

## Il Virtual Culturale Heritage. Gli ambienti virtuali

di Sara Esposito



In linea con i fenomeni comunicativi e sociali della cosiddetta digital culture, anche i musei sono diventati oggetto di un modo nuovo di concepire la comunicazione culturale attraverso nuovi formati e nuovi percorsi di fruizione, avvantaggiandosi delle moderne tecnologie informatiche. Tali prospettive innovative determinano la nascita del *virtual heritage* e delle nuove discipline accademiche che uniscono la tradizione delle scienze umanistiche agli strumenti dell'informatica e ai linguaggi dei media digitali: le cosiddette **digital humanities**. Università, centri di ricerca, musei e aziende del settore dell'edutainment sono sempre più spesso coinvolti in iniziative di comunicazione in cui il linguaggio dell'audiovisivo e quello della grafica 3D in real-time sono utilizzati per trasmettere contenuti storico-culturali.

In particolare, la realtà virtuale applicata ai beni culturali, viene identificata con il termine *Cultural Virtual Reality*, e si riferisce alla simulazione visiva di un bene culturale i cui scopi sono la ricostruzione virtuale di luoghi del passato, la navigazione interattiva in tempo reale di ambienti, luoghi e monumenti d'interesse storico o archeologico, e la comunicazione digitale dei beni storici, artistici, architettonici<sup>1</sup>.

Il punto di forza di questa disciplina sta nelle molteplici possibilità offerte attraverso la **tridimensionalità, l'interattività e l'esplorazione spaziale**. Questa tecnologia permette di produrre e riprodurre immagini in 3 dimensioni che facilitano l'accesso e la lettura del patrimonio culturale, oltre che visualizzarne le stesse trasformazioni nel tempo, sia all'interno dei musei che in rete; la tridimensionalità si unisce all'interattività permettendo di interagire con gli oggetti virtuali e usando la visualizzazione come accesso interattivo a data base culturali, nonché di personalizzare i percorsi di navigazione e percorsi narrativi atti a facilitare l'approccio esperienziale; l'evoluzione tecnologica consente poi l'esplorazione di questi ambienti virtuali con sistemi di navigazione *real time*, e grafica di tipo immersivo che tendono a rafforzare sempre di più il senso di presenza dell'utente all'interno dello spazio comunicativo virtuale ("*embodiment*"), il visitatore si sente emotivamente e fisicamente immerso nello spazio 3D.

L'unicità della simulazione del virtual heritage si manifesta nella possibilità di rappresentare contemporaneamente, e su una stessa piattaforma, una pluralità d'informazioni provenienti da fonti di diversa natura: le **diverse realtà dell'informazione amplificano l'Heritage stesso**. La rappresentazione tridimensionale dei dati viene, infatti, arricchita dall'integrazione di differenti contenuti mediali, quali grafica, testo, audio e video, riuscendo ad integrare in un unico sistema di visualizzazione elementi differenti quali rappresentazioni iconografiche, fotografie di opere d'arte, testi antichi, dati GIS, informazioni stratigrafiche, informazioni storiografiche, considerazioni estetiche e altro ancora. Tali pratiche consentono di riconfigurare le tradizionali attività di produzione e consumo culturale tramite le potenzialità del digitale, secondo il processo d'interpretazione, comunicazione e **apprendimento di tipo non-lineare**, in cui i diversi contenuti sono tra loro legati da relazioni associative, **secondo la logica dell'ipertesto** e quindi secondo un modello cognitivo nuovo non più lineare.

La traduzione di un bene culturale in bene informativo digitale, realtà incrementata, atto o processo interattivo e percettivo, ricostituisce e restituisce, dissemina e diffonde il messaggio e il contenuto culturale. Potremmo dire che il fine ultimo di un'elaborazione digitale, relativa alle attività di comprensione del patrimonio storico-culturale, **sia l'incremento percettivo e cognitivo della cosa-bene culturale**, in quanto accesso digitale alla virtualità

<sup>1</sup> Guidazzoli A., *L'esperienza del CINECA nel campo della Virtual Archaeology* in A. Coralini, D. Scagliarini Corlàita (a cura di), *Ut Natura Ars - Virtual Reality e archeologia*, Bologna University Press, Imola, 2002, pp. 81-89.

dell'informazione culturale<sup>2</sup>. La realtà virtuale applicata ai beni culturali, intesa come portale visuale verso risorse digitalizzate, diventa quindi **uno strumento di gestione della complessità** sia per i ricercatori che per gli utilizzatori generici.

Un problema che emerge dall'analisi che Francesco Antinucci compie riguardo al cattivo utilizzo delle nuove tecnologie, riguarda il tipo di ricerca caratterizzata per essere *technology driven*, una ricerca guidata dalla tecnologia intesa come fine e non come mezzo. Ciò che sembra essere finanziato è sostanzialmente l'applicazione e l'avanzamento della tecnologia di per se stessa<sup>3</sup>. Al contrario la tecnologia dovrebbe essere esclusivamente un mezzo per raggiungere gli obiettivi di trasmissione e comunicazione di conoscenza in modo da diventare "**concept driven**": ovvero la corretta fruizione del patrimonio culturale. Molti degli interventi che hanno sfruttato dispositivi innovativi hanno esclusivamente spettacolarizzato l'esperienza senza arricchirla dei significati e dei messaggi che portano con sé le opere d'arte. Inoltre, bisogna sottolineare che le sensazioni che un'opera dal vivo può provocare non sono nemmeno lontanamente paragonabili con quelle di una riproduzione, anche se di ottimo livello. I fruitori, infatti, non sostituirebbero la visita reale con quella virtuale, al contrario quest'ultima servirebbe come integrazione prima della visita e un eventuale approfondimento successivo attraverso il contatto virtuale. In questi termini il prodotto finale non deve sostituirsi al bene, alla sua reale fruizione, ma deve **integrarlo** per favorire l'interpretazione e apportare un valore aggiunto in termini soprattutto di comunicazione di contenuti culturali.

### **Aspetti conservativi del Virtual Cultural Heritage**

La **digitalizzazione del patrimonio culturale** è applicata a fini di conservazione e di migliore gestione dei beni culturali, e questo pone le condizioni per un uso più comunicativo di questo patrimonio. Lo scopo è di documentare con precisione lo stato delle opere in modo da poterne monitorare le variazioni nel tempo e predisporre gli interventi di restauro adeguati e può anche essere utilizzata per valutare nel tempo l'eventuale deterioramento degli ambienti stessi confrontando ricostruzioni 3d ottenute utilizzando immagini che ritraggono in tempi diversi i medesimi ambienti.

Spesso un oggetto risulta compromesso poiché deteriorato: il frammento staccato di una decorazione, l'elemento architettonico, i resti di pianta di un edificio necessitano di una serie di operazioni, quali il restauro, che ne rendano leggibile il suo aspetto materiale. Quando ciò che si vuole far godere, mostrare, spiegare è degradato per qualche motivo, o è alterato in maniera tale che è molto difficile capirlo, le applicazioni di tecnologia associate alla realtà virtuale prendono il nome di '**restituzione**' o '**ricostruzione**'. Lavorare sul simulacro si rivela estremamente importante nel caso in cui le mancanze siano molto estese e cioè quando ciò che si deve ricostruire è molto superiore a quanto resta dell'oggetto.

Queste tecnologie permettono di riprodurre esattamente le diverse **ipotesi ricostruttive** di tutto ciò che emerge dalla ricerca che ha formulato l'archeologo sull'origine dell'opera, quindi sulla sua costruzione, la sua decorazione; si fa in modo che il visitatore possa visitare il sito com'era presumibilmente<sup>4</sup>, e solo una restituzione dell'oggetto come era originariamente permette di conoscerne la storia. Il vantaggio di lavorare sul simulacro permette di presentare simultaneamente più ipotesi di come l'oggetto potesse configurarsi in passato invece che privilegiare una sola visione. Un sistema efficace in grado di offrire la prestazione migliore, in quanto opera incorporando l'originale, consiste nell'effettuare la ricostruzione sull'originale in forma virtuale mediante sofisticate tecnologie di proiezione ad alta risoluzione che proiettano l'ipotetica ricostruzione direttamente sull'originale.

La storia, l'architettura, l'archeologia sono discipline che sperimentano continuamente **la necessità di ricostruire mondi non più visibili**. Con la Realtà Virtuale si possono unire l'ambiente visibile e ciò che non si vede con la possibilità di porre l'osservatore da **punti di vista inusuali o con angolazioni nella realtà impossibili**. Questo consente di simulare e

<sup>2</sup> Forte M., *Realtà virtuale, beni culturali e cibernetica: un approccio eco sistemico*, in Archeologia e Calcolatori 15, 2004, pp. 423-448

[http://www.progettocaere.rm.cnr.it/databasegestione/open\\_oai\\_page.asp?id=oai:www.progettocaere.rm.cnr.it/databasegestione/A\\_C\\_oai\\_Archive.xml](http://www.progettocaere.rm.cnr.it/databasegestione/open_oai_page.asp?id=oai:www.progettocaere.rm.cnr.it/databasegestione/A_C_oai_Archive.xml): 380

<sup>3</sup> Antinucci F., *Musei virtuali. Come non fare innovazione tecnologica*, Edizioni Laterza, Roma, 2007, pp.

<sup>4</sup> Antinucci F., *La realtà virtuale come strumento di conservazione del sapere*, in MediaMente, Roma, 1998  
<http://www.mediamente.rai.it/home/bibliote/intervis/a/antinu02.htm>

visualizzare i diversi periodi storici quindi le sue varie evoluzioni nel corso dei secoli, le modifiche, le espansioni, ecc. fino ad arrivare alla situazione attuale. Ad esempio, si può partire dalla ricostruzione 3D di rovine e vedere come queste apparissero ad un abitante dei secoli scorsi, nei momenti di maggior splendore.

Comunemente si pensa che il bene musealizzato sia destinato alla pubblica fruizione e all'accesso ma non è sempre così: ciò di cui si fruisce è l'informazione associata al bene, il feedback che deriva dalla sua conoscenza, dalla sua memoria, dall'impatto comunicativo. Il museo, depositario di condivisione di beni e processi culturali, sottrae oggetti al loro contesto ma al contempo li tutela dall'estinzione. In pratica la logica più obsoleta della **musealizzazione** tende a blindare il bene, a difenderlo ad oltranza piuttosto che dividerlo, dunque in questo senso si potrebbe parlare di una **deterritorializzazione**. Non esiste cultura senza contesto, né contesto senza comunicazione: un bene culturale decontestualizzato è privo di informazione, e può essere soggetto soltanto ad una contemplazione estetica come bene-valore. La deterritorializzazione riguarda anche quei casi in cui, i beni a cui diamo un particolare valore culturale sono generalmente dispersi in un territorio più o meno ampio, oppure frammentati se pur raccolti o presenti in specifici ambiti, e molti di essi sono, per diverse ragioni, soprattutto inamovibili. Oppure quando ci troviamo di fronte opere in molti casi **abbandonate e quindi difficilmente fruibili**.

Le nuove frontiere della realtà virtuale e della fruizione **ricontestualizzano il patrimonio culturale**. Si sottolinea come la disponibilità di rappresentazioni virtuali permetta di avere una visione d'insieme nell'ambiente originale, altrimenti impossibile per le modificazioni subite dal patrimonio nel corso del tempo. Per contestualizzare il sito ricostruito è possibile aggiungere alla simulazione il terreno circostante, partendo da dati di curve di livello ed utilizzando software apposito. Quindi si può evidenziare il luogo d'interesse con una ricostruzione 3D semplificata, cliccando sulla quale si accede ad una ricostruzione più fedele e dettagliata con il collegamento a database. In un contesto virtuale è ovviamente possibile **stabilire legami e relazioni**, connettersi in tempo reale con qualunque punto ritenuto rilevante, ed essere dotati di ubiquità. È possibile quindi **ricostruire (virtualmente) un contesto** di un bene culturale, ma più interessante è che è possibile costruirne più di uno, che significa proporre una lettura dell'insieme a scale diverse, e sotto diversi punti di vista.

### **Aspetti didattici del Virtual Cultural Heritage**

La multimedialità e la realtà virtuale vanno pensate come **tecnologie che forniscono uno specifico valore aggiunto ai processi cognitivi e di apprendimento, veicoli di formazione dell'esperienza e della conoscenza**. In particolare, gli studi di Francesco Antinucci sulla psicologia cognitiva applicata all'apprendimento di informazioni culturali evidenziano che la grafica 3D e le tecnologie interattive sono estremamente motivanti per i bambini e i ragazzi per stimolare i fattori dell'attenzione e ottenere una maggiore profondità della ricezione culturale<sup>5</sup>.

Francesco Antinucci evidenzia, inoltre, che le principali componenti di ogni processo di apprendimento sono due: comprensione e motivazione<sup>6</sup>. La prima componente è di tipo cognitivo e corrisponde con il comprendere l'oggetto dell'apprendimento (per apprendere qualcosa è necessario innanzi tutto capirlo). La seconda, invece, è di tipo dinamico e coincide con la motivazione. Quest'ultima è la leva, l'interesse che ci spinge ad apprendere (non si apprende se non si ha interesse a farlo). Gli studi di settore dimostrano che la maturità di molte tecnologie digitali interattive usate nei musei influisce sulla motivazione ad apprendere facendo leva sul coinvolgimento emotivo, consentendo di affermare che il loro utilizzo influisce positivamente su entrambi i fattori dell'apprendimento<sup>7</sup>, permettendo di raggiungere l'obiettivo fondamentale della comunicazione culturale.

A partire dall'oggetto-segno ci si deve chiedere come funziona il **processo di ricezione e di interpretazione dei significati dell'opera d'arte** e successivamente quali strumenti si rendono necessari al fruitore dell'opera d'arte per arrivare ad una comprensione globale

<sup>5</sup> Antinucci F., *Musei virtuali. Come non fare innovazione tecnologica*, Edizioni Laterza, Roma, 2007, pp. 5-25

<sup>6</sup> Antinucci F., *Musei virtuali. Come non fare innovazione tecnologica*, Edizioni Laterza, Roma, 2007, pp. 7-8.

<sup>7</sup> Monaci S., *Il futuro nel museo. Come i nuovi media cambiano l'esperienza del pubblico*. Guerini e Associati, Milano, 2005

dell'oggetto. Innanzitutto si distinguono **tre diversi livelli** di questo processo di conoscenza dell'opera:

- la *lettura* del "segno", dell'opera d'arte nel suo aspetto materico;
- la *mappatura* del significato ovvero il passaggio iniziale dal significante al significato dell'opera d'arte;
- l'*integrazione* del significato nel bagaglio delle conoscenze ad essa collegate.

La distinzione fra questi passaggi è solo analitica, non si tratta di tre attività separate e scandite ma solo di tre suddivisioni funzionali a fare capire quale tipo di esigenze e di supporti tecnologici necessitano questi livelli. Possiamo, inoltre, meglio capire come integrare le tecnologie nel processo di apprendimento, analizzando nel dettaglio l'apparato cognitivo umano, che opera secondo due modalità<sup>8</sup>: la modalità senso-motoria o percettivo-motoria, e la modalità analitica o ricostruttiva.

In un contesto reale si apprende prevalentemente in modo **analitico**, che al contrario di quello senso-motorio è un modo strutturato in vita, quindi più faticoso e farraginoso per lo sforzo mentale che richiede. La modalità analitica processa gli stimoli mentalmente interiorizzandoli, opera sequenzialmente, analizzando elemento per elemento ed è più lenta. La modalità di conoscere più radicata ed evoluta nell'uomo è quella di tipo **senso-motorio**, che è il modo di apprendere innato nei primati, col quale i bambini scoprono il mondo nei primi anni di vita, e che è un modo diretto di apprendere, perché inconsapevole e quindi meno faticoso. Ciò significa che ogni volta che ciò è possibile, tendiamo ad usare un approccio percettivo motorio - gesti, propriocezione, immagini, suoni, narrazioni-, anziché un linguaggio simbolico codificato. L'operare dell'una o dell'altra modalità è determinato dalla natura degli stimoli che si processano: i messaggi verbali vengono elaborati in modalità analitico-ricostruttiva, i messaggi visivi sono invece processati in modalità senso-motoria. Tali modalità possono escludersi a vicenda, poiché impegnano aree diverse del cervello umano. In situazioni dove gli stimoli inducano contemporaneamente sia una che l'altra si crea un'interferenza.

Il problema per lo studioso che conosce perfettamente il tipo di informazione che si deve fornire sull'oggetto in questione, nasce quando si deve scegliere la forma, **il formato che veicola il contenuto**. Un esempio di interferenza si verifica frequentemente proprio nei musei, dove viene utilizzato il linguaggio verbale nella forma scritta apposta all'oggetto, dall'etichetta allargata al cartello illustrativo, oppure nella forma orale, la guida o le moderne audio guide. L'uso del linguaggio verbale, però, nonostante sia il sistema naturale di comunicazione, presenta dei problemi non facilmente risolvibili. L'opera d'arte e il cartello scritto impongono di utilizzare due diverse modalità: la modalità che viene attivata principalmente è quella senso-motoria, la presenza di un supporto informativo testuale fa intervenire il processo di tipo analitico. Questo continuo passaggio fra una modalità e l'altra risulta essere faticoso e stancante a livello cognitivo: il cartello spiegherà qualcosa che è nell'opera d'arte, pertanto bisognerà distogliere gli occhi dal testo e osservare l'oggetto in questione e così via. Risulta significativo che i pubblici smettono di leggere non perché il contenuto dei pannelli informativi sia poco chiaro o poco utile, ma per ridurre l'interferenza<sup>9</sup>. Bisogna, invece, sottolineare che **i contesti virtuali sono per loro "natura" a base visiva**, nel senso che in essi l'immediatezza dell'immagine prevale sulla sequenzialità del testo e del suono. Ne scaturisce che la fruizione delle informazioni in un contesto virtuale, cioè l'apprendimento e l'elaborazione di conoscenze, avviene in modo senso-motorio: **il visivo si spiega con il visivo**<sup>10</sup>. Ad una ricostruzione virtuale delle opere si possono accompagnare sequenze animate che spieghino il significato delle stesse. La forma più "neutra" che una sequenza visiva possa assumere è quella della descrizione. La descrizione realizza, però solamente, il "significato letterale" dell'opera d'arte. Quando ci si pone la questione di esporre al pubblico le opere d'arte bisogna porsi il problema della restituzione ai fini della lettura che permettano l'iniziale mappatura e la successiva integrazione del significato delle opere. È

<sup>8</sup> Antinucci F., *Comunicare nel museo*, Laterza, Bari, 2004, pp. 139-146

<sup>9</sup> Antinucci F., *Comunicare nel museo*, Laterza, Bari, 2004, pp. 139-146

<sup>10</sup> Antinucci F., *Comunicare nel museo*, Laterza, Bari, 2004, p. 147

necessario pensare ad un'altra forma per esplicitare, appunto, l'intenzione comunicativa del realizzatore/creatore.

La forma che mantiene viva l'attenzione di qualunque spettatore è la **forma del racconto**<sup>11</sup>. In molti casi la materia da esporre si presta ad essere narrata come una storia. La narrazione ha un valore conoscitivo ed educativo notevole poiché non attiva un pensiero di tipo logico e razionale, descrittivo, analitico ma si avvale dell'emozione e si esprime attraverso la metafore e l'immaginazione. La narrazione è quindi un atto conoscitivo e comunicativo. Con questo non si intende sostenere che il testo scritto sia superfluo, ma che a questo parallelamente devono affiancarsi nuove modalità di rielaborazioni che consentano di appropriarsi del bene culturale. Nella divulgazione storico-culturale e museologica, il nuovo approccio alla comunicazione culturale si può definire **logico-mitico**. Tal espressione è usata per descrivere un sistema di significazione multidimensionale, derivante dalla sovrapposizione di differenti strati di conoscenze, dall'integrazione di linguaggi comunicativi non omologhi tra loro, basata sulla scientificità e il ragionamento rigoroso propri della ricerca storica, con la capacità di fabulazione e coinvolgimento che appartengono a un modello di comunicazione di tipo narrativo, quindi mitico.

Si possono distinguere tre indirizzi dello storytelling o narrazione all'interno del museo:

- la narrazione tradizionale teatrale;
- la narrazione come lettura ad alta voce;
- il digital storytelling.

Nella trattazione si osserveranno esclusivamente le peculiarità della terza modalità di racconto, esso si esplica attraverso la narrazione di una storia in formato digitale (**digital storytelling**) che prende lo spunto dalle evidenze materiali, o meglio dalle loro repliche digitali, per raccontare i fatti. Questa attività richiede tecnologie che facilitino il lavoro di storytelling e competenze tecnico-comunicative: si pensi all'uso di proiezioni olografiche dove possono essere presenti dei personaggi virtuali che si rivolgono al pubblico interagendo con esso.

#### - **Metodologia del Virtual Cultural Heritage**

La grande eterogeneità delle informazioni che possono essere utilizzate nella simulazione e, ovviamente, la complessità della loro rappresentazione mediante tecnologie informatiche ne determina la specificità di questo campo, ossia la forte **propensione multidisciplinare**. La realizzazione di un progetto di Virtual Heritage richiede la costruzione di un team multidisciplinare che coinvolga ingegneri dell'informazione, progettisti multimediali, modellatori 3D, esperti di comunicazione, storici, archeologi, esperti culturali, musicisti e scrittori. Questo apre un insieme ulteriore di problematiche, in quanto è necessario costruire un linguaggio comune che permetta ai singoli esperti di comprendere anche campi del sapere molto lontani. Inoltre, quando un gran numero di persone sono coinvolte nel progetto, si incorre nel rischio di avere lunghe fasi decisionali che incidono sui tempi per la predisposizione delle fonti, del materiale e degli incontri organizzativi. È necessario lo sviluppo di nuove procedure per la collaborazione interdisciplinare tra esperti di tecnologie e esperti culturali in modo che la comunicazione e lo sviluppo possano procedere in modo spedito e che si possa creare un linguaggio comune.

Nel 2005 è stata prodotta dai molti operatori del settore la cosiddetta *London Charter*, una sorta "magna carta" del virtual heritage, nella quale viene sancita la necessità di affrontare la ricostruzione virtuale con metodologie scientifiche, vengono definiti standard condivisi a livello internazionale, viene sancito l'obbligo di una comunicazione culturale chiara, comprensibile e valutabile dagli utenti in ogni sua fase. Deve essere, perciò, essenziale indicare quali tecniche sono state impiegate nella raccolta dei dati rappresentati, quali metodologie sono state usate nella loro interpretazione e, ovviamente, il livello di veridicità della simulazione storico-culturale basata su di essi con l'indicazione di quali elementi del VE siano certi e quali frutto di supposizioni o ipotesi<sup>12</sup>.

<sup>11</sup> Antinucci F., *Comunicare nel museo*, Laterza, Bari, 2004, pp. 149-152

<sup>12</sup> La Carta di Londra {[www.londoncharter.org/fileadmin/.../london\\_charter\\_2\\_1\\_it.pdf](http://www.londoncharter.org/fileadmin/.../london_charter_2_1_it.pdf) }

Volendo descrivere sinteticamente la realizzazione di un progetto di virtual heritage, occorre specificare che essa si sviluppa attraverso **quattro fasi fondamentali**: la ricerca delle informazioni, lo studio e la progettazione di un piano di comunicazione, il trattamento e l'ottimizzazione dei dati, e infine la verifica dei risultati.

La prima fase è relativa alla **ricerca delle informazioni** storico-culturali o archeologiche che si vogliono simulare. Questo è un fattore critico, in quanto la creazione dei modelli è fondata sulla disponibilità delle fonti storiche<sup>13</sup>. Essa si basa sull'acquisizione sul campo di dati archeologici e geografici oppure sul reperimento e l'analisi delle fonti storiche provenienti da archivi, collezioni o altre istituzioni presenti sul territorio. Attività quali l'analisi comparata di fonti documentarie e iconografiche e la ricerca negli archivi sono operazioni basilari per gli ambienti virtuali culturali di tipo storico. I rilievi archeologici di tipo tradizionale, oppure la documentazione delle strutture architettoniche mediante remote-sensing e fotogrammetria sono, invece, attività cruciali per gli ambienti virtuali culturali dedicati all'archeologia. Tutti i dati raccolti nella prima fase sono analizzati, poi catalogati e infine inseriti in appositi database relazionali oppure in sistemi GIS.

Il secondo stadio di un progetto di virtual heritage corrisponde allo **studio e alla progettazione di un piano di comunicazione** adatto a realizzare gli obiettivi che sono stati definiti durante la fase preliminare dell'iniziativa di ricostruzione virtuale. In questa seconda parte del progetto si studiano le metodologie più adatte a comunicare i dati ottenuti e si analizzano le differenti forme medialità da utilizzare per la loro visualizzazione. Oltre a scegliere la tecnologia più adatta per ciò che si vuole realizzare, è fondamentale riflettere sulle caratteristiche necessarie all'interfaccia, individuando le corrette metafore d'interazione e gli altri fattori che costituiscono la user experience.

La terza fase corrisponde al **trattamento e all'ottimizzazione dei dati**; tali compiti sono realizzati attraverso attività di elaborazione computerizzata (post processing), nel caso in cui si siano utilizzate tecniche fotogrammetriche oppure laser scanner per il rilievo del sito, oppure mediante operazioni manuali di modellazione e texturing. Mentre i modellatori sono impegnati nelle attività appena descritte, gli informatici iniziano a implementare il sistema di visualizzazione, lavorando a stretto contatto con i designer dell'ambiente virtuale e gli esperti dei contenuti. Il fine è quello di sviluppare un'applicazione che sia il più possibile precisa e corretta nella rappresentazione dei dati storico-culturali. I modelli, una volta realizzati, presentano problematiche legate alla loro complessità computazionale: l'accuratezza della ricostruzione richiede un altissimo numero di dettagli che si riflette nella generazione di file di grandi dimensioni e lunghi tempi per la realizzazione di immagini dai modelli (*rendering*)<sup>14</sup>.

La quarta e ultima fase è mirata **alla verifica dei risultati** e allo studio dei processi di apprendimento che coinvolgono gli utenti finali e la verifica, tramite indagini sul pubblico, di come gli utenti percepiscono la simulazione. Nell'ultimo stadio di un progetto di virtual heritage si deve, infatti, procedere a un accertamento degli esiti cui le ipotesi iniziali hanno portato, oltre che compiere un'attenta analisi della fruizione. Solo in questo modo è possibile capire la valenza dell'ambiente virtuale culturale realizzato, oltre che determinare il livello di comprensione che il pubblico ha dei dati storico-culturali da esso comunicati. Tale indagine avviene tramite uno studio sviluppato mediante questionari, sondaggi e focus group, oppure attraverso l'osservazione partecipante degli utenti coinvolti. Una volta ottenuti i dati sulla fruizione è possibile valutare gli effetti del processo di simulazione e verificare se esso è stato in grado di assolvere gli obiettivi prefissati. La validazione può dunque essere vista come una garanzia della correttezza e della puntualità della ricostruzione virtuale e del percorso di ricerca che l'ha prodotta.

<sup>13</sup> Bellotti F., Berta R., De Gloria A., *Virtual Heritage. Le Tecnologie dell'Informazione (IT) applicate ai Beni Culturali*, in «Storicamente», 9 (2013), DOI 10.1473/stor465, art. no. 20  
{[http://www.storicamente.org/02\\_tecnostoria/virtual\\_heritage.htm](http://www.storicamente.org/02_tecnostoria/virtual_heritage.htm)}

<sup>14</sup> Bellotti F., Berta R., De Gloria A., *Virtual Heritage. Le Tecnologie dell'Informazione (IT) applicate ai Beni Culturali*, in «Storicamente», 9 (2013), DOI 10.1473/stor465, art. no. 20  
{[http://www.storicamente.org/02\\_tecnostoria/virtual\\_heritage.htm](http://www.storicamente.org/02_tecnostoria/virtual_heritage.htm)}