legame collaborativo tra le figure umanistiche e quelle scientifiche. Questa fase è dunque caratterizzata dai primi passi verso questo tipo di unione professionale, che nacque inizialmente attraverso la pubblicazione di letteratura specialistica e l'incremento, da entrambe le parti, di un comune linguaggio multidisciplinare.

Un primo progetto di lavoro che vide il contributo sia di storici dell'arte sia di ingegneri informatici fu quello realizzato nel 2002 per la Cappella Scrovegni di Padova, scrigno che contiene un ciclo di affreschi di Giotto straordinario quanto compromesso dal tempo e dalle condizioni atmosferiche. Il progetto nacque dalla contingenza di trovare una soluzione adatta a continuare con le visite alla Cappella senza però danneggiarla ulteriormente, visto e considerato il suo precario stato di salute più volte salvato in extremis dall'opera di restauro. La ricostruzione virtuale dell'intero ciclo venne realizzata con l'appoggio del CNR e il Comune di Padova. Consci dell'errore concettuale commesso negli'anni '90, l'intento di questa iniziativa non era quello di sostituire la visita presso la reale Cappella Scrovegni, piacere innegabile a chi si reca a Padova, ma quello di preparare il visitatore alla visita fornendo davanti alla ricostruzione virtuale le informazioni storico-artistiche, e limitando la presenza in sede ad un tempo minore.

Quest'esperienza è indice di un primo passo verso la comunicazione tra due settori fin'ora ben lontani; sebbene l'esperienza di Padova non rappresenti un cambiamento radicale nello sviluppo di questo settore, è tuttavia interessante per evidenziare una trovata consapevolezza circa il ruolo che la realtà virtuale deve avere rispetto al bene artistico, ovvero non quello di sostituirlo, ma di integrarlo secondo la peculiare necessità.

- **La "fase interpretativa". Le fasi della ricostruzione virtuale del Progetto di Via Flaminia Antica**

Gli ultimi anni sono stati caratterizzati da uno sviluppo straordinario per quanto riguarda il settore della grafica e della visualizzazione in 3D; ciò è stato possibile grazie ad un hardware sempre più potente e facile da usare, a software di ogni tipo, e alla possibilità di visualizzare e fruire di tali strumenti nella maggior parte delle piattaforme esistenti. Ciò ha in gran parte abbattuto il limite imposto dalla

tecnologia ed ha aumentato la possibilità di sperimentazione con costi più bassi e tempi minori. Tuttavia, la ricerca metodologica e teoretica non ha subito uno sviluppo di pari crescita, ed ha causato un divario tra i due settori a cui di volta in volta sopperisce l'esperienza, talvolta il fallimento, dei ricercatori. Questa terza fase è stata definita dal Prof. Dell'Unto come "interpretativa", per riferirsi al momento in cui coloro che si occupavano di ambienti virtuali, sia storici sia informatici, hanno capito che il valore aggiunto di tali applicazioni è la loro grande potenzialità di comunicazione.

Un esempio eloquente di questa situazione è il progetto del Museo Virtuale di Via Flaminia Antica, in cui vi è inclusa la ricostruzione della Villa Livia. Gli scavi archeologici della Villa non sono mai stati valorizzati, tanto da rimanere da molti sconosciuti; la causa di questo stato di abbandono da parte dell'interesse dei visitatori da una parte è da imputare al fatto che si trovano lungo un percorso fuori dalle rotte turistiche tipiche, dall'altra a causa di una difficoltà oggettiva per il turista nel dare valore a beni culturali di non facile interpretazione senza conoscenze specialistiche. In effetti questo aspetto, trattato già precedentemente in questa relazione, pone tutt'oggi molti ostacoli alla diffusione culturale di molte ricchezze del nostro territorio. A questo problema ha provato a dare risposta un progetto di ricostruzione virtuale condotto dal ITABC del CNR. Il risultato del lavoro è stato allestito nel 2008 presso una sala del Museo delle Terme di Diocleziano a Roma; consta di un'applicazione di realtà virtuale "multiutente" ricostruita attraverso tecniche di fotomodellazione, tecnica di fotogrammetria che permette di restituire modelli accurati metricamente ma meno dettagliati in termini di densità geometrica. Allo stesso tempo non è stata trascurata la parte di ricerca storico archeologica, sia sul campo sia attraverso le fonti antiche.

L'obiettivo era quello di creare un prodotto di grande valore culturale, che vista la complessità di informazioni a riguardo non sarebbe stata di facile comunicazione, ed inoltre adatto ad una fruizione in ambito museale da parte di visitatori non esperti. La domanda che si sono posti nel realizzare questo progetto fu dunque come poter esprimere tanta informazione in modo semplice e diretto; la risposta a ciò venne proprio dallo strumento che stavano utilizzando. Attraverso la ricostruzione virtuale infatti il canale comunicativo si estende a molti fattori. Ad esempio, mentre in una prima fase vennero inseriti all'interno del percorso virtuale della Villa di Livia una serie di link cliccabili corrispondenti a finestre testuali, in un secondo momento queste furono sostituite da personaggi antichi che affiancano il visitatore nel percorso e gli descrivono l'ambiente e i costumi romani. Questo passo rappresenta una forte presa di coscienza delle potenzialità del progetto, poiché permetteva di comunicare ad atto dettaglio nozionistico ad un pubblico di visitatori che si avvicinano al bene culturale per curiosità o per imparare qualcosa in più. A tal ragione, molte delle informazioni sono passate in

parte anche al "rappresentato", e dunque fruibile attraverso il canale visivo durante la visita stessa, senza il bisogno di una comunicazione di tipo diretto. Grazie ad una simile crescita, questo progetto ha rappresentato un grande valore aggiunto alla ricerca metodologica, poiché ha saputo integrare il bene culturale con quello virtuale, con l'obiettivo di essere a funzione del pubblico e non solo del bene stesso.

4.2 Progetti e iniziative di realtà virtuale interattiva

Il seminario tenuto dal Prof. Carrozzino ha rappresentato l'opportunità per approfondire il lavoro svolto dal Laboratorio PECRO di Pisa, un luogo di ricerca di eccellenza per quanto riguarda la robotica percettiva; tra i campi di studio in cui è impegnato il laboratorio vi è stato, proprio negli ultimi anni, quello dell'applicazione ai contesti museali della tecnologia sviluppata nell'abito di ricerca. La lezione tenuta dal Professore ha inteso innanzitutto affrontare la questione terminologica, che ha portato a definire la realtà virtuale con il termine più appropriato di *tecnologie di ambienti virtuali*; la materia, per sua affermazione, ha dei confini ancora un po' nebulosi, per di più perché quando si parla di realtà virtuali il senso comune è portato a pensare a qualcosa che ancora non è nato, che forse nascerà in un futuro anche prossimo. Questa sensazione è data dall'influenza del cinema e della letteratura, che utilizzano spesso impropriamente termini che invece hanno una forte valenza scientifica. La ricerca ha invece già raggiunto traguardi meritevoli in questo campo, e grazie all'approfondimento tenutosi nel corso del seminario si è potuto toccare con mano i risultati di questa ricerca. Le esperienze descritte dal Prof. Carrozzino rappresentano il frutto di un grande sviluppo tecnologico atto a condurre l'utente in realtà immersive ed aumentate attraverso lo stimolo sensoriale.

La prima parte della disquisizione ha proposto un excursus di quali sono le tecniche e le strumentazioni che mettono in relazione l'utente a realtà virtuali. La parola chiave che le lega è senza dubbio *interattività*, la quale avviene attraverso l'uso di apparecchiature che stimolano i sensi umani, eccetto il gusto e l'olfatto che ancora non vengono sollecitati ma a cui la ricerca si sta interessando. La vista, l'udito, il tatto sono i sensi con cui ci mettiamo in contatto nella vita reale con ciò che ci circonda, e sono proprio questi i pulsanti da premere per condurre l'utente in un ambiente virtuale; l'aspetto psicologico, che fa sì che una persona sia più o meno propensa al coinvolgimento sensoriale e intellettuale è un fattore altrettanto importante, ma il più delle volte è condizionato proprio dalla sollecitazione che il fruitore subisce attraverso i canali sensoriali. Tra le prime applicazioni di queste tecnologie vi furono gli ambienti di simulazione in campo militare ed aeronautico; i vantaggi portati dall'uso di tali procedure

riguardarono senza dubbio i costi di esercitazione e la garanzia di svolgere l'attività in sicurezza; altro vantaggio fu quello di poter testare situazioni limite impossibili da riprodurre nella realtà. Si tratta in ogni caso di simulazioni che non sostituiscono, e non lo hanno mai fatto, l'addestramento nel mondo reale; inoltre queste risorse si sono rivelate essere di grande utilità anche per testare il fattore psicologico ed emozionale, poiché il coinvolgimento durante la simulazione riproduce ad ogni livello la situazione reale.

Nel corso degli anni la ricerca in questo senso ha fatto passi da gigante, sia a livello di teorizzazione della materia sia per quanto riguarda lo sviluppo delle apparecchiature. Se da una parte si è portato avanti lo studio di attrezzature per un coinvolgimento fisico totale, come ad esempio bracci meccanici o totali, al fine di ricreare una realtà immersiva totale, dall'altra è stata la tecnologia stereoscopica e di ricostruzione in 3D a fare da apripista verso l'applicazione in contesti comuni. Strumenti molto complessi, costosi ed ingombranti, proprio per queste caratteristiche che ne hanno sfavorito l'usabilità e l'approccio con un pubblico non specialistico, hanno avuto sperimentazione in ambito militare, medico e in settori professionali speciali quali il cinema. Metodi e procedure più semplici, o almeno che lo sembrano apparentemente ma che invece hanno una grande complessità insita a livello tecnologico, hanno trovato invece campo in ambienti di comunicazione, come ad esempio quello museale.

Alcune esperienze in questo settore sono state presentate dal Prof. Carrozzino, il quale ne ha preso parte personalmente; il primo progetto presentato dal docente è stato quello del Museo delle Pure Forme, al quale il Laboratorio PECRO ha preso parte insieme ad altri centri di studio europei all'interno di un'esperienza promossa dalla Comunità Europea; l'obiettivo del progetto era quello di costituire una galleria di sculture digitali acquisite da sculture reali che potevano essere esplorate attraverso la vista e il tatto. L'intento era dunque far partecipare l'utente non più solo attraverso la vista, ma anche attraverso un senso sconosciuto all'ambito museale, quello del tocco; questa interazione avveniva dunque attraverso interfacce sia visive sia aptiche.

Gli obiettivi di ricerca prefissi per questo progetto riguardavano da una parte studiare il vantaggio che il modello 3D di un oggetto porta per la conservazione e la testimonianza dell'opera nel tempo, dall'altra parte riguardavano il tipo di esperienza possibile attraverso un tipo di comunicazione che non passa solo attraverso la vista, come avviene tradizionalmente, ma anche attraverso il tatto. Questo secondo tipo di analisi è stato quello su cui il PECRO ha posto maggiore attenzione, cercando di vederne sia i limiti sia i vantaggi; tra quest'ultimi è senza dubbio la possibilità di fruire di questi beni anche da parte dei non vedenti, i quali in questo caso non possono usare altri canali di conoscenza. Altra nota positiva è la possibilità di avere una percezione completa dell'opera nello spazio, poiché l'informazione era "strecciabile" a piacimento, attraverso lo zoom o

allontanando l'oggetto riducendone le dimensioni per averne una "visione" generale. Questa installazione sperimentale, nella versione semplificata⁵, è stata attiva al Museo dell'Opera del Duomo di Pisa, dopodiché per questioni logistiche ed economiche non è più stata attivata.

Una seconda esperienza presentata dal Prof. Carrozzino è quella relativa al Museo Virtuale di Scultura di Pietrasanta; la ricostruzione della realtà virtuale in questo caso era legata in modo realistico ed oggettivo alle sculture, mentre per quanto riguarda la location era solo un richiamo alla vera piazza della cittadina. Questa scelta da una parte è stata un modo per privilegiare il contenuto anziché il contenitore, dall'altra per rompere i limiti dello spazio reale e avere la possibilità di superare i confini della piazza stessa. Il rendering mostrato era oltre che immersivo anche stereoscopico; l'installazione è stata proposta nel corso del LUBEC, avendo così l'occasione per testare il feedback di molti visitatori. Al termine della manifestazione, grazie a un questionario posto ad ogni fruitore dell'opera, i risultati sono stati molto positivi per quanto riguarda l'esperienza di immersione, mentre le critiche hanno riguardato questioni logistiche e pratiche, come la mancanza di spazio e di tempo per potersi calare nella realtà virtuale, problematiche non di poco conto se fosse stata inserita in un contesto museale vero e proprio.

Alla luce di queste testimonianze, è a mio avviso possibile svolgere una riflessione ad ampio raggio; da una parte è possibile notare che in generale la popolazione dei visitatori dei musei sembra essere aperta alla sperimentazione di nuovi modi di fruizione dell'opera artistica, e che dunque il lavoro di questo come degli altri centri di ricerca è prezioso poiché implementa risorse che potrebbero fare da ponte tra i beni culturali e un pubblico di fruitori che, sebbene sia in aumento, non raggiunge i numeri che ci potremmo aspettare in Italia. Dall'altra parte, lo stesso dato dimostra che questa inaspettata apertura da parte della gente alle risorse virtuali in ambito culturale potrebbe rappresentare un campanello d'allarme sulla realtà delle istituzioni museali italiane, da tempo statiche e in molti casi legate a correnti teoriche di stampo elitario e accademico, che hanno fatto del museo nel corso degli ultimi due secoli un luogo sacro e in taluni casi inaccessibile ai più⁶.

⁵ Ad esempio braccia meccaniche al posto dell'esoscheletro ideato dal PECRO.

⁶ "I musei odierni, sia quelli ereditati dalle tradizioni e soprattutto dalla cultura sociale dell'Ottocento, sia quelli progettati e costruiti nel nostro secolo, non rispondono in generale a quella che dovrebbe essere la loro esigenza fondamentale o primaria, di essere strumenti di comprensione delle opere d'arte, cioè non svolgono la loro funzione educativa di carattere pubblico" (Ragghianti 1974, p. 155).

5. Sul concetto di *museo virtuale*

A conclusione di questo excursus mi sembra opportuna una riflessione di carattere più concettuale. L'argomento non è di facile trattazione, a causa sia della complessità dovuta dalla scelta di indagare in linea generale aspetti che invece cambiano da realtà a realtà, sia per il carattere spesso sperimentale e dunque limitato nel tempo di molte delle iniziative intraprese negli ultimi anni. Un valido riferimento per questo tipo di analisi è lo studio del Prof. Francesco Antinucci, edito in *Musei Virtuali*. Con questa indagine il Professore cerca di capire se dopo quasi due decenni dalle prime iniziative si può dimostrare o meno l'utilità delle tecnologie digitali nel mondo dei beni culturali. Assumendo, per i motivi espressi precedentemente, che ciò sia vero, l'altra questione per cui ha senso svolgere un approfondimento è capire il perché, sebbene sia trascorso molto tempo e siano migliorate le risorse tecnologiche, ciò non si sia affatto diffuso. Per cercare di rispondere a queste domande, che non sono solo del Prof. Antinucci ma anche insite in ogni seminario trattato, è opportuno indagare su alcuni concetti che stanno alla base del rapporto tecnologia-bene culturale. Un primo passo è capire l'importanza che ha il processo di comunicazione nel settore museale; per farlo è bene sapere che ogni trasmissione culturale è un processo di apprendimento, il quale consta sia di una componente cognitiva, legata alla comprensione dell'oggetto, sia di una componente dinamica, ovvero di tutto ciò che spinge verso quella conoscenza⁷. L'opera d'arte è essa stessa un oggetto comunicativo che porta un messaggio, e per comprenderlo è necessario riuscire a capire l'intenzione espressiva dell'autore; le possibilità per catturare il messaggio insito nell'opera sono due: da una parte essere partecipe del contesto dell'autore o dei suoi destinatari, dall'altra farne parte attraverso lo studio. Ciò significa che la lettura semantica e contestuale dell'opera è dipendente, il più delle volte, da una conoscenza di tipo specialistico. La storia della museologia contemporanea indica tuttavia il museo come un luogo di arricchimento e apprendimento personale, ed lo ritiene qualcosa che non deve far parte in modo esclusivo di un certo settore accademico, bensì parte della società civile. I dati raccolti dal Prof. Antinucci testimoniano un aumento costante dell'affluenza di visitatori per quanto riguarda la totalità dei musei italiani, tuttavia i numeri dimostrano che ciò vale solo per quei musei parte di un *brand name* conosciuto; ciò significa che gran parte delle istituzioni museali ritenute "minori" sono completamente sconosciute al pubblico di fruitori non specialisti, ed ancor più, dei sondaggi effettuati presso i musei stessi attestano che la maggior parte di coloro che visitano una sala non ricorda quasi mai di averlo fatto. I dati presentati in *Musei Virtuali* sono dunque un campanello d'allarme per una situazione di mancanza, o

⁷ Antinucci, 2007, pp. 6-7

forse errata, comunicazione tra le istituzioni culturali e la popolazione⁸. L'applicazione delle tecnologie ai beni culturali ha nella maggior parte dei casi dimostrato che questo canale di comunicazione porta molti vantaggi in questo senso, perché è possibile fruire di visite virtuali sia dal web che dal telefono, perché attraverso gli ambienti virtuali è possibile stimolare maggiormente i canali sensoriali (sia vista, sia udito, sia talvolta tatto), perché infine l'applicazione tecnologica stessa attrae il pubblico di ogni fascia. Con ciò non si vuole cadere nell'errore compiuto negli anni '90 di credere che il virtuale possa sostituire l'originale, tuttavia è possibile pensare che tali risorse siano un incentivo per avvicinarsi al museo ed inoltre un sistema di apprendimento più diretto ed accessibile.

Il Prof. Antinucci ha tuttavia registrato che attualmente i maggiori stanziamenti in questo settore sono per quella ricerca definita *technology-driven*, ovvero guidata/trainata dalla tecnologia, e non di cui la tecnologia è il mezzo⁹. Si tratta di implementazioni tipo il riconoscimento dell'opera da foto attraverso sms da cellulare, oppure di sistemi che si basano sul riconoscimento della posizione dell'utente all'interno del museo per fornirgli un servizio. Con questa riflessione si chiede dunque il Prof. Antinucci se la politica intrapresa a sostegno di questo settore abbia intrapreso la strada giusta, in quanto a conti fatti la tecnologia in questo caso viene applicata per sostituire servizi che sono già attualmente forniti al visitatore, ad esempio il materiale informativo testuale o audio fornito in loco. Dall'altra parte prende in esame alcune sperimentazioni di *augmented-reality* in cui per introdurre il visitatore in ambienti di realtà virtuale è necessario fargli indossare complesse apparecchiature meccaniche, decisamente poco indicate per questi contesti e per la natura collettiva del museo, e demolite per tal ragione anche dal Prof. Carrozzino. Altre esperienze che critica aspramente sono quelle che intendono riprodurre attraverso scannerizzazione tridimensionale gli oggetti d'arte volumetrici, per poi ordinarli come in un museo tradizionale; anche in questo caso si tratta di tecnologia non a servizio del fruitore del bene culturale, e forse nemmeno a servizio del bene stesso, bensì fine a se stessa. Del resto i musei italiani sono colmi di opere che a causa di tagli ai bilanci e scarso spazio espositivo vedono i curatori costretti a lasciare nei magazzini, e ciò non sarebbe certamente risolto attraverso un'applicazione del tipo "vetrina virtuale" di opere già esposte altrove. Quest'ultimo aspetto non va confuso con l'applicazione delle tecniche di acquisizione 3D presentate e analizzate precedentemente, poiché come specificato, gli usi principali in quel caso sono a fini di studio, conservazione o supporto al restauro. Il messaggio che il Professor Antinucci intende lanciare è che essenzialmente la tecnologia deve essere di tipo *concept-driven*, ovvero subordinata e funzionale ad un fine preciso, che deve essere quello

⁸ Antinucci, 2007, pp. 17-38

⁹ Antinucci, 2007, pp. 51-52

della valorizzazione e della comunicazione, attraverso mezzi proficui, delle opere artistiche, e non ricalcare invece quello che viene già fatto con i mezzi tradizionali.

Lo studioso ritiene inoltre che per affrontare questo cambiamento radicale, di cui il settore museale italiano ha un gran bisogno, da una parte dovrebbero mutare le politiche di organizzazione espositiva del museo¹⁰, argomento di cui aveva parlato Carlo Ludovico Ragghianti già nel '74¹¹ e nel '75, dall'altra invece andrebbe intrapresa una ricerca *case-based* e la diffusione di *best practice*¹² su cui gli studiosi del settore si potrebbero formare.

Dalle parole di Antinucci si può trarre un forte legame con quanto espresso nel corso dei seminari, nei quali i docenti hanno cercato di delineare una linea da seguire proprio attraverso l'esposizione di quei casi di successo. In ultima analisi, il Professore svolge una breve riflessione su cosa sia in realtà il museo virtuale in relazione a quello reale; la risposta, articolata attraverso un elenco di negazioni, è essenzialmente, forse semplicisticamente, che un museo virtuale non è, non deve cercare di essere, un sostituto o un simile di quello reale, bensì è *la proiezione comunicativa a tutto campo del museo reale*¹³.

¹⁰ F. Antinucci, 2007, p. 94.

¹¹ "possiamo (...) immaginare un museo del tutto diverso, pensato e realizzato in funzione degli effetti immediati, irrecusabili e precisi, cioè rispondenti ai messaggi delle opere sullo spettatore, anche se non particolarmente provveduto. Un museo nel quale il visitatore venisse immerso in una serie indipendente di ambienti ognuno dei quali composto a misura delle autonome e individuali ragioni di visibilità di ogni opera d'arte contenuta, cioè restituisse volta a volta col massimo possibile rigore il dictamen dell'artista" (Ragghianti 1974, p. 91).

¹² Antinucci, 2007, pp. 83-85

¹³ Antinucci, 2007, p. 105

6. Conclusione

Al termine di questa lunga carrellata di tecnologie presentate ed esperienze maturate nel corso degli ultimi due decenni, ritengo sia possibile cominciare a ritenerli una realtà robusta e salda, e non più sperimentazioni avanguardistiche e lontane da venire. Gli studi presentati dai docenti nel corso del seminario, così come molti di quelli parte dei programmi dei corsi di Informatica Umanistica, rappresentano ad oggi il presente, e non più il futuro.

La conferma che ciò che viene adesso studiato deve farsi realtà nel più breve tempo, è data proprio dal fatto che si tratta di nozioni che sono già letteratura per il settore, quello delle nuove tecnologie applicate ai beni umanistici e culturali, ormai pronto per passare dalla via sperimentale a quella attuativa.

In particolare, per quanto riguarda il settore dei beni artistici, ritengo personalmente auspicabile un rinnovamento sul fronte della metodologia di analisi e della comunicazione museale; le tecniche di acquisizione e i metodi di applicazione di realtà virtuale presentati dai docenti sono a mio avviso materiale prezioso, sia per quanto riguarda la formazione di personale specialistico, sia allo scopo di investire sulle enormi, e spesso sottovalutate, potenzialità del settore dei beni culturali.

Bibliografia

Antinucci, Francesco. *Musei virtuali*, 2007, Editori Laterza, Bari.

Lévy, Pierre. *Il Virtuale*, 1997, Raffaello Cortina Editore, Milano.

Ragghianti, Carlo Ludovico. *Arte, fare e vedere. Dall'arte al museo*, 1974, Vallecchi, Firenze.

Dizionario Treccani, voce *Tecnologia* (ultima visita il 17/7/2012)
(<http://www.treccani.it/vocabolario/tecnologia/>)

Dizionario Treccani, voce *Virtuale* (ultima visita il 17/7/2012)
(<http://www.treccani.it/vocabolario/virtuale/>)